HAUT CONSEIL
pour le CLIMAT

RENFORCER L'ATTÉNUATION, **ENGAGER L'ADAPTATION**

RAPPORT ANNUEL 2021
DU HAUT CONSEIL POUR LE CLIMAT

JUIN 2021

SOMMAIRE

RÉSUMÉ **EXÉCUTIF** 05

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES 10

1. ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS EN FRANCE **ET DANS LE MONDE** 12

1.1 ÉVOLUTIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ **À EFFET DE SERRE EN FRANCE** 12
1.1.1 LA TENDANCE À LA BAISSE **DES ÉMISSIONS TERRITORIALES SE POURSUIT** 12
Encadré 1.1 – Implications du budget carbone pour les réductions d'émissions 18
1.1.2 DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ÉCHANGES INTERNATIONAUX **GLOBALEMENT STAGNANTES** 20
1.1.3 DES PROFILS D'ÉMISSIONS VARIÉS **ENTRE LES RÉGIONS** 22
1.1.4 DES ÉMISSIONS INFÉRIEURES **À LA MOYENNE EUROPÉENNE** 25
Encadré 1.2 – Implications du budget carbone pour les réductions d'émissions 34

1.2 SUIVI **DES BUDGETS CARBONE** 31

1.3 SUIVI **DE LA TRANSITION CLIMATIQUE** 36
1.3.1 DES AVANCÉES ENCOURAGEANTES **DANS LE SUIVI DE LA SNBC À DÉVELOPPER** 36
1.3.2 VERS UN TABLEAU DE BORD **À TROIS ENTRÉES** 37
Encadré 1.3 – Changements évolutifs, changements structurels 38
1.3.3 SUIVRE **L'ACTION GOUVERNEMENTALE** 40
Encadré 1.4 – Analyse critique des indicateurs de la SNBC2 en matière de transition juste 42

1.4 ÉVOLUTIONS **MONDIALES** 44
1.4.1 UNE BAISSE ÉPHÉMÈRE **DES ÉMISSIONS MONDIALES** 44
1.4.2 DES PLANS DE RELANCE ENCORE TOURNÉS **VERS LE MONDE DE L'ÉNERGIE FOSSILE** 45
Encadré 1.5 – L'effort de la France dans son contexte international 45

2. LES POLITIQUES PUBLIQUES **EN FRANCE ET EN EUROPE** 49

2.1 ÉVOLUTION **DES POLITIQUES PUBLIQUES EN FRANCE** 49
2.1.1 MISE EN OEUVRE **DE FRANCE RELANCE** 49
Encadré 2.1 – Pallier le gel de la taxe carbone 53
2.1.2 SUIVI DE L'ÉVALUATION **DES LOIS AU REGARD DU CLIMAT** 55
2.1.3 PLANS D'ACTION **DES MINISTÈRES** 57
2.1.4 ACTION CLIMATIQUE **RÉGIONALE** 58
Encadré 2.2 – Quel droit pour la neutralité carbone ? 59
Encadré 2.3 – Les attitudes pro-environnementales résistent à la pandémie 62

2.2 UNION EUROPÉENNE, UNE AMBITION RENFORCÉE **À LA RECHERCHE DE NOUVEAUX OUTILS** 64
2.2.1 UNE ANNÉE CHARNIÈRE, **PROPICE AUX RÉFORMES DE FOND** 64
Encadré 2.4 – Bilan du respect des objectifs fixés par le paquet énergie-climat 2020 64
Encadré 2.5 – le Pacte de stabilité est-il compatible avec la transition bas-carbone ? 67
2.2.2 DEUX OUTILS PRINCIPAUX **POUR APPUYER LA TRANSITION BAS CARBONE EUROPÉENNE** 68
Encadré 2.6 – Rehausser l'objectif de la France en 2030 72

3. ÉVOLUTIONS **SECTORIELLES** 76

3.1 TRANSPORTS 76
3.1.1 UN SECTEUR DONT LES ÉMISSIONS NE SONT PAS SOUS CONTRÔLE, **NI EN EUROPE NI EN FRANCE** 76
3.1.2 L'ACTION PUBLIQUE FAVORABLE AUX ORIENTATIONS DE LA SNBC **POUR LE SECTEUR DES TRANSPORTS EST INSUFFISANTE** 81
3.1.3 RETOUR SUR QUATRE THÉMATIQUES MOBILITÉ **QUI ONT MARQUÉ LES DOUZE DERNIERS MOIS** 82
3.1.4 LACUNES **DES POLITIQUES PUBLIQUES** 84

3.2 BÂTIMENTS 85
3.2.1 LA FRANCE ET L'EUROPE **AU DÉFI DE DÉCARBONATION DE LEURS PARCS DE BÂTIMENTS** 85
3.2.2 UNE ACTION PUBLIQUE NON ALIGNÉE AVEC LA SNBC **ET SOUFFRANT DE CARENCES DANS SES OUTILS DE PILOTAGE** 86
3.2.3 RETOUR SUR QUATRE THÉMATIQUES « BÂTIMENTS » **DES DOUZE DERNIERS MOIS** 87

3.3 INDUSTRIE 90
3.3.1 DES RÉDUCTIONS D'ÉMISSIONS **À RENFORCER** 90
Encadré 3.1 – Le secteur du ciment 94
3.3.2 POLITIQUES **ET MESURES PRISES EN 2020** 95

3.4 AGRICULTURE, **SOLS ET FORÊTS** 96
3.4.1 LES ÉMISSIONS DU SECTEUR AGRICOLE NE DIMINUENT PAS ASSEZ VITE **POUR REMPLIR LES OBJECTIFS DE LA SNBC2** 96
3.4.2 DES PUITS DE CARBONE **MIS EN DIFFICULTÉ** 98
3.4.3 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE **SUR L'AGRICULTURE FRANÇAISE** 101
3.4.4 DE NOUVEAUX ÉLÉMENTS **DE POLITIQUES PUBLIQUES** 102
Encadré 3.2 – Label bas-carbone 104
3.4.5 LACUNES **DES POLITIQUES PUBLIQUES** 105

3.5 TRANSFORMATION **D'ÉNERGIE** 107
3.5.1 TENDANCES FRANÇAISES **ET EUROPÉENNES** 107
Encadré 3.3 – Transition juste et centrales au charbon 108
3.5.2 POLITIQUES **ET MESURES PRISES EN 2020** 111
Encadré 3.4 – Comment penser la sobriété comme levier de la transition bas-carbone ? 112
3.5.3 LACUNES **DES POLITIQUES PUBLIQUES** 113
Encadré 3.5 – L'hydrogène 113

4. ADAPTATION : ANTICIPER ET RÉPONDRE **AUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE** 116

4.1 LES IMPACTS **DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN FRANCE** 116
4.1.1 DES RÉDUCTIONS D'ÉMISSIONS **À RENFORCER** 116
Encadré 4.1 – Principaux textes et rapports faisant référence à la notion de « transition juste » 117
4.1.2 LES IMPACTS **D'UN CLIMAT QUI CHANGE** 120
4.1.3 AMÉLIORER LA CONNAISSANCE **DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE** 124
Encadré 4.2 – Les services climatiques en France et en Europe 125

4.2 ADAPTATION : RÉDUIRE LA VULNÉRABILITÉ FACE AUX IMPACTS ACTUELS **ET À VENIR DU CHANGEMENT CLIMATIQUE** 130
4.2.1 L'ADAPTATION : **RÉDUIRE LES RISQUES ET LES IMPACTS POTENTIELS** 130
Encadré 4.3 – Définitions des concepts liés à l'adaptation 130
4.2.2 L'ADAPTATION AU SERVICE DE LA RÉSILIENCE : **DE L'AJUSTEMENT INCRÉMENTAL À LA TRANSFORMATION STRUCTURELLE** 133
Encadré 4.4 – Définitions des types d'adaptation 135
4.2.3 ADAPTATION ET ATTÉNUATION, **SYNERGIES ET COMPROMIS** 136
4.2.4 L'ADAPTATION **AU PRISME DE LA TRANSITION JUSTE** 138

4.3 OUTILS ET GOUVERNANCE **DE L'ADAPTATION** 139
4.3.1 LES INSTRUMENTS **DES POLITIQUES D'ADAPTATION** 139
Encadré 4.5 – Outils et enjeux spéciFIques aux entreprises 139
4.3.2 LES ACTIONS **D'ADAPTATION** 142
Encadré 4.6 – Les solutions fondées sur la nature 143
4.3.3 QUELLE **GOUVERNANCE** 145
4.3.4 L'ADAPTATION, UN LEVIER DE MOBILISATION **POUR L'ACTION CLIMATIQUE** 145

ANNEXES **AU RAPPORT** 149

A.1.1 L'INCERTITUDE **DES INVENTAIRES D'ÉMISSIONS GES** 149

A.1.2 ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES **DES BILANS D'ÉMISSIONS RÉGIONALES - FORMAT PCAET** 150

A.1.3 LES ORIENTATIONS ET INDICATEURS **DE LA TRANSITION JUSTE DANS LA SNBC 2** 151

A.2.1 ANALYSE DES APPELS À PROJET **DE FRANCE RELANCE** 152
A.2.2.1 LE PÉRIMÈTRE **DES APPELS À PROJETS** 152
A.2.2.2 DÉFINITION **DES CONDITIONNALITÉS CLIMAT** 153
A.2.2.3 TABLEAUX **DE RÉSULTATS DÉTAILLÉS** 154

A.2.2 ANALYSE DES ÉTUDES D'IMPACT **DES LOIS AU REGARD DU CLIMAT** 157

A.3.1 ANALYSE **DES LACUNE** 158

A.4.1 ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES **ET CHANGEMENT CLIMATIQUE** 165
A.4.1.1 MÉTHODOLOGIE APPLIQUÉE EN SCIENCES DE L'ATTRIBUTION **POUR DES ÉVÈNEMENTS PARTICULIERS** 165

A.4.2 L'AUGMENTATION DE LA SINISTRALITÉ **POUR LES RISQUES HYDRO-CLIMATIQUES À HORIZON 2050** 166

A.4.3 L'HABITABILITÉ DES TERRITOIRES **FACE AU CLIMAT QUI CHANGE** 167

A.4.4 LES RÉGIMES D'INDEMNISATION FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE, **UN RISQUE POUR LA TRANSITION JUSTE** 167

A.4.5 LE *BUILD BACK BETTER* OU COMMENT TRANSFORMER LA CATASTROPHE **EN OCCASION D'ADAPTATION TRANSFORMATIVE** 168

A.4.6 LA NOUVELLE STRATÉGIE **D'ADAPTATION DE L'UE** 168

A.4.7 LES BESOINS DE FINANCEMENT POUR L'ADAPTATION : **INVESTISSEMENT OU FONCTIONNEMENT ?** 169

A.4.8 LES FRANÇAIS **EN ATTENTE D'ADAPTATION** 170

NOTES ET RÉFÉRENCES 171
QU'EST-CE QUE LE HCC ? 179
REMERCIEMENTS DU HAUT CONSEIL POUR LE CLIMAT 180
LES MEMBRES DU HAUT CONSEIL POUR LE CLIMAT 181

RÉSUMÉ **EXÉCUTIF**

Les effets des politiques publiques climatiques se manifestent en 2019 par une accentuation de la baisse des émissions au niveau national et dans la plupart des régions. La baisse observée en 2020 est quant à elle principalement attribuable aux mesures liées à la Covid-19. Néanmoins les efforts actuels sont insuffisants pour garantir l'atteinte des objectifs de 2030, et ce d'autant plus dans le contexte de la nouvelle loi européenne sur le climat. Alors que les conditions climatiques sortent des plages de variabilité climatique naturelle, avec des impacts croissants, les efforts d'adaptation doivent être rapidement déployés et intégrés aux politiques climatiques dans leur ensemble.

DES RÉGIONS À L'EUROPE, **DES PROGRÈS À RENFORCER**

La tendance à la baisse des émissions françaises de gaz à effet de serre s'est légèrement accentuée en 2019, avec une diminution de 1,9% sur un an, soit -8,6 Mt éqCO_2, pour 436 Mt éqCO_2 émis par la France sur son territoire. Des progrès ont été réalisés, dont certains d'ordre structurel, dans les secteurs des bâtiments, de l'industrie et de la transformation d'énergie, suivis de l'agriculture, alors que les transports voient leurs émissions stagner. Les transports demeurent le premier secteur émetteur (31 % des émissions, dont plus de la moitié due à la voiture individuelle), suivis de l'industrie et de l'agriculture (19 %) puis des bâtiments (17 %), de la transformation d'énergie (10 %) et des déchets (4 %). Aux émissions territoriales, il faut ajouter les émissions des transports internationaux, en légère hausse et tirées par l'aviation, ainsi que les échanges internationaux de biens et services. Il en résulte une empreinte carbone qui pourrait atteindre 663 Mt éqCO_2 en 2019, dont environ la moitié provient des importations. Par habitant, les émissions territoriales atteignent 6,5 t éqCO_2 ; l'empreinte carbone, 9,9 t éqCO_2. En 2020, année de pandémie au profil d'activité particulier, les émissions territoriales de la France pourraient avoir baissé de 9 %.

La plupart des régions de France ont vu leurs émissions diminuer sur la période 2015-2018, parfois de manière significative (Ile-de-France, Centre-Val-de-Loire, Auvergne-Rhône-Alpes). Les émissions des transports y sont globalement à la hausse (sauf en Île-de-France) et celles des bâtiments globalement à la baisse.

En Europe, depuis 1990, la France a légèrement moins réduit ses émissions que la moyenne européenne, notamment l'Allemagne et le Royaume-Uni, qui ont enregistré des gains récents dans le secteur énergétique. Les émissions territoriales par habitant restent plus faibles en France que la moyenne européenne. Elles sont néanmoins supérieures dans les secteurs des transports et de l'agriculture, reflétant les poids comparés de ces secteurs dans les pays. De fortes disparités sectorielles dans les réductions d'émissions existent en Europe, et la France pourrait s'inspirer des meilleures pratiques, même si aucun pays européen ne se détache par ses progrès dans le secteur crucial des transports. De plus, les émissions importées (nettes des exportations) françaises en CO_2 sont supérieures à la moyenne européenne, pour une empreinte carbone finale qui se rapproche de la moyenne européenne.

En raison du retard accumulé par la France, le rythme actuel de réduction annuelle devra pratiquement doubler, pour atteindre au moins 3,0 % dès 2021 (-13 Mt éqCO_2) et 3,3 % en moyenne sur la période du troisième budget carbone (2024-2028). Le premier budget carbone de la France (2015-2018) a été dépassé de 62 Mt éqCO) cumulées, principalement du fait des émissions des transports et des bâtiments. La révision de la SNBC2 a conduit à un manque d'ambition pour la période 2019-2023. La tranche indicative des émissions pour 2019, qui ne visait que 0,3% de baisse, a été respectée. . Cette transition bas-carbone fait l'objet d'un suivi par les indicateurs du tableau de bord de la SNBC, qui permettent d'accroître la transparence de l'action publique et de garantir sa redevabilité. Ce tableau de bord mériterait cependant d'être renforcé et mis à jour plus régulièrement pour faciliter le pilotage de la mise en

œuvre de la SNBC, ainsi que son utilisation dans la mise en œuvre des plans d'action des ministères demandés par le Premier ministre. Il pourrait, dans la prochaine édition de la SNBC, s'appuyer sur une typologie d'indicateurs complémentaires prenant en compte les transformations physiques, les politiques publiques et enfin les changements des structures collectives de notre société, indispensables à la réussite de la trajectoire vers l'objectif de zéro émission nette.

La pandémie de Covid-19 a eu un impact sans précédent, mais temporaire, sur les émissions mondiales, avec une réduction qui pourrait atteindre 5,9 % en 2020. Cette baisse temporaire des émissions reste sujette à des rebonds – une croissance de 5 % des émissions est attendue pour 2021 – car elle ne reflète pas de changements structurels durables. Par ailleurs, la concentration de CO_2 dans l'atmosphère a continué de s'accroître. Les plans de relance des principales économies mondiales ont insuffisamment intégré des mesures positives pour l'environnement et le climat (17 % pour les seuls pays de l'OCDE). Dans ce contexte, le plan de relance français est bien positionné à l'échelle mondiale, avec un tiers de ses financements dédiés à l'atténuation (28 Mrd €), même si l'essentiel de ses dépenses s'inscrit dans la continuité de l'action actuelle, avec une réduction insuffisante des émissions.

UN SUIVI DES POLITIQUES PUBLIQUES AMÉLIORÉ MAIS TOUJOURS PARTIEL, **DANS UN CADRE EUROPÉEN QUI ENTRAINE UNE HAUSSE DE L'AMBITION**

L'engagement du gouvernement pris début 2020 d'exiger de chaque ministère une feuille de route climat se concrétise trop lentement. Cette avancée positive, déjà saluée par le HCC, permet une appropriation de la SNBC, un meilleur pilotage et un renforcement de la cohérence des politiques publiques. Dix ministères ont été explicitement mobilisés par le Premier Ministre, dont six récemment. Seuls deux d'entre eux, Transition écologique et Économie, finances et relance, ont publié leurs plans d'actions. Le HCC sera particulièrement attentif à la mise en place de ce processus opérationnel, qui devra faire l'objet d'un suivi régulier.

Le suivi du plan de relance grâce à une série d'indicateurs et de cartes régulièrement mis à jour est un effort de transparence notable. S'agissant des sujets propres au climat, seul un tiers des mesures significatives bénéficie de ce suivi. Plusieurs mesures liées aux transports et à l'agriculture y échappent, en dépit de l'importance de ces secteurs et des difficultés rencontrées pour réduire leurs émissions. L'ensemble des mesures significatives concernant les secteurs émetteurs devrait être suivi, tout comme les redéploiements de crédits. Le comité indépendant chargé de l'évaluation doit prendre en compte les enjeux de la transition bas-carbone dans ses travaux. L'analyse des conditionnalités des aides publiques liées au climat appelle à étendre leur application, améliorer leur niveau d'ambition et de cohérence.

S'agissant plus largement de l'évaluation des lois au regard du climat, la situation a peu évolué depuis la publication du dernier rapport du HCC sur le sujet. Les études d'impact restent insuffisantes et ne prennent que marginalement en compte les conséquences environnementales et climatiques des dispositions proposées. Les grandes lois d'orientation du quinquennat n'ont toujours pas bénéficié de l'évaluation prévue un an après leur entrée en vigueur. Le projet de loi climat et résilience marque une amélioration de la qualité de l'étude d'impact, puisque l'ensemble des articles a fait l'objet d'une étude environnementale, et que la majorité de ses articles a été évaluée au regard de la SNBC. Néanmoins, aucun impact climatique global n'a été détaillé, de manière qualitative ou quantitative. L'étude d'impact devra être mise à jour en fin de phase parlementaire et servir pour mieux guider la rédaction des décrets d'application.

Onze des treize régions de métropole ont mis à jour un plan de développement durable (SRADDET), une avancée qui doit progressivement converger avec la stratégie et le calendrier nationaux. Ces plans devront être évalués six mois après la prise de fonction des nouveaux exécutifs régionaux. L'élaboration des plans climat des établissements publics intercommunaux rattrape son retard. Il est essentiel d'articuler l'action territoriale aux objectifs de la SNBC et de la programmation pluriannuelle de l'énergie, alors que des premières études montrent que les résultats des actions menées décrochent par rapport aux prévisions et à la trajectoire zéro émission nette. Il existe un enjeu général d'alignement des documents de planification territoriale sur les documents qui leur sont supérieurs dans la hiérarchie des normes. Il est nécessaire d'améliorer la concertation entre les différents échelons territoriaux et de synchroniser les documents avec la révision avec la SNBC. Les leviers juridiques doivent être utilisés plus systématiquement par les pouvoirs publics pour accélérer la transition bas-carbone, alors que la préoccupation de la population française reste forte pour le climat et l'environnement, en dépit de la pandémie et de ses conséquences socio-économiques.

De son côté, l'Union européenne entend renforcer son ambition en affichant une atteinte de la neutralité carbone d'ici à 2050 et une réduction de ses émissions nettes de gaz à effet de serre de 55 % en 2030. Les engagements des pays européens restent hétérogènes et l'Allemagne a annoncé un objectif de zéro émission nette en 2045. Le Royaume-Uni entend réduire ses émissions de 78 % en 2035. Un rehaussement éventuel de l'objectif 2030 de la France devra être suivi d'un ajustement immédiat des calendriers et des efforts, en particulier dans les secteurs des transports, premier secteur émetteur en France, et de l'agriculture, peu appuyés par les politiques européennes de décarbonation actuelles.

Les politiques mises en œuvre au niveau national doivent répondre au rehaussement de l'ambition européenne. Celui-ci pourrait aussi s'appuyer sur l'élargissement du fonctionnement du marché de crédits carbone européen (SEQE) à de nouveaux secteurs comme les transports et les bâtiments proposé par la Commission européenne. Dans ce cas, il devrait être accompagné de réformes de fonctionnement, notamment la suppression des quotas alloués gratuitement à l'industrie. Les évolutions du marché européen du carbone, qui mettront plusieurs années à produire leurs effets, ne dispenseront pas les États membres de mettre en œuvre des politiques sectorielles, comme une politique plus ambitieuse pour le rail, ou d'établir des mesures permettant de compenser les effets négatifs d'un marché carbone élargi pour les ménages les plus fragiles.

Les financements des investissements climatiques publics et privés sont à planifier sur le long terme. Dans le cadre de la crise sanitaire, l'UE a accru ses moyens d'intervention, partiellement dirigés vers les politiques climatiques. Ces sommes restent modestes à l'échelle européenne et au regard des réformes à engager. Ces efforts doivent être relayés efficacement par les États membres, notamment dans la durée. Dans le contexte de transition, la remise en cause des règles budgétaires du Pacte de stabilité pourrait faciliter les investissements publics de grande ampleur nécessaires à la décarbonation des économies, qui pourraient s'appuyer sur une valeur tutélaire pour le climat, déterminée au niveau européen.

DES PROGRÈS MITIGÉS DANS LES DIVERS SECTEURS ÉMETTEURS GLOBALEMENT **PEU ALIGNÉS AVEC LA TRAJECTOIRE DE RÉDUCTION PRÉVUE PAR LA SNBC.**

Les politiques publiques sont encore insuffisamment alignées sur les 22 orientations sectorielles de la SNBC analysées. Une seule d'entre d'elles voit ses objectifs probablement atteints, trois n'ont pu être évaluées, et six ne sont pas mises en œuvre. Douze d'entre elles correspondent à des politiques qui ne sont que partiellement alignées, avec des incertitudes non négligeables sur leur réalisation.

Les transports restent la première source d'émissions de gaz à effet de serre en France, le seul secteur en hausse entre 1990 et 2019. C'est le cas aussi dans l'ensemble de l'Europe. La croissance de la demande de transport et l'absence de report modal au bénéfice du rail sont les deux principaux facteurs entravant la réduction des émissions. Les évolutions de la réglementation européenne ou française (normes d'émissions de gaz à effet de serre des véhicules, poids) ne permettent pas d'atteindre les objectifs de 2030. Les engagements pris en contrepartie du plan de relance sont insuffisants et peu contraignants. Les leviers des changements structurels identifiés ne sont pas activés. **Globalement, les politiques publiques de la mobilité ne sont pas assez alignées avec les orientations de la SNBC.**

Dans le secteur des bâtiments, la baisse des émissions, continue depuis 2015, nécessite d'être accélérée pour être en phase avec le rythme prévu par la SNBC. L'interdiction des chaudières au fioul, qui a été retardée, devra être consolidée pour faciliter une évolution vers une décarbonation totale des modes de chauffage. La refonte du DPE, nécessaire compte tenu de sa place centrale dans la politique de rénovation énergétique, est cependant insatisfaisante. La notion de « Bâtiment basse consommation » et la portée de la rénovation des passoires énergétiques y sont affaiblies. Les moyens prévus par le plan de relance doivent être accrus, consolidés à plus longue échéance et utilisés plus efficacement, afin de contribuer à l'émergence d'une filière créatrice d'emplois. **La mise en œuvre des orientations de la SNBC pour le secteur bâtiments est contrastée.**

Les émissions du secteur de l'industrie ont diminué de 41 % depuis 1990, avec un rythme réduit sur la dernière décennie. Depuis 2010, la baisse provient en partie de l'amélioration des procédés de production à travers des gains d'efficacité énergétique dans les procédés de fabrication et de la décarbonation de l'énergie. La décarbonation du secteur et de ses multiples sous-secteurs est complexe et ne saura éviter des émissions résiduelles. Plusieurs mesures en faveur du climat, principalement issues du plan de relance, ont été mises en œuvre, mais c'est aussi le cas de

nouvelles mesures favorables aux combustibles fossiles, qui auront quant à elles un impact défavorable. **L'ensemble des politiques publiques de l'industrie n'est que partiellement aligné avec les orientations de la SNBC.**

Dans le **secteur agricole**, les réductions d'émissions sont faibles par rapport aux autres secteurs émetteurs : **9 % depuis 1990**. Les émissions de méthane représentent les deux-tiers des émissions nationales de ce gaz et diminuent à la suite de la réduction de la taille du cheptel et de l'utilisation des effluents d'élevage dans des fermenteurs. La France a moins réduit ses émissions agricoles depuis 1990 que ses principaux voisins européens. Le rythme de réduction reste insuffisant à l'aune des objectifs de la SNBC. Par ailleurs, il faut réduire l'écart entre l'évaluation des puits de carbone actuellement comptabilisés par les inventaires nationaux et ceux prévus par la SNBC (qui leurs sont supérieurs de 20 %). La diminution de l'absorption de CO_2 de la forêt française et des prairies, la poursuite de l'artificialisation des sols sont en cause. La déforestation importée ainsi que la dégradation des forêts mondiales sont également à l'origine d'un déstockage massif de carbone au niveau mondial. L'Union européenne est le deuxième acteur mondial de cette déforestation importée après la Chine, et la France y contribue à travers ses importations de soja pour l'alimentation animale et d'huile de palme pour le biodiesel. Du côté des politiques publiques, la réforme de la Politique agricole commune (PAC) est actuellement le sujet central. Plusieurs pistes existent pour renforcer la contribution de la PAC à l'action climatique. En complément des politiques nationales, l'action européenne doit contribuer à pratiquer un stockage de carbone aussi élevé que possible dans les sols agricoles, la biomasse et les forêts, à éviter la déforestation importée, à accélérer la baisse des émissions de méthane résultant de l'élevage et de protoxyde d'azote liées à l'usage des engrais. Les acteurs des filières doivent s'engager et être accompagnés, tant pour l'atténuation que pour l'adaptation. **Globalement, les politiques publiques ne sont pas assez alignées avec les orientations de la SNBC.**

Les émissions liées à la transformation d'énergie ont diminué de 46 % depuis 1990, en particulier sur la dernière décennie. La diminution s'est poursuivie avec une baisse de 5,6 % en 2019. Environ la moitié des émissions sont liées à la production d'électricité et un cinquième au raffinage du pétrole. La baisse des émissions entre 1990 et 2019 s'est faite principalement grâce au développement du nucléaire, à une substitution progressive du gaz au charbon et aux produits pétroliers, puis plus récemment des énergies renouvelables, et à l'amélioration de l'efficacité énergétique. Les émissions françaises pour l'énergie restent, par habitant, nettement inférieures à la moyenne de l'UE, mais le rythme de baisse reste dans la moyenne européenne. Ces efforts de décarbonation doivent être renforcés par des politiques de sobriété des usages et de la consommation, et une vision stratégique capable d'orienter les investissements, notamment vers le déploiement des énergies renouvelables. **Plusieurs options existent pour décarboner le secteur au-delà de sa trajectoire indicative retenue par la SNBC.**

ALORS QUE LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE AFFECTENT DÉJÀ LE TERRITOIRE NATIONAL, LA MISE EN ŒUVRE DE L'ADAPTATION DOIT ÊTRE ACCÉLÉRÉE, **PLANIFIÉE ET LES POLITIQUES EXISTANTES DOIVENT ÊTRE MISES EN COHÉRENCE**

Les deux-tiers de la population française sont déjà fortement ou très fortement exposés au risque climatique. L'adaptation au changement climatique ne peut plus se réduire à des réponses ponctuelles et réactives mais doit devenir transformationnelle et proactive, pour anticiper sur la poursuite des conséquences du changement climatique qui sort des plages de variabilité naturelle et dont les effets sont déjà visibles. Le changement climatique se caractérise par des modifications de l'intensité et de la fréquence des extrêmes météorologiques et climatiques, mais également de la récurrence d'événements d'intensité moyenne, de leur date d'apparition, de leur localisation et de leurs interactions. Ces tendances vont se poursuivre en fonction du niveau de réchauffement.

Il est indispensable de se doter d'outils robustes et fiables pour identifier et mesurer les impacts du changement climatique et permettre le développement de services climatiques coordonnés. L'analyse des risques demande de regarder les évolutions les plus notables dans la distribution des processus hydro-climatiques. Elles doivent être mises en regard de l'occupation des sols, notamment les littoraux, des vallées fluviales ou des montagnes. Le réchauffement climatique aura des impacts sur les conditions de vie et de travail, la santé, le niveau de vie ou le bien-être. Il se traduira pour les surfaces terrestres par une dégradation en quantité ou en qualité des ressources en eau et en biodiversité. Il affectera également les biens et les infrastructures. Il pèsera enfin sur la stabilité financière avec la perte de valeur de certains actifs, par exemple en agriculture.

L'adaptation vise à limiter les impacts négatifs d'un climat qui change. Le risque climatique est dynamique : aléa, vulnérabilité et exposition sont en évolution permanente, et en interaction avec les réponses apportées. Ces réponses ne doivent donc pas accroître le risque et conduire à une mal-adaptation qui accroîtrait les émissions de gaz à effet de serre. Les solutions doivent être elles-mêmes adaptables, et donc régulièrement évaluées. Les mesures flexibles, pouvant être revues et modifiées, sont donc à privilégier. Elles peuvent être ponctuelles et incrémentales. Mais l'objectif est qu'elles soient systémiques et finalement transformatives. L'enjeu premier est de passer de réponses réactives, sectorielles, définies au cas par cas, à une logique proactive, préventive et participative, qui apporte des co-bénéfices pour la réduction des émissions. L'adaptation doit conduire à la résilience du système considéré, sachant que cette résilience n'est pas toujours synonyme d'amélioration. L'adaptation est donc une question politique et éthique, qui interroge sur ce que la société souhaite protéger.

Adaptation et atténuation sont toutes deux indispensables et complémentaires. Il n'est pas possible de continuer à émettre des gaz à effet de serre en pensant qu'il sera possible de s'adapter à n'importe quel niveau de changement climatique. Les synergies entre atténuation et adaptation sont nombreuses, même si elles ne sont pas systématiques. Leurs interactions doivent être anticipées afin d'être optimisées. Les inégales capacités d'adaptation doivent aussi être prises en compte, dans une optique de transition juste. Il est notamment nécessaire de considérer les liens entre inégalités socioéconomiques et territoriales et vulnérabilité différentielle aux aléas. Il faut aussi arbitrer entre indemnisation et non-indemnisation et poser la question de la responsabilité financière de ceux qui se sont exposés aux risques en pleine conscience, alors même que tous les dommages ne sont pas indemnisables. Ces questions n'ont pas été abordées dans le projet de loi climat et résilience.

L'adaptation fait l'objet de nombreux textes internationaux, européens et nationaux, mais les stratégies, référentiels ou plans correspondants restent généralement peu directifs. En France, le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) a défini avec l'ensemble des parties prenantes une soixantaine d'actions disparates, qui gagneraient à définir une trajectoire plus ambitieuse. Au niveau local, l'adaptation est traitée de façon inégale. Comme au niveau national, elle relève de plusieurs champs d'action (gestion de crise et d'urgence, prévention, protection, préparation, relèvement post-crise et capacité d'apprentissage), tout en s'appuyant sur des transformations incrémentales et structurelles au sein des territoires. Chaque échelon territorial a un rôle à jouer. Les instruments et leviers sont multiples et doivent reposer sur un lien renforcé entre aménagement et adaptation, dépasser les approches en silos et se projeter à différentes échelles temporelles et spatiales. Pour mettre en cohérence l'ensemble des outils et des actions entre les territoires et les divers échelons, offrir une vision à long terme en garantissant la continuité de l'action et intégrer les enjeux de transition juste, **une stratégie nationale d'adaptation au changement climatique doit être élaborée, dotée d'objectifs quantifiés et de délais précis, en identifiant des secteurs prioritaires avec l'ensemble des parties prenantes et des territoires.**

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

1. CLARIFIER DES POLITIQUES PUBLIQUES ENCORE PEU LISIBLES.

- Les mesures en place et les calendriers de décarbonation actuels orientent insuffisamment les investissements faute de perspectives suffisamment claires et stables à moyen et long terme. Parallèlement, les horizons temporels des mesures contraignantes doivent être rapprochés pour engager plus clairement les secteurs émissifs sur la trajectoire de la SNBC. Par exemple, la date d'arrêt de vente des véhicules thermiques pourrait être avancée à 2030 comme au Royaume-Uni. Les malus sur le poids des véhicules devraient s'appliquer plus rapidement à des catégories de véhicules significatives. La sortie des énergies fossiles pour le chauffage des bâtiments devrait être annoncée, ou les exemptions de taxes sur le fioul, notamment à usage agricole, levées. Un rehaussement de l'ambition de la France pour 2030, qui découlera d'une ambition européenne renforcée, sera l'opportunité de s'inscrire dans cette trajectoire. Les réformes européennes en cours et l'élaboration de la SNBC3 en France doivent se combiner pour établir une trajectoire claire et significative du prix du carbone.

2. FINALISER SANS ATTENDRE LES DOCUMENTS STRATÉGIQUES ET LES FAIRE CONVERGER PROGRESSIVEMENT VERS LES OBJECTIFS NATIONAUX.

- L'élaboration en cours de plans d'actions par ministères et de stratégies de décarbonation des filières, ainsi que les plans de développement durable des collectivités territoriales, devrait permettre à l'ensemble des acteurs publics et privés de s'approprier les enjeux de décarbonation. Ils doivent maintenant être complétés en établissant les budgets nécessaires à leur réalisation et en y affectant des ressources. Ils doivent s'aligner sur les objectifs de la SNBC et faire converger progressivement la France et ses territoires vers l'atteinte des objectifs climatiques.

3. PÉRENNISER LES AIDES ET INVESTISSEMENTS INSCRITS AU SEIN DES PLANS DE RELANCE QUI CONTRIBUENT AUX CHANGEMENTS STRUCTURELS BAS-CARBONE.

- Ces investissements (rénovation des bâtiments, développement des transports en commun, développement de l'hydrogène décarboné, etc.) sont indispensables à la transition bas-carbone. Les inscrire dans la continuité des plans de relance permettrait de rassurer les investisseurs et de créer de nouvelles filières et de nouveaux emplois. Les règles budgétaires européennes devraient aussi être revues pour faciliter les dépenses durables liées à la transition. Les filières en reconversion bas-carbone doivent être accompagnées et les co-bénéfices, pour la santé notamment, valorisés.

4. AMÉLIORER LES PROCESSUS D'ÉVALUATION ET DE SUIVI DES POLITIQUES PUBLIQUES, ENCORE INSUFFISANTS MALGRÉ DES EFFORTS RÉCENTS.

- Les études d'impact doivent permettre d'estimer la contribution (positive ou négative) des lois à l'atteinte des objectifs climatiques afin d'orienter les mesures et décrets associés. Des évolutions positives sont à souligner concernant le suivi des mesures du plan de relance, mais l'ensemble du processus d'évaluation ne permet pas encore de bien piloter la trajectoire. Un suivi régulier permettrait de disposer de retours d'expérience rapides et de comparer les meilleures pratiques des politiques nationales et sectorielles entre régions et entre pays voisins.

5. INTÉGRER SYSTÉMATIQUEMENT L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LES POLITIQUES AUX ÉCHELONS NATIONAL ET TERRITORIAUX.

- Les impacts d'un climat qui change se font déjà sentir et vont s'accentuer, même si les objectifs de l'accord de Paris sont atteints. Il faut donc se préparer, en identifiant les impacts à l'échelle locale et en élaborant de manière interministérielle, avec les parties prenantes et les territoires, une stratégie nationale d'adaptation cohérente avec la SNBC. Celle-ci doit proposer des objectifs quantifiés précis, des jalons temporels et des indicateurs de progression, en identifiant des secteurs prioritaires (par exemple eau, agriculture, forêt, assurance-risque, tourisme).

1. ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS EN FRANCE ET DANS LE MONDE

1.1 ÉVOLUTIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE EN FRANCE

Les dernières données de l'inventaire national[1] remis à la Convention cadre des Nations unies pour le changement climatique (CCNUCC) permettent de revenir sur l'analyse des émissions de gaz à effet de serre (GES) pour l'année 2019. Un écart notable est observé entre les données provisoires d'émissions 2019 utilisées dans le rapport annuel 2020 (baisse de -0,9 % par rapport à 2018) et les données consolidées d'émissions 2019 analysées dans le présent rapport (baisse de -1,9 % par rapport à 2018). Il s'explique par certaines limites inhérentes à l'utilisation de données provisoires. D'une part, l'estimation préliminaire[2] sur l'année n-1 n'intègre pas de données relatives à 2019 sur l'agriculture et les gaz fluorés, deux secteurs qui ont connu des baisses importantes en 2019. D'autre part, la mise à jour et consolidation des estimations portant sur les déchets et l'électricité a donné lieu à des écarts non négligeables par rapport à ce qui avait été anticipé. **Pour ce rapport annuel et les suivants, l'analyse détaillée des émissions de la France portera dorénavant sur l'année n-2, pour laquelle des données d'émissions consolidées sont à disposition.** L'estimation de l'année n-1 étant fondée sur des approximations partiellement disponibles, elle sera plus brièvement commentée.

1.1.1 LA TENDANCE À LA BAISSE DES ÉMISSIONS TERRITORIALES SE POURSUIT

Sur la base du dernier inventaire national remis à la CNUCC en avril 2021, pour l'année 2019 (cf. figure 1.1) :

- **Les émissions de gaz à effet de serre territoriales de la France (hors UTCATF) sont estimées en 2019 à 436 Mt éqCO_2.** Cette estimation est associée à une incertitude (cf. annexe 1.1) de 11,5 % équivalent à +/- 50 Mt éqCO_2.
- **Rapporté à la population, cela équivaut à 6,5 t éqCO_2 par habitant.**
- **Le secteur des transports reste le premier secteur émetteur, suivi de l'industrie, de l'agriculture et des bâtiments.** Ces quatre secteurs représentent 87 % des émissions nationales.
- **Les émissions territoriales sont composées à 75 % de CO_2, 13 % de CH_4, 9 % de N_2O et 3 % de gaz fluorés.**
- **Ces émissions sont en partie compensées par l'effet puits de carbone** net de l'utilisation des terres et des forêts (UTCATF). Avec l'UTCATF, les émissions territoriales de la France sont estimées à 405 Mt éqCO_2 en 2019, avec une incertitude de 12,8 % équivalent à +/- 52 Mt éqCO_2.

Des changements méthodologiques importants ont été apportés dans la dernière édition de l'inventaire national pour le rapprocher des données de consommation du bilan énergétique réalisé par le ministère de la Transition écologique. Des émissions ont été transférées du secteur des bâtiments, qui apparaît donc moins émetteur, vers celui de l'industrie, concernant l'autoconsommation énergétique de certaines branches.

Par rapport à 1990, les émissions territoriales de la France (hors UTCATF) ont diminué de 19,9 % en 2019, (entre 17,9 % et 21,9 %, avec l'incertitude) (cf. figure 1.2). **La France poursuit ainsi la baisse de ses émissions territoriales et atteint son niveau historique.** Après avoir globalement stagné entre 1990 et 2005, les émissions de la France ont régulièrement baissé depuis 2005, à l'exception de quelques irrégularités liées à une variation des émissions à la baisse - hivers particulièrement doux (2011, 2014), effet de la crise financière de 2008 - ou à la hausse - moindre disponibilité du parc nucléaire (2017) (voir figure 1.3).

Figure 1.1 – D'où proviennent **les émissions de la France en 2019 ?**

Les émissions territoriales de gaz à effet de serre de la France sont estimées à 436 Mt éqCO_2 pour 2019.

Transports = 136 Mt éqCO_2

- **53 %** – Voitures
- **25 %** – Poids lourds
- **15 %** – Véhicules utilitaires
- **4 %** – Avions (vols intérieurs)
- **3 %** – Autres (maritime, deux roues, ferroviaire, fluvial)

Industrie = 84 Mt éqCO_2

- **26 %** – Chimie
- **23 %** – Matériaux de construction
- **23 %** – Métallurgie
- **13 %** – Agroalimentaire
- **15 %** – Autres

Agriculture = 83 Mt éqCO_2

- **48 %** – Élevage
- **40 %** – Culture
- **12 %** – Engins agricoles et chauffage des serres

Bâtiments = 75 Mt éqCO_2 (79 Mt éqCO_2 après correction des variations météorologiques)

- **61 %** – Logement
- **39 %** – Tertiaire

Transformation d'énergie = 42 Mt éqCO_2

- **47 %** – Électricité
- **21 %** – Raffinage du pétrole
- **9 %** – Chauffage urbain
- **23 %** – Autres

Déchets = 15 Mt éqCO_2

- **83 %** – Stockage des déchets
- **17 %** – Autres

Les émissions territoriales sont en partie réduites par l'effet puits de carbone net lié à l'utilisation des terres et forêts (UTCATF).

UTCATF = -31 Mt éqCO_2

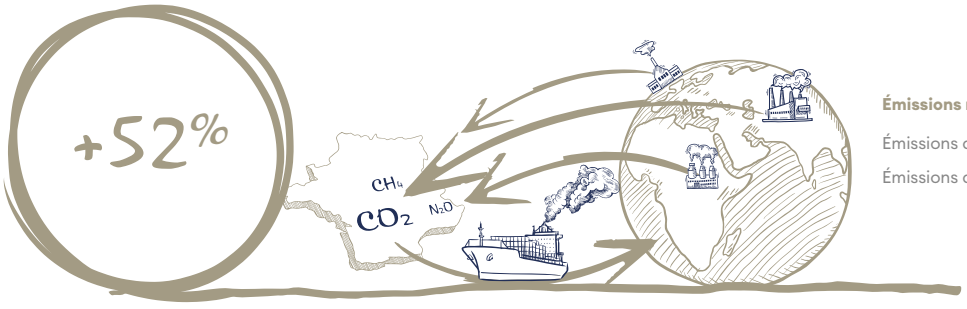
-51 Mt éqCO_2 : Gestion des forêts

+20 Mt éqCO_2 : Changements d'usage des sols et évolution des stocks de carbone à même usage des sols (terres cultivées, boisement, artificialisation, retournement de prairies, etc.)

En plus des émissions territoriales, la France est responsable d'une partie des émissions liées aux transports internationaux et son empreinte carbone comporte les émissions liées aux importations. Ces émissions sont comparées au total des émissions territoriales (436 Mt éqCO_2).

Transports internationaux = 24 Mt éqCO_2

- **77 %** – Aérien international
- **23 %** – Maritime international

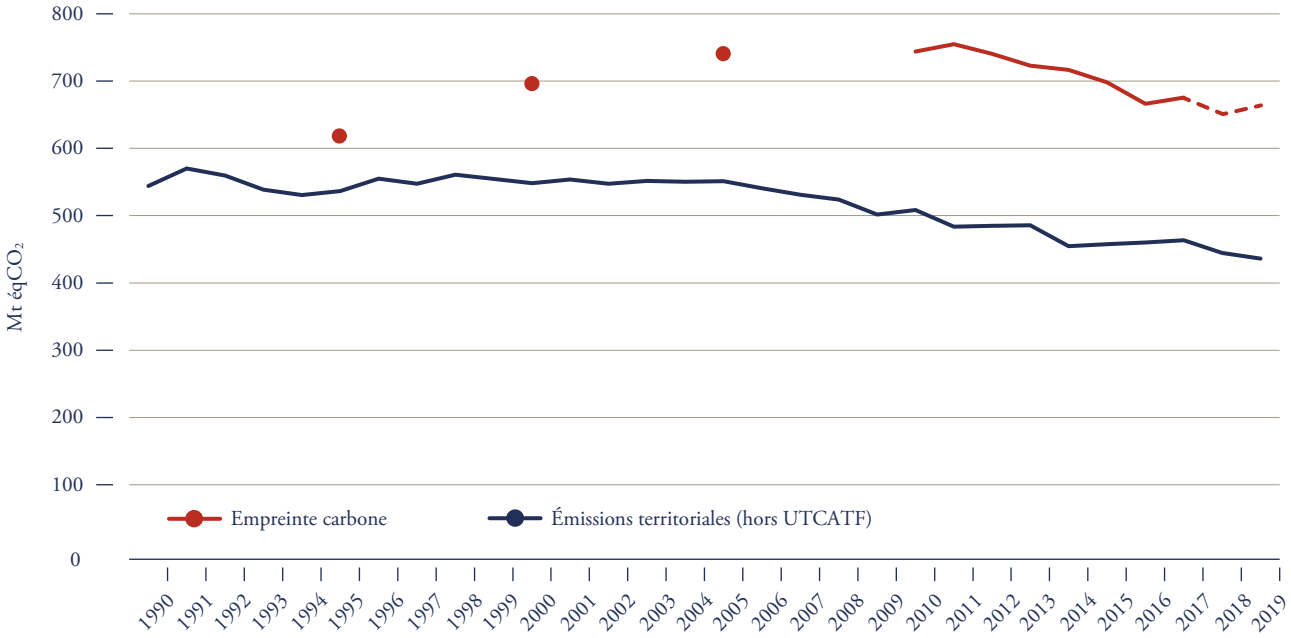


Émissions nettes importées = 227 Mt éqCO_2

Émissions associées aux importations : **+357 Mt éqCO_2**

Émissions associées aux exportations : **-130 Mt éqCO_2**

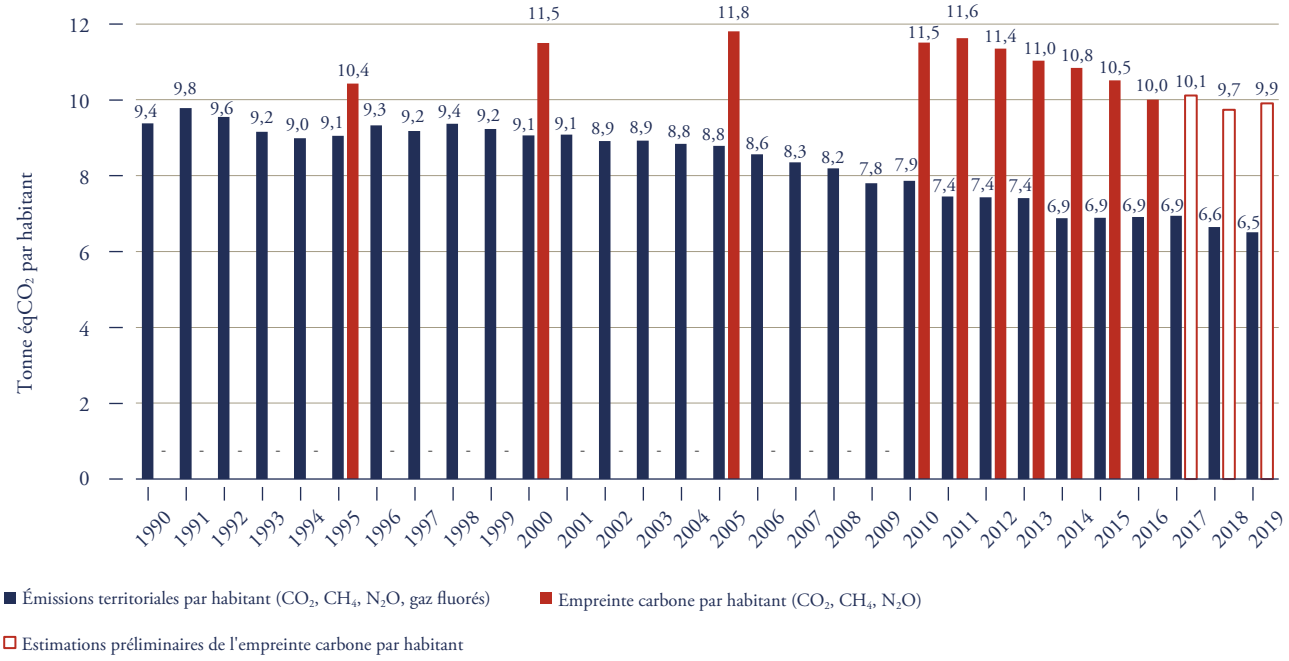
Figure 1.2 – Émissions territoriales de gaz à effet de serre (hors UTCATF)
et empreinte carbone de la France entre 1990 et 2019



NB : Les données d'empreinte 2017-2019 correspondent à des émissions préliminaires résultant d'extrapolations

Source : Citepa (avril 2021 - Format SECTEN), SDES (2020)

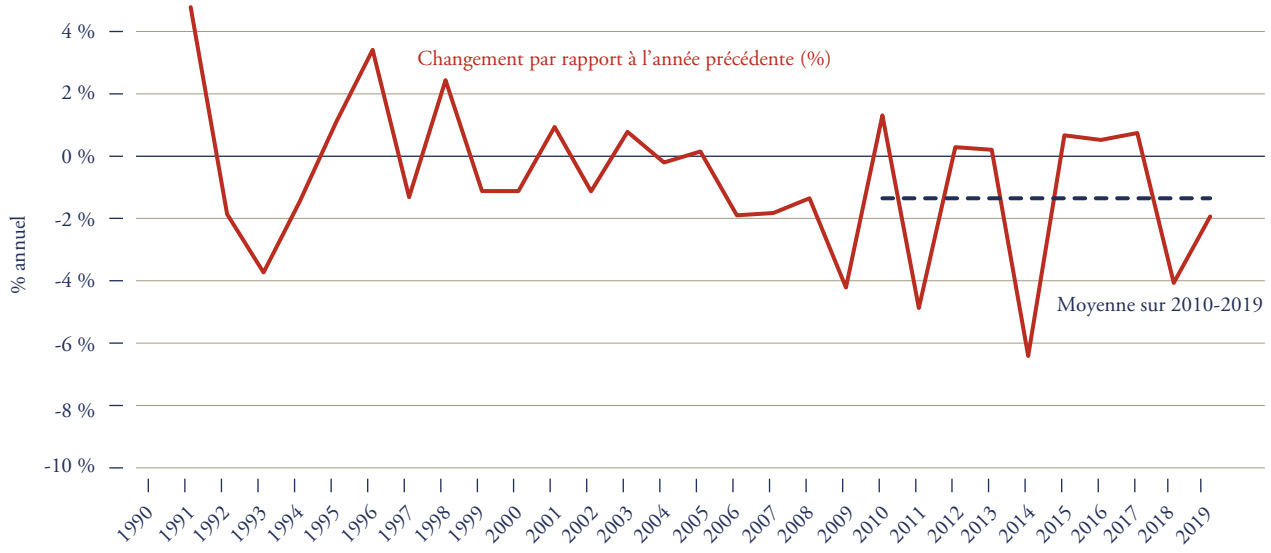
Figure 1.3 – Émissions territoriales de gaz à effet de serre (hors UTCATF)
et empreinte carbone de la France entre 1990 et 2019



NB : Les données d'empreinte 2017-2019 correspondent à des émissions préliminaires résultant d'extrapolations

Source : Traitements HCC d'après Citepa (avril 2021 - Format SECTEN), SDES (2020).

Figure 1.4 – Évolution annuelle des émissions **de la France depuis 1990**



Source : Traitements HCC d'après Citepa, avril 2021 - Format SECTEN.

La figure 1.4 montre l'évolution des trajectoires par secteur émetteur et par gaz. Par gaz, les émissions de CO_2 et de CH_4 ont globalement suivi la trajectoire des émissions totales de GES territoriales depuis 1990 (-18,0 % et -18,2 % respectivement), quand celles de N_2O ont davantage diminué (-40,9 %). Au sein des gaz fluorés, les HFC ont triplé (+221,5 %) et ont plus que compensé la baisse des PFC (-88,1 %).

Sur la période du premier budget carbone (2015-2018), des progrès ont été réalisés dans les secteurs des bâtiments, de l'industrie et de l'énergie quand l'agriculture et les transports ont vu leurs émissions stagner. Des efforts ont été constatés dans le secteur des bâtiments et de l'énergie avec une baisse moyenne respective de 2,2 % et 2,8 % par an des émissions sur la période 2015-2018 par rapport à 2011-2014. Des améliorations sont aussi observées dans le secteur de l'industrie mais moins importantes (-1,3 % par an en moyenne). Peu de progrès ont eu lieu dans le secteur de l'agriculture (-0,2 % par an en moyenne) et des transports (0,0 % par an en moyenne). Les trajectoires sectorielles sont plus largement décrites dans le chapitre 3.

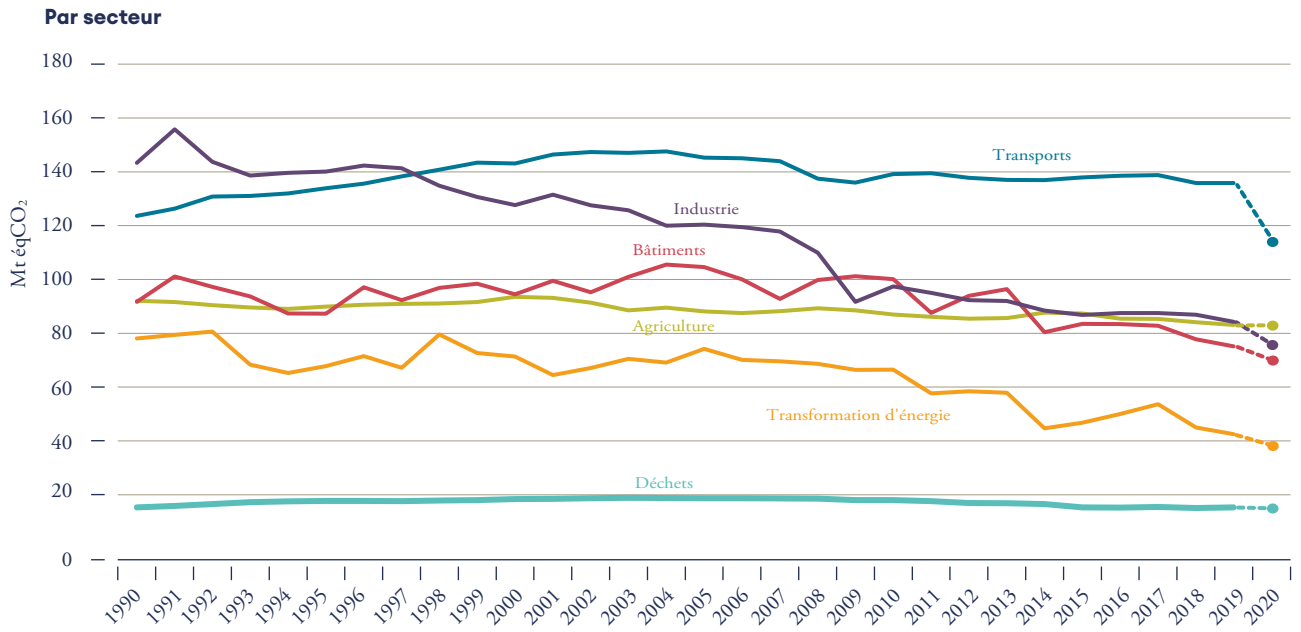
Par rapport à 2018, les émissions territoriales de la France (hors UTCATF) ont diminué en 2019 de 8,6 Mt CO_2, soit -1,9 %, (incertitude : entre -4,1 % et +0,3 %). **Cette baisse est supérieure à la baisse moyenne de 1,1 % par an observée sur la période du premier budget carbone (2015-2018) par rapport à 2011-2014, et légèrement plus forte que la moyenne de la tendance observée sur la décennie** (cf. figure 1.3). **Cette baisse s'explique principalement par une baisse des émissions dans les secteurs des bâtiments, de l'industrie et de la transformation d'énergie** (voir figure 1.5).

- **Dans le secteur des bâtiments, les émissions ont baissé de 2,7 Mt éqCO_2 ou 3,4 % en 2019 par rapport à 2018** (cf. chapitre 3.2). La baisse est plus importante dans le résidentiel (-1,6 Mt éqCO_2) que dans le tertiaire (-1,0 Mt éqCO_2), mais ces deux sous-secteurs ont vu leurs émissions baisser au même rythme par rapport à leur niveau de 2018 (-3,4 % respectivement). Après correction des variations météorologiques, la baisse des émissions des bâtiments est plus importante, estimée à 3,0 Mt éqCO_2 ou 3,6 % par rapport à 2018. La baisse des émissions liées au chauffage des bâtiments résidentiels s'explique notamment par une baisse des volumes de fioul domestique consommés (-7 %) et dans une moindre mesure de gaz naturel (-2 %)[3], dans un contexte où les besoins en chauffage liés à un hiver plus rigoureux étaient légèrement plus élevés en 2019 qu'en 2018. Dans le tertiaire, la baisse s'explique principalement par une baisse des gaz fluorés.

- **Dans le secteur de l'industrie, les émissions ont baissé de 2,6 Mt éqCO_2 ou 3,0 % en 2019 par rapport à 2018** (cf. chapitre 3.3). Cette baisse s'explique pour plus de la moitié par la métallurgie des métaux ferreux (-1,5 Mt éqCO_2), suivi dans une moindre mesure de la chimie (-0,4 Mt éqCO_2), ainsi que les biens d'équipements, l'agroalimentaire et la métallurgie des métaux non ferreux (-0,2 Mt éqCO_2 respectivement).

- **Dans le secteur de la transformation d'énergie, les émissions ont baissé de 2,5 Mt éqCO_2 ou 5,6 % en 2019 par rapport à 2018** (cf. chapitre 3.5). Cette baisse s'explique pour plus de la moitié par la production d'électricité (-1,3

Figure 1.5 – Évolution sectorielle des émissions de gaz à effet de serre
de la France depuis 1990 (hors UTCATF)

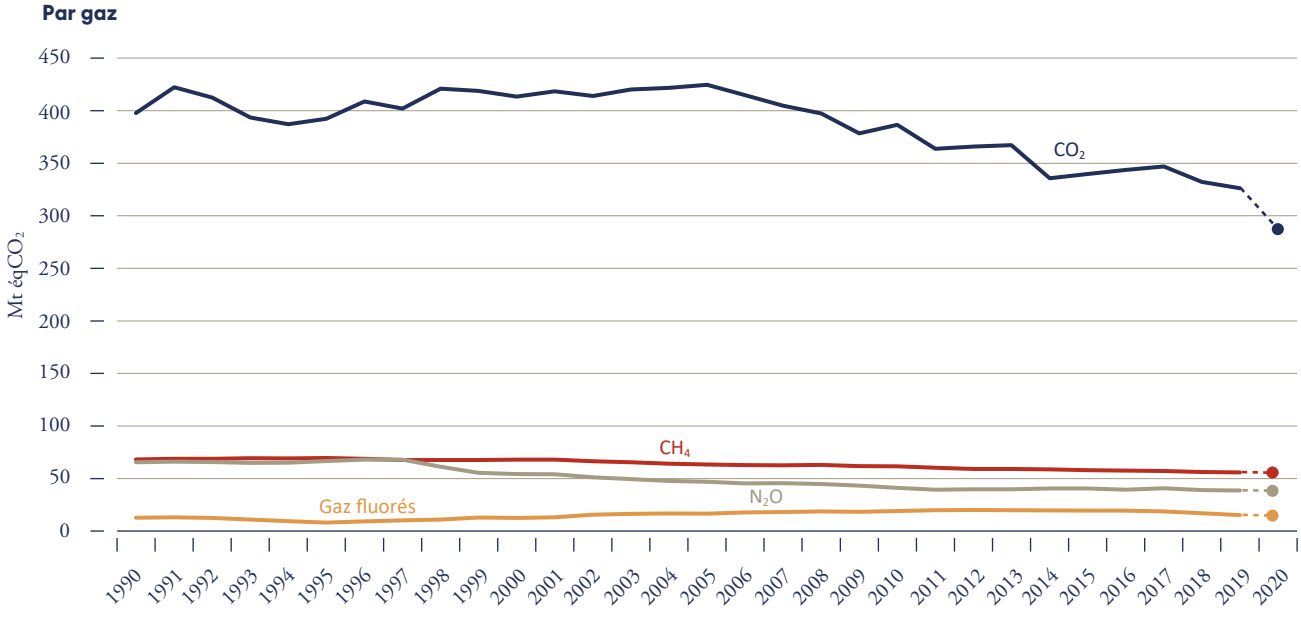


Note : Les données d'émissions 2020 correspondent à des émissions préliminaires produites par le Citepa. Les données sur la période 1990-2019 sont consolidées.

Source : Citepa, avril 2021 - Format SECTEN

Mt éqCO_2), suivi du raffinage du pétrole (-0,4 Mt éqCO_2) et du chauffage urbain (-0,3 Mt éqCO_2). Dans la production d'électricité, l'année 2019 est marquée par une moindre utilisation du charbon (-71,9 % de production, -4,1 Mt CO_2) compensée en partie par une hausse du gaz (+23,8 % de production, +2,8 Mt CO_2) dans un contexte de hausse de la production d'électricité d'origine thermique à combustible fossile (+9,8 % de production)[4]. Le moindre recours au charbon est lié à la forte baisse du cours du gaz en 2019 qui favorisa les

Figure 1.6 – Évolution par gaz des émissions de gaz à effet de serre
de la France depuis 1990 (hors UTCATF)



Note : Les données d'émissions 2020 correspondent à des émissions préliminaires produites par le Citepa. Les données sur la période 1990-2019 sont consolidées.

Source : Citepa, avril 2021 - Format SECTEN.

centrales à gaz ainsi qu'à la hausse continue du cours des quotas européens de CO_2.

- **Dans le secteur de l'agriculture, les émissions ont baissé de 1,0 Mt éqCO_2 ou 1,2 % en 2019 par rapport à 2018** (cf chapitre 3.4). La baisse est plus forte dans l'élevage (-0,7 Mt éqCO_2) que la culture (-0,3 Mt éqCO_2). La baisse du CH_4 constatée est principalement liée à la baisse du cheptel bovin (-2,4 % entre 2018 et 2019). La baisse du N_2O s'explique par une baisse de l'azote minéral épandu (-1,8 % entre 2018 et 2019) et la baisse du cheptel bovin. Cette baisse est en partie contrebalancée par une hausse de l'azote apporté par les résidus de culture en lien avec la hausse de production en céréales entre 2018 et 2019 (+16 % en blé, + 22 % en orge). La baisse du CO_2 est principalement liée à la diminution des amendements de calcaire et de dolomie.

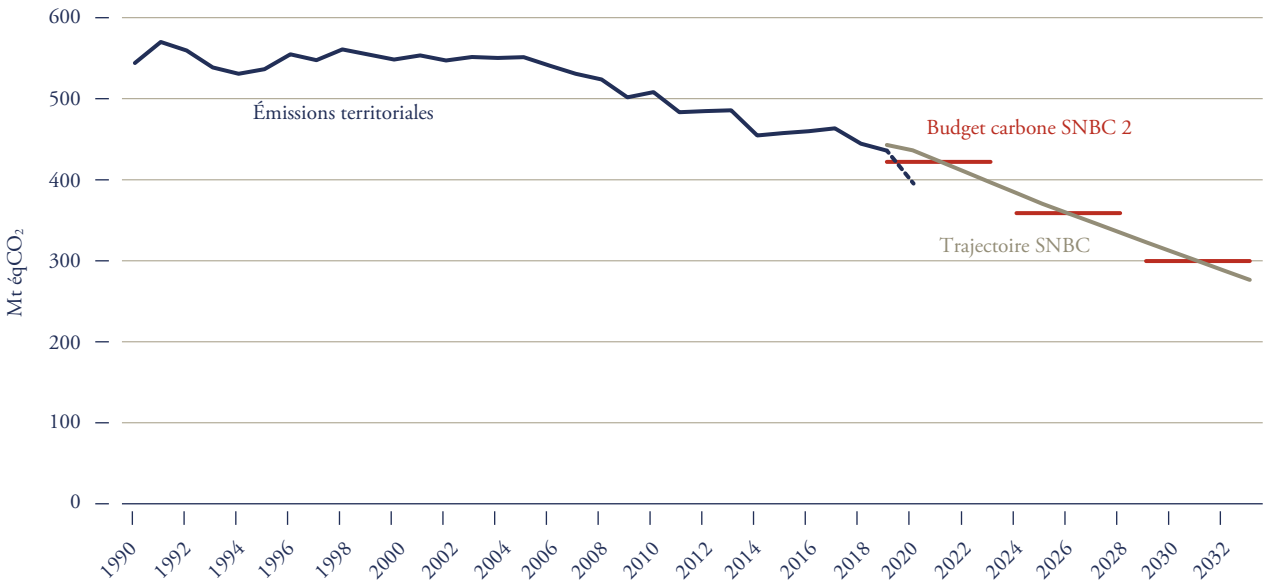
- **Dans le secteur des transports, les émissions ont stagné en 2019 (0,0 Mt éqCO_2)** (cf. chapitre 3.1). Cette stagnation masque une baisse des émissions des poids lourds (-0,5 Mt éqCO_2) compensée par une hausse des émissions des véhicules utilitaires (+0,5 Mt éqCO_2). Le transport aérien national a légèrement augmenté (+0,1 Mt éqCO_2). En 2019, compte-tenu des évolutions de trafics, la consommation totale de gazole par la route diminue pour la seconde année consécutive (- 1,5 % en 2019 et - 1,7 % en 2018) tandis que la consommation d'essence progresse vivement (+ 6,1 % en 2019 après + 4,7 % en 2018).

- **Dans le secteur des déchets, les émissions ont augmenté de 0,2 Mt éqCO_2 ou 1,6 % en 2019 par rapport à 2018.** La hausse s'explique principalement par le stockage des déchets.

- **Par type de gaz à effet de serre, la baisse des émissions en 2019 par rapport à 2018 s'explique principalement par une baisse des émissions de CO_2 (70 % de la baisse) et des gaz fluorés (20 % de la baisse)**, et de manière secondaire une baisse des émissions de CH_4 et N_2O (5 % de la baisse respectivement). **La baisse de 1,7 Mt éqCO_2 des émissions de gaz fluorés** est liée à l'application de dispositions réglementaires, en particulier sur les aérosols techniques, le froid commercial et la climatisation des véhicules. Il s'agit d'une baisse structurelle, résultant des effets de l'amendement de Kigali au protocole de Montréal. Les gaz fluorés représentant 4 % des émissions territoriales de la France en 2019, le potentiel de baisse sur le total des objectifs de réduction de la France est néanmoins limité.

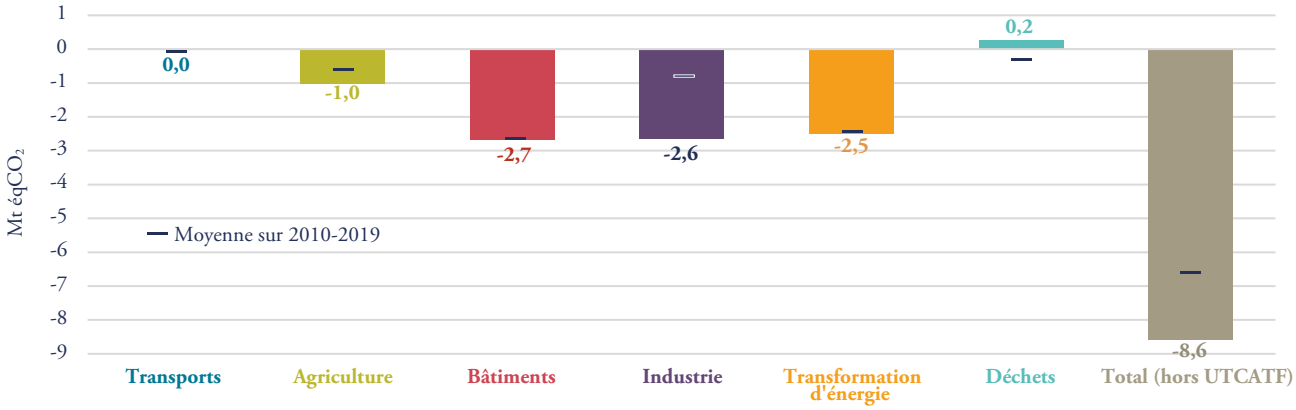
- **Dans le secteur UTCATF, les émissions ont stagné en 2019 (0,0 Mt éqCO_2).** Cette stagnation masque une hausse de la capture de carbone dans les forêts (-0,4 Mt éqCO_2) compensée notamment par un déstockage de carbone dans les terres cultivées (+0,3 Mt éqCO_2). Faute de données disponibles récentes, cette évolution 2019 repose sur des estimations provisoires restant à confirmer.

Figure 1.7 – Émissions de gaz à effet de serre en France
depuis 1990 et trajectoires SNBC (hors UTCATF)



Source : Citepa, avril 2021 - format Secten ; SNBC2.

Figure 1.8 – Évolution sectorielle des émissions de gaz à effet de serre
de la France en 2019 par rapport à 2018 (hors UTCATF)



Source : Traitements HCC d'après Citepa, avril 2021 - format Secten.

Encadré 1.1

Des émissions 2020 fortement marquées par l'effet des mesures de confinement et l'hiver le plus chaud connu depuis le début du 20ème siècle

En 2020, les émissions territoriales sont provisoirement estimées à 396 Mt éqCO_2. Elles auraient diminué de 9 % par rapport à 2019 et de 27 % par rapport à 1990. **Le baromètre mensuel[5] du Citepa précise que** les émissions auraient diminué de manière homogène tout au long de l'année, avec un écart plus marqué pendant les périodes de confinement - **avril, mai et novembre - qui s'explique en majeure partie par une baisse des émissions dans le secteurs des transports, suivi de l'industrie (cf. figure 1.5). Si la majorité de cette baisse peut être attribuée aux mesures liées à la Covid-19, cela rend plus délicat de discerner l'effet des politiques d'atténuation**.

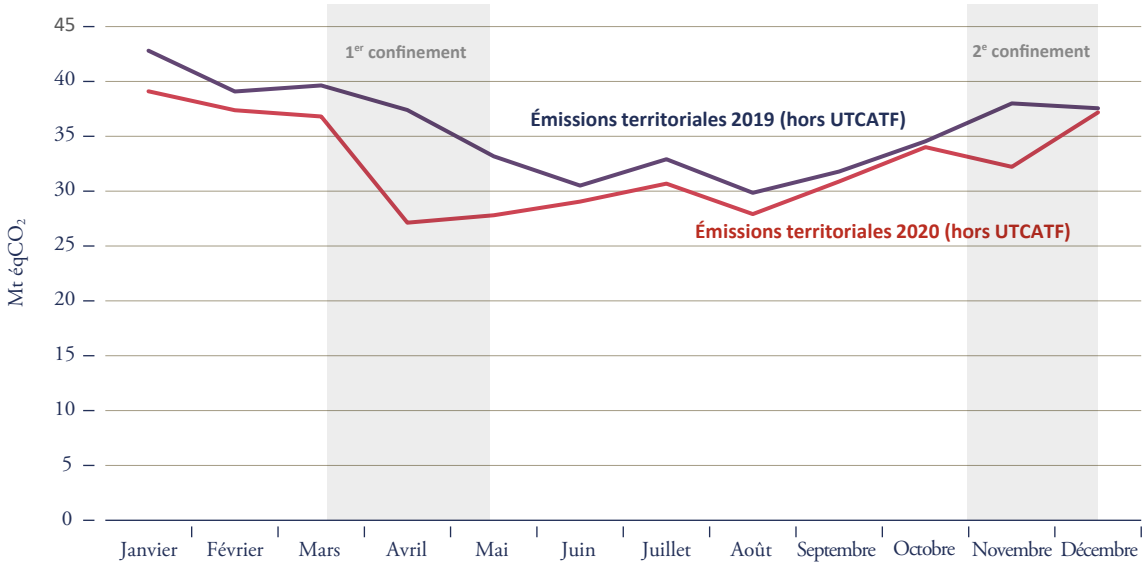
En comparaison avec 2019, les émissions sont globalement moins importantes sur l'ensemble des mois de l'année 2020. Une baisse est observée dès janvier et février dans les secteurs de la transformation d'énergie et des bâtiments, qui s'explique notamment par un hiver particulièrement doux[a] – **le plus chaud depuis 1900 d'après Météo-France[6] – ainsi que dans l'industrie. Sans surprise**, l'écart est plus marqué pendant les périodes de confinement, **en particulier sur la période avril (-27 %) et mai (-16 %). Un rapprochement progressif du niveau des émissions a lieu jusqu'octobre 2020, où elles atteignent un niveau proche d'octobre 2019, suivie d'une nouvelle baisse lors du deuxième confinement en novembre 2020 (-15 %).**

Le secteur des transports explique plus de la moitié de la baisse des émissions en 2020 par rapport à 2019, suivi du secteur de l'industrie. L'évolution mensuelle des émissions de ces deux secteurs est fortement corrélée aux mesures de confinement. Un rebond des émissions de l'industrie apparait en décembre 2020. **Les émissions des transports, provenant principalement du transport routier, affichent une baisse de 16 % en moyenne sur l'année 2020 avec un pic à 63 % en avril. Cette baisse importante résulte directement des mesures de restriction des déplacements pendant les périodes de confinement. L'industrie affiche une baisse de 9 % d'émissions en moyenne sur l'année 2020 avec un pic de 31 % en avril. Les émissions de l'industrie étaient inférieures à celles de 2019 dès janvier-février (-8 %), soit avant le premier confinement. À l'inverse, elles sont supérieures à leur niveau 2019 en décembre, marquant ainsi un potentiel rebond d'activité (+4 %).**

Les secteurs de la transformation de l'énergie et des bâtiments ont également connu des réductions d'émissions importantes en 2020. **Les émissions de la transformation d'énergie ont affiché une baisse de 11 % en moyenne, qui n'est qu'en partie corrélée aux périodes de confinement. La production d'électricité en 2020,**

avec un niveau de production d'électricité au plus bas depuis 20 ans (-7 % par rapport à 2019), a confirmé un moindre recours au charbon en période hivernale et affiche un recul du gaz et du fioul[7]. Malgré une tendance à la baisse des émissions du résidentiel tertiaire (-5 % sur l'année en moyenne), les émissions de ce secteur ont augmenté durant les périodes de confinement (+13 % en mars et +10 % en octobre).

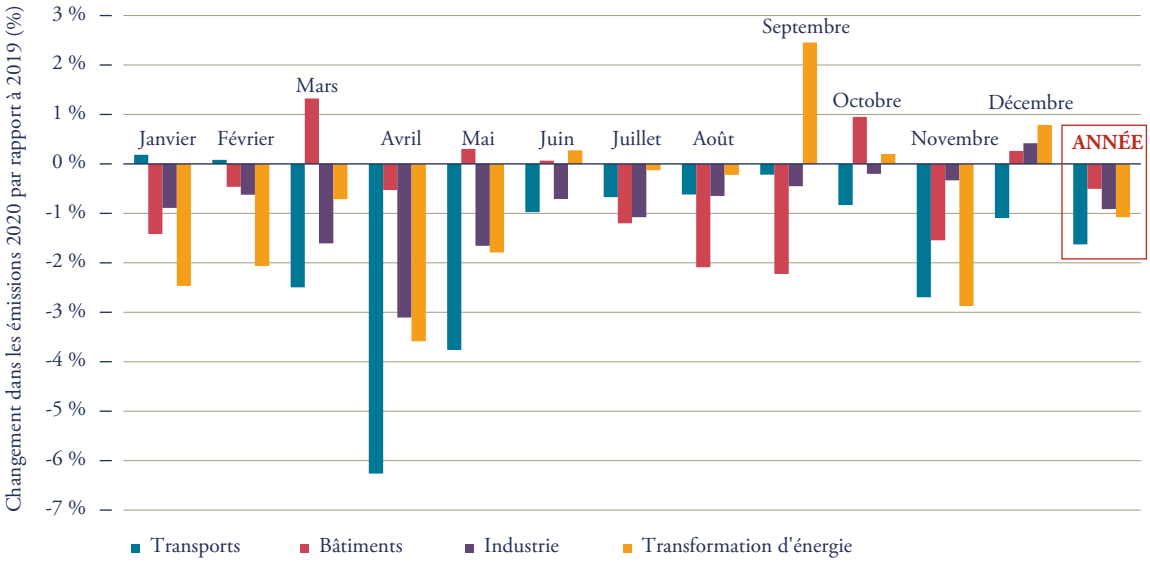
Figure 1.9a – Évolution mensuelle des émissions de gaz à effet de serre **de la France en 2019 et 2020 (hors UTCATF)**



Source : Citepa/Baromètre format Secten - 2020

a Ciais, Philippe & Bréon, François-Marie & Dellaert, Stijn & Wang, Yilong & Tanaka, Katsumasa & Gurriaran, Léna & Françoise, Yann & Davis, Steven & Hong, Chaopeng & Penuelas, Josep & Janssens, Ivan & Obersteiner, Michael & Deng, Zhu & Liu, Zhu. (2021). Impact of lockdowns and winter temperatures on natural gas consumption in Europe. **https://arxiv.org/abs/2104.14990**

Figure 1.9b – Évolution mensuelle des émissions de gaz à effet de serre **de la France en 2020 par rapport à 2019 (hors UTCATF)**



Source : Citepa (avril 2021 - Format SECTEN), SDES (2020)

1.1.2 DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ÉCHANGES INTERNATIONAUX GLOBALEMENT STAGNANTES

Les émissions territoriales ne couvrent pas l'entière responsabilité de la France. Aux émissions territoriales s'ajoutent les émissions des transports internationaux et des échanges commerciaux de biens et services.

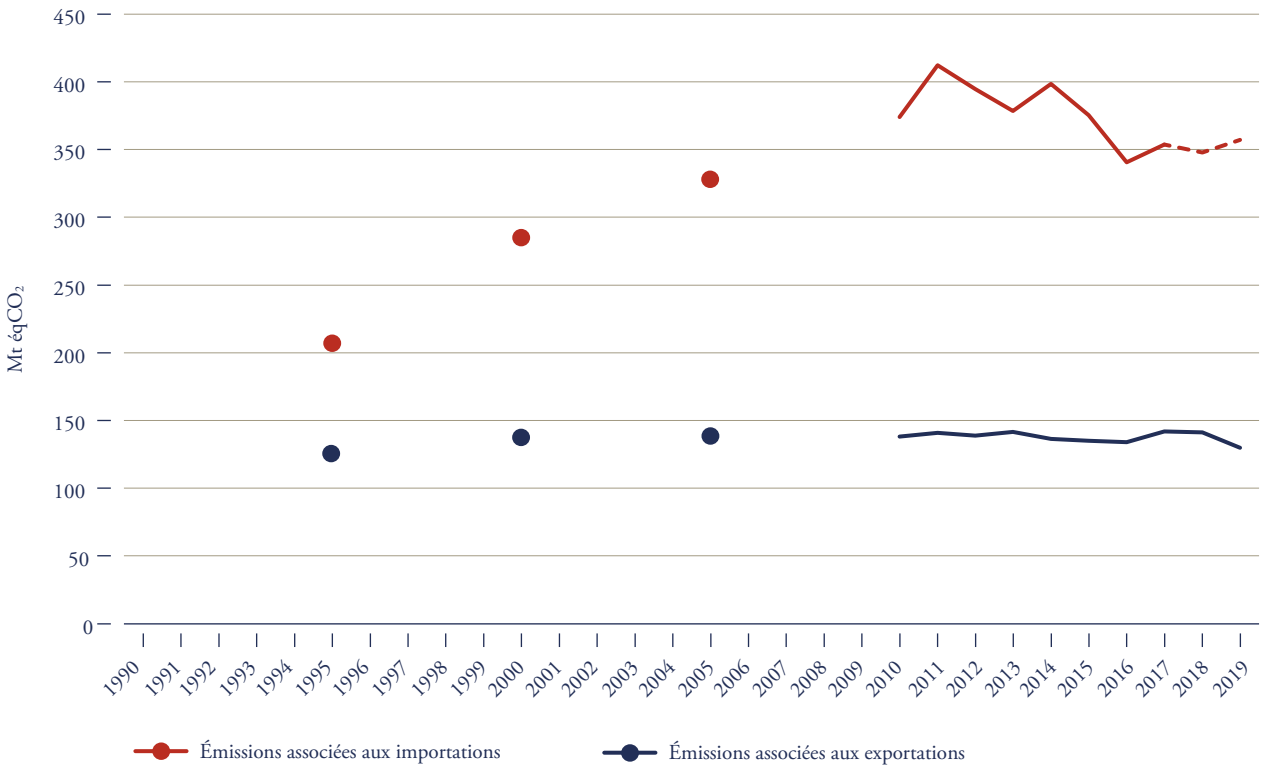
Les émissions des transports internationaux s'élèvent à 24,4 Mt éqCO_2 en 2019. Elles sont en légère hausse par rapport à 2018 (+0,2 Mt éqCO_2, soit +0,6 %). La poursuite de l'augmentation des émissions de l'aviation internationale (+0,9 Mt éqCO_2) a été presque intégralement compensée par la baisse des émissions du transport maritime international (-0,7 Mt éqCO_2).

L'empreinte carbone de la France est estimée à 666 Mt éqCO_2 en 2016 (données les plus récentes). **Elle est 1,4 fois plus élevée que ses émissions territoriales.** L'empreinte carbone de la France correspond aux émissions territoriales auxquelles sont ajoutées les émissions associées aux importations et retirées celles liées aux exportations.

- **L'empreinte carbone de la France en 2016 est supérieure de 8 % à son niveau de 1995** - date de début de la série historique - **mais elle est à la baisse depuis le début de la décennie** (cf. figure 1.1). Elle a atteint son pic en 2011 avec 755 Mt éqCO_2 et a depuis cette date réduit de 12 %, principalement du fait des émissions associées aux importations.

- **L'empreinte carbone de la France suivrait une tendance stagnante sur les années récentes pour atteindre 663 Mt éqCO_2 en 2019** (estimation à confirmer). Dans le prolongement du rapport sur l'em-

Figure 1.10 – Émissions de l'empreinte carbone **de la France depuis 1995 (tous GES)**



NB : Les données d'empreinte 2017-2019 correspondent à des émissions préliminaires résultant d'extrapolations.

Source : SDES (2020).

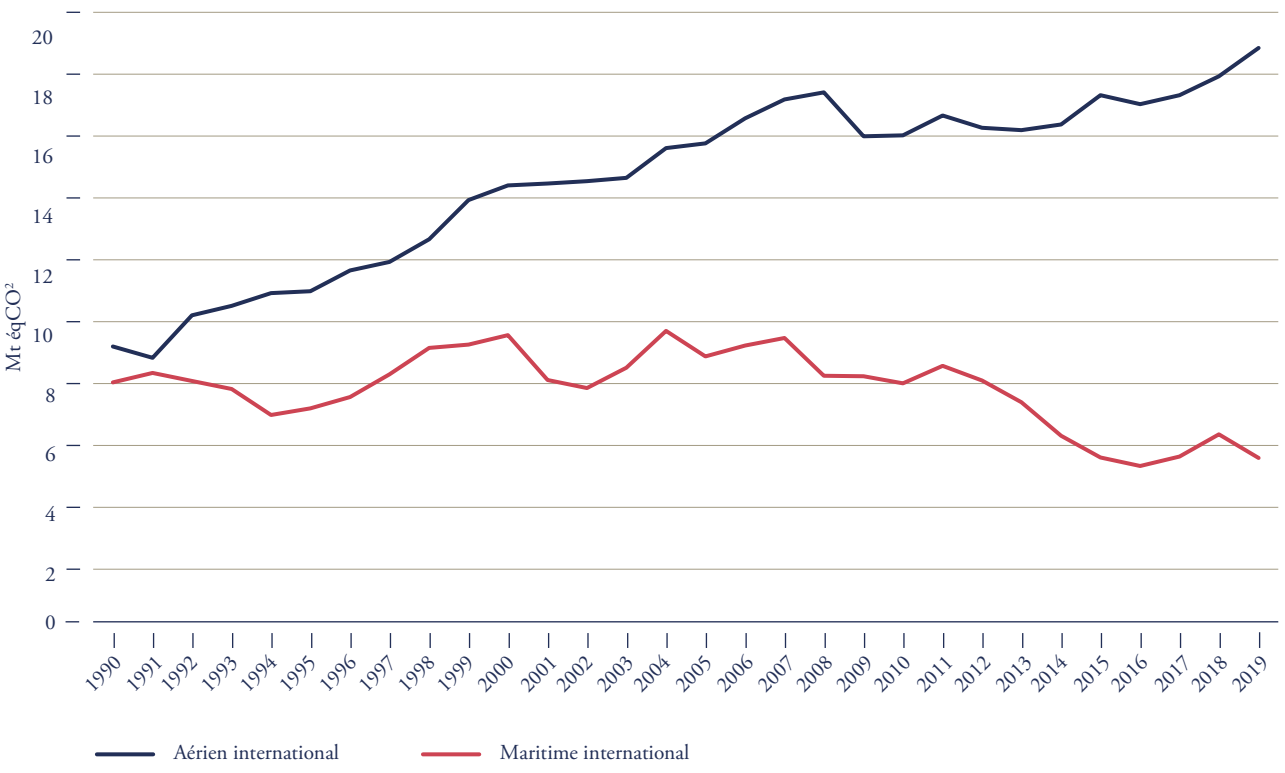
preinte carbone du HCC d'octobre 2020, une expertise de la méthodologie de calcul de l'empreinte est en cours qui pourrait conduire à une révision de la série.

- **Les émissions associées aux importations, qui ont fortement augmenté depuis 1995, sont devenues dominantes dans l'empreinte carbone de la France.** Après avoir plafonné à 412 Mt éqCO_2 en 2011, elles ont depuis cette date réduit de 17 % (voir figure 1.10). En 2016, elles représentent un peu plus de la moitié (51 %) de l'empreinte carbone de la France. Les émissions associées à la production intérieure (hors exportations) représentent quant à elles 31 % de l'empreinte carbone de la France, et les émissions directes des ménages (chauffage et mobilités) en représentent 18 %.

- **Par habitant en 2016, l'empreinte carbone est estimée à 10,0 t éqCO_2 en 2016 et les émissions territoriales de 6,9 t éqCO_2** (cf. figure 1.3). L'empreinte carbone par habitant a diminué depuis son pic en 2011 (cf. figure 1.10). Par ailleurs, l'actualisation de l'empreinte carbone par habitant pour 2016 indique un niveau plus bas que l'estimation provisoire publiée en 2019 et reprise dans le rapport sur l'empreinte carbone du HCC. Ainsi, l'empreinte par habitant est à la baisse (et non à la hausse) en 2016 par rapport à 2015. **Elle passe sous le niveau de 1995. La tendance stagnante sur 2017-2019 pour atteindre le niveau de 9,9 t éqCO_2 par habitant en 2019 restera à confirmer lorsque les données consolidées seront disponibles.**

- **L'évolution de l'empreinte carbone de la France depuis 1995 masque une disparité de situations entre les gaz.** Le CO_2 a globalement suivi la trajectoire de l'empreinte. Pour les autres gaz, une hausse importante observée de CH4 a été presque intégralement compensée par une baisse de N_2O. En 2016, le CO_2 représente 74 % des émissions de l'empreinte, contre 75 % des émissions territoriales. Le CH_4 et le N_2O en représente 20 % et 6 % respectivement, contre 13 % et 9 % des émissions territoriales. La France importe ainsi une quantité plus importante de CH_4, relativement aux autres gaz.

Figure 1.11 – Émissions des transports internationaux **depuis 1990**



Source : Citepa, avril 2021 - Format SECTEN

1.1.3 DES PROFILS D'ÉMISSIONS VARIÉS ENTRE LES RÉGIONS

Pratiquement toutes les régions ont mis en place des observatoires régionaux de l'énergie et du climat qui fournissent des bilans régionaux des émissions de gaz à effet de serre. Les données sont consolidées à l'échelle régionale mais les méthodologies utilisées d'une région à l'autre ne sont pas entièrement homogènes entre elles (voir annexe 1.2). Dans le prolongement du rapport annuel 2020 du HCC, une dynamique nationale de convergence méthodologique est en train de voir le jour, associant notamment le RARE et Atmo France. Sur les 18 régions de France, seule Mayotte n'a pas pu être représentée faute d'observatoire dans cette région. Les données sont présentées au format PCAET qui est le format retenu par les régions pour leur exercice de planification régionale.

La répartition sectorielle des émissions de gaz à effet de serre permet de faire ressortir certaines spécificités régionales. La figure 1.12 montre que l'importance relative de chaque secteur diffère entre les régions, en particulier :

- **L'industrialisation importante des régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Hauts-de-France se reflète dans leurs émissions régionales**, avec une part de l'industrie qui s'élève entre 38 % et 42 %. Les régions Grand-Est et Auvergne-Rhône-Alpes sont également des régions fortement industrialisées. La part du secteur industriel y est cependant plus faible (respectivement 29 % et 17 %) du fait d'une contribution également importante des autres secteurs, notamment celui des transports.

- **En Île-de-France, le secteur des bâtiments représente une part importante des émissions régionales** (47 %) du fait de la forte densité de population et d'activités tertiaires dans cette région.

- **En Occitanie, la part du secteur des transports dans les émissions régionales apparaît proportionnellement importante**, ce qui s'explique principalement par un poids moins important des émissions de gaz à effet de serre des secteurs industriel et agricole.

- **La Bretagne est une région dont l'activité agricole et agro-alimentaire est dédiée principalement à l'export.** La part du secteur agriculture y est notablement plus importante (40 %) que dans les autres régions. Elle s'appuie notamment sur une forte production de viande, qui explique des émissions particulièrement importantes de méthane.

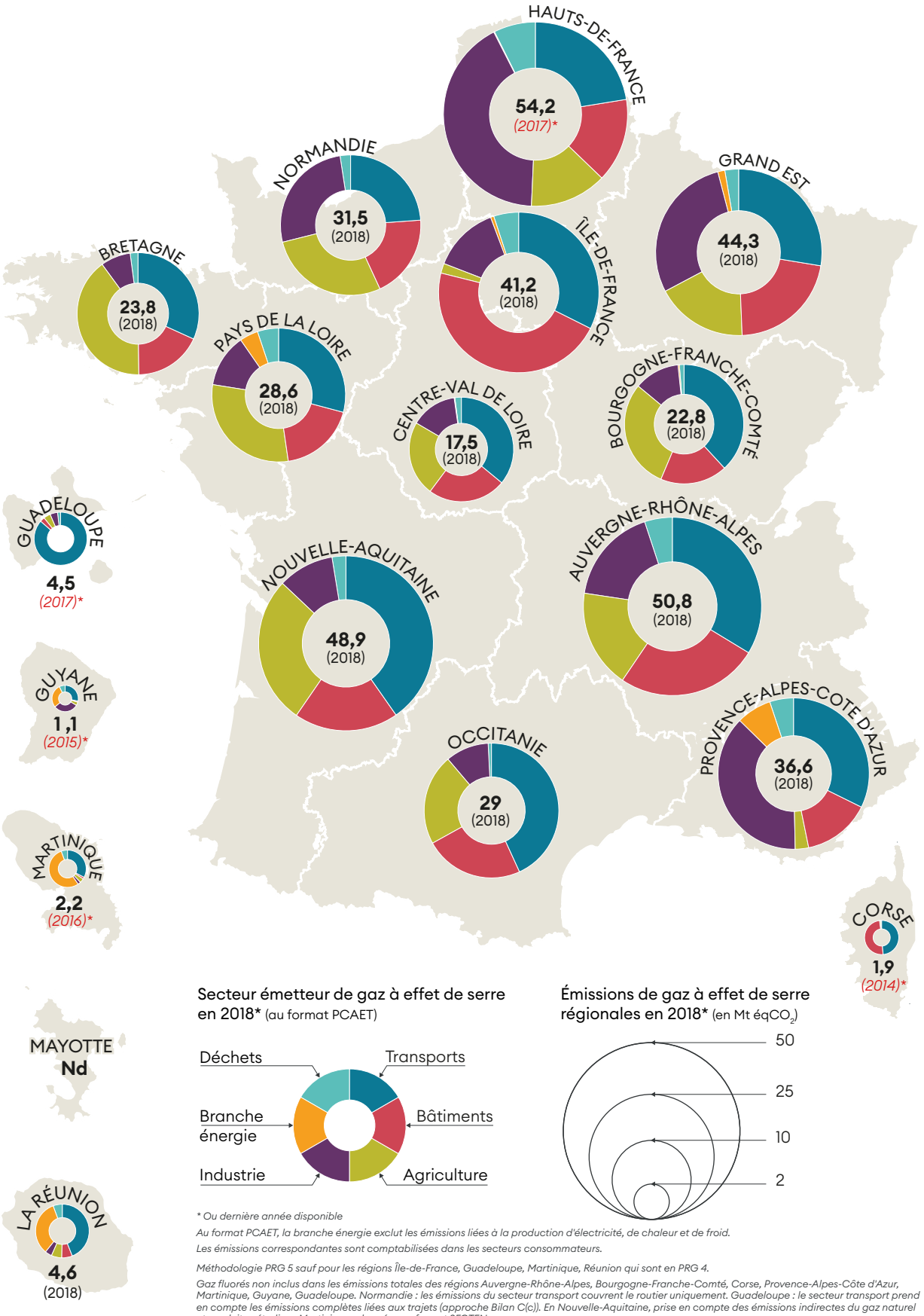
- **Le profil régional de la Corse est sensiblement différent des autres régions, avec des parts de l'agriculture et de l'industrie extrêmement faibles (1 %) reflétant sa réalité géographique spécifique** d'île montagneuse avec peu de surfaces agricoles, et comptant très peu d'industries.

- **Dans les régions d'outre-mer de Martinique, Guyane et La Réunion, le mix énergétique spécifique (centrales thermiques, pas de nucléaire) se reflète dans le profil régional** qui marque une part d'émissions importantes du secteur de la branche énergie (29 % à 54 %). Une autre spécificité des zones d'outre-mer résulte de leur éloignement de la métropole : le secteur transports vers l'extérieur génère de fortes émissions. La Guadeloupe par exemple a choisi de rendre visibles ces émissions induites en les comptabilisant selon l'approche Bilan Carbone©.

- **La répartition des émissions par gaz permet de représenter l'importance relative des différents gaz à effet de serre dans le pouvoir de réchauffement global. Ces gaz peuvent être des marqueurs de certaines activités.** De fortes émissions de méthane (CH_4) par exemple sont représentatives des régions agricoles principalement tournées vers l'élevage (Bretagne, Pays de la Loire). A l'inverse, les faibles émissions de protoxyde d'azote (N_2O) en Provence-Alpes-Côte d'Azur, Guadeloupe, Martinique, Île-de-France et à la Réunion sont représentatives des faibles surfaces agricoles de ces régions.

Certaines régions présentent une évolution spécifique de leurs émissions sur la période du premier budget carbone (2015-2018). Les évolutions sectorielles les plus disparates se trouvent dans l'industrie, bien que pour chacun des quatre principaux secteurs émetteurs (transports, bâtiments, agriculture et industrie), des régions se distinguent avec des profils d'évolution particuliers. Il serait ainsi possible de s'inspirer des régions qui présentent les baisses les plus importantes pour chaque secteur. La figure 1.13 présente les rythmes annuels moyens de réduction des émissions de gaz à effet de serre par région sur la période 2015-2018 (premier budget carbone) par rapport à 2011-2014. Ces évolutions régionales peuvent être mises en perspective avec la situation nationale et ce qui avait été anticipé par le premier budget carbone de la SNBC1.

Figure 1.12 – Émissions régionales **de gaz à effet de serre (2018)**



* *Ou dernière année disponible*

Au format PCAET, la branche énergie exclut les émissions liées à la production d'électricité, de chaleur et de froid.

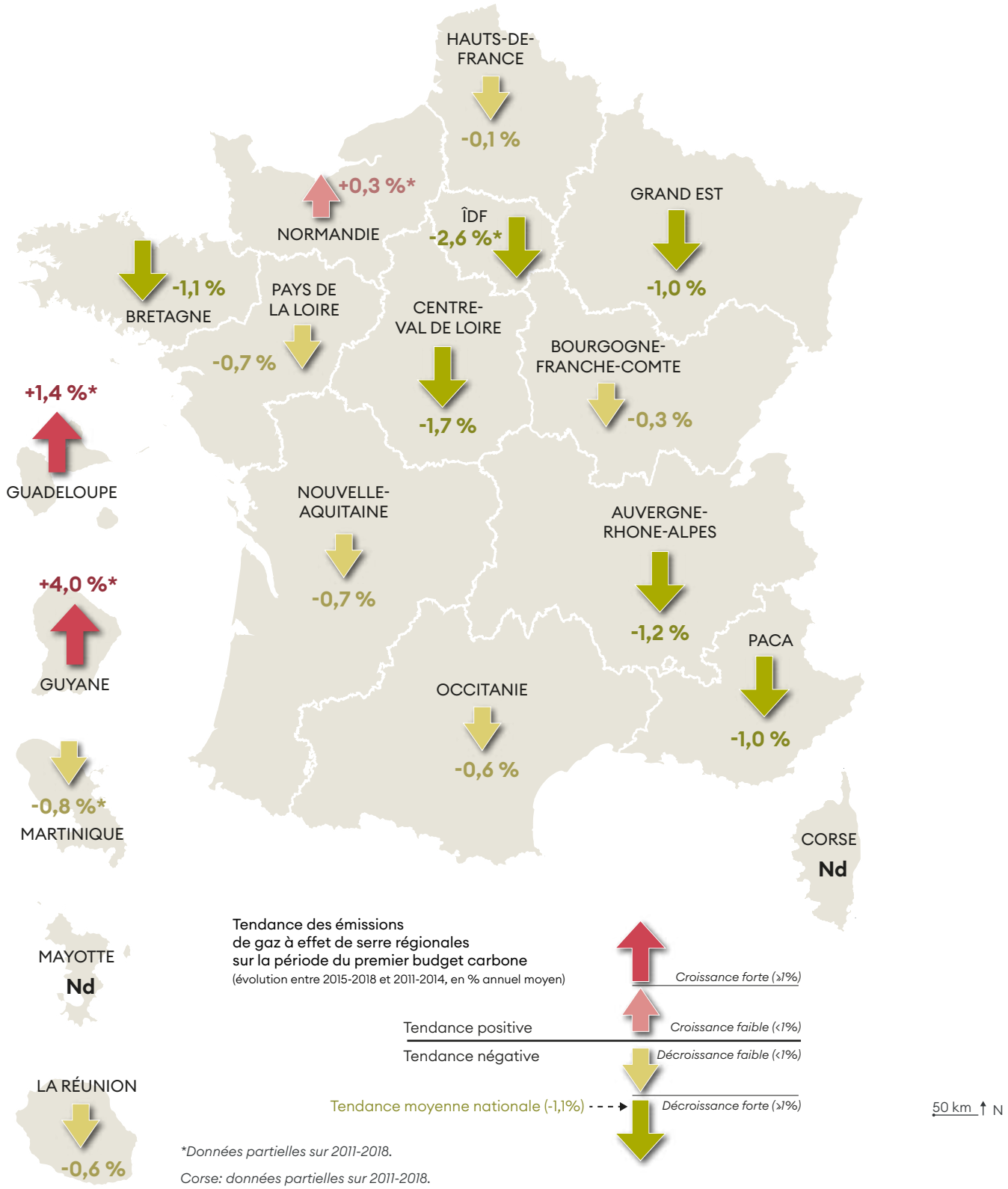
Les émissions correspondantes sont comptabilisées dans les secteurs consommateurs.

Méthodologie PRG 5 sauf pour les régions Île-de-France, Guadeloupe, Martinique, Réunion qui sont en PRG 4.

Gaz fluorés non inclus dans les émissions totales des régions Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Corse, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Martinique, Guyane, Guadeloupe. Normandie : les émissions du secteur transport couvrent le routier uniquement. Guadeloupe : le secteur transport prend en compte les émissions complètes liées aux trajets (approche Bilan C(c)). En Nouvelle-Aquitaine, prise en compte des émissions indirectes du gaz naturel et produits pétroliers. Martinique : données au format SECTEN.

Sources : ARE-RARE, AASQA-Atmo France, format PCAET

Figure 1.13 – Évolutions régionales des émissions de gaz
à effet de serre 2015-2018 par rapport à 2011-2014



**Données partielles sur 2011-2018.*

Corse: données partielles sur 2011-2018.

L'évolution annuelle est calculée à partir des changements en émissions sur la période du premier budget carbone (2015-2018) par rapport aux quatre années précédentes (2011-2014).

Sources: ARE-RARE, AASQA-Atmo France, format PCAET

La majorité des régions voient leurs émissions baisser sur 2015-2018. Les baisses les plus significatives concernent l'Île-de-France (-2,6 % par an), Centre-Val-de-Loire (-1,7 % par an) et Auvergne-Rhône-Alpes (-1,2 % par an). **Certaines régions voient néanmoins leurs émissions stables ou à la hausse sur 2015-2018**, telles que la Guyane (+4,0%), la Guadeloupe (+1,4 % par an), la Normandie (+0,3 % par an) et les Hauts-de-France (-0,1 % par an).

- **Les émissions des transports sont à la hausse dans la plupart des régions sur 2015-2018. L'Île-de-France est la seule région présentant une réduction moyenne annuelle significative (-1,7 % par an), qui reste cependant en deçà de l'objectif de la SNBC1** pour ce secteur (-2,5 % par an). La Réunion, la Guadeloupe et la Bourgogne-Franche-Comté présentent les évolutions à la hausse les plus importantes (de +1,6 à +2,0 % par an).

- **Les émissions des bâtiments sont à la baisse dans la majorité des régions sur 2015-2018, en cohérence avec la valeur observée en France (-1,9 % par an).** La région Centre-Val-de-Loire présente la réduction moyenne annuelle la plus importante (-4,4 % par an), ce qui reste cependant en deçà des objectifs de la SNBC1 pour ce secteur (-5,5 % par an). La Réunion et la Guadeloupe présentent quant à elles des évolutions à la hausse, de respectivement +3,8 % par an et +0,4 % par an.

- **Les émissions de l'agriculture présentent de faibles disparités entre régions sur 2015-2018, à l'exception de la Martinique** (-2,5 % par an), **de la région Provence-Alpes-Côte-D'Azur** (+1,5 % par an) **et de la région Occitanie** (-1,2 % par an) du fait d'une diminution de la surface agricole utile pour cette dernière.

- **Le secteur de l'industrie montre les évolutions les plus diverses en fonction des régions sur 2015-2018.** L'Île-de-France, la Bretagne et la Nouvelle-Aquitaine présentent les plus fortes réductions moyennes annuelles pour ce secteur (respectivement -6,0 %, -5,2 % et -4,0 % par an), tandis que les Hauts-de-France et la Normandie présentent une évolution de +1,5 % par an et +1,6 % par an.

1.1.4 DES ÉMISSIONS INFÉRIEURES À LA MOYENNE EUROPÉENNE

Trois pays de l'Union Européenne (Allemagne, Espagne, Italie) et le Royaume-Uni ont été sélectionnés pour leur similarité avec la France en termes de PIB, de population et plus largement de problématiques économiques. Après un bref rappel de leur trajectoire depuis 1990, les émissions européennes sont analysées au regard de leur performance actuelle (niveau d'émissions par habitant en 2018) et de leur tendance récente dans les différents secteurs émetteurs (évolution moyenne sur 2015-2018 par rapport à 2011-2014). Elles sont également comparées aux données d'empreinte carbone.

Les données d'émissions de gaz à effet de serre mobilisées correspondent aux inventaires nationaux transmis à la CCNUCC disponibles sur le site de l'Agence européenne de l'environnement. La répartition sectorielle ne correspond pas exactement au format SECTEN utilisé par la SNBC et analysé dans le reste du rapport, mais a été construite de manière à s'en rapprocher le plus possible. Les chiffres présentés pour la France dans les comparaisons européennes (cette section et le chapitre 3) diffèrent ainsi légèrement de ceux présentés dans les analyses nationales. Les conclusions restent néanmoins les mêmes.

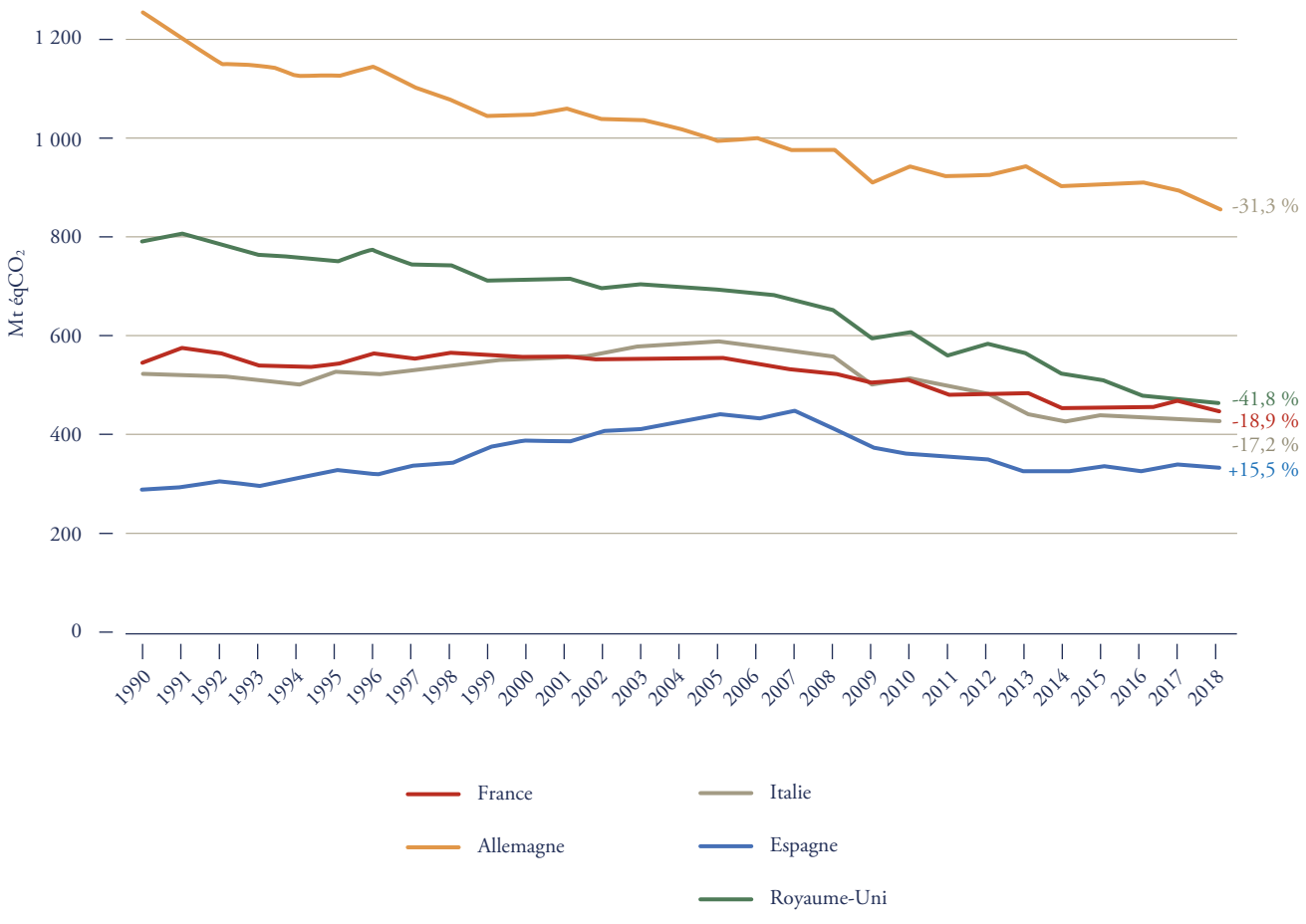
Dans la majorité des pays étudiés, les réductions d'émissions réalisées jusqu'à présent sont importantes, mais portent principalement sur un secteur, celui de la transformation d'énergie, et sur des actions d'efficacité énergétique dans l'industrie et les bâtiments. Les changements nécessaires pour assurer la décarbonation sur les trois prochaines décennies des transports, des bâtiments et de l'agriculture restent insuffisamment enclenchés.

- **En Europe, les émissions ont diminué de 23 % en 2018 par rapport à 1990 (cf. figure 1.5). Cette baisse moyenne cache une diversité de situations entre les États-membres** (voir figure 1.6). Par exemple, les émissions de l'Allemagne ont baissé de 31 % depuis 1990 quand celles de l'Espagne ont augmenté de 16 %. La France se situe légèrement moins bien que la moyenne européenne avec une réduction 19 % sur cette période. La réduction de ses émissions est légèrement supérieure à celle de l'Italie (-17 %), mais inférieure à celles de l'Allemagne (-31 %) et du Royaume-Uni (-42 %).

- **Depuis 2015, les progrès enregistrés chez nos voisins européens portent en majorité sur la transformation d'énergie** (voir tableau 1.1). Les réductions d'émissions les plus importantes sont observées dans le secteur de la transformation d'énergie à l'échelle européenne (-2,4 % par an sur 2015-2018 par rapport à 2011-2014), et plus particulièrement au Royaume-Uni (-10,4 % par an) suivi de l'Italie (-3,6 % par an) avec un recul du charbon dans la production de leur électricité.

- **Comme en France, des avancées sont également en cours parmi nos voisins européens dans le secteur des bâtiments, alors que les secteurs des transports et de l'agriculture ne réduisent pas leurs émissions.** Hormis les déchets, qui représentent peu d'émissions en valeur absolue, le secteur des bâtiments est le second secteur enregistrant des réductions d'émissions significatives sur la période 2015-2018 par rapport à 2011-2014 à l'échelle européenne (-1,4 % par an). Des progrès récents sont en particulier notables en France dans ce secteur (-2,4 % par an). Si les émissions de l'industrie stagnent à l'échelle européenne (-0,1 %), des progrès sont à noter dans certains pays, tels que l'Espagne (-2,4 % par an), le Royaume-Uni (-2,1 % par an) et l'Italie (-1,8 % par an), qui réduisent leurs émissions plus vite que la France (-1,4 % par an). Aucun pays n'affiche de progrès significatifs dans les transports et l'agriculture, dont les émissions continuent de croitre en Europe (+0,9 % par an et +0,4 % respectivement). Une inflexion à la baisse peut néanmoins être notée dans les transports en Italie (-1,0 %), dont la tendance reste à confirmer. La France affiche des émissions stagnantes dans ces deux secteurs (cf. chapitre 3).

Figure 1.14 – Tendances des émissions de gaz à effet de serre depuis 1990 pour la France, **l'Allemagne, le Royaume-Uni, l'Italie et l'Espagne**



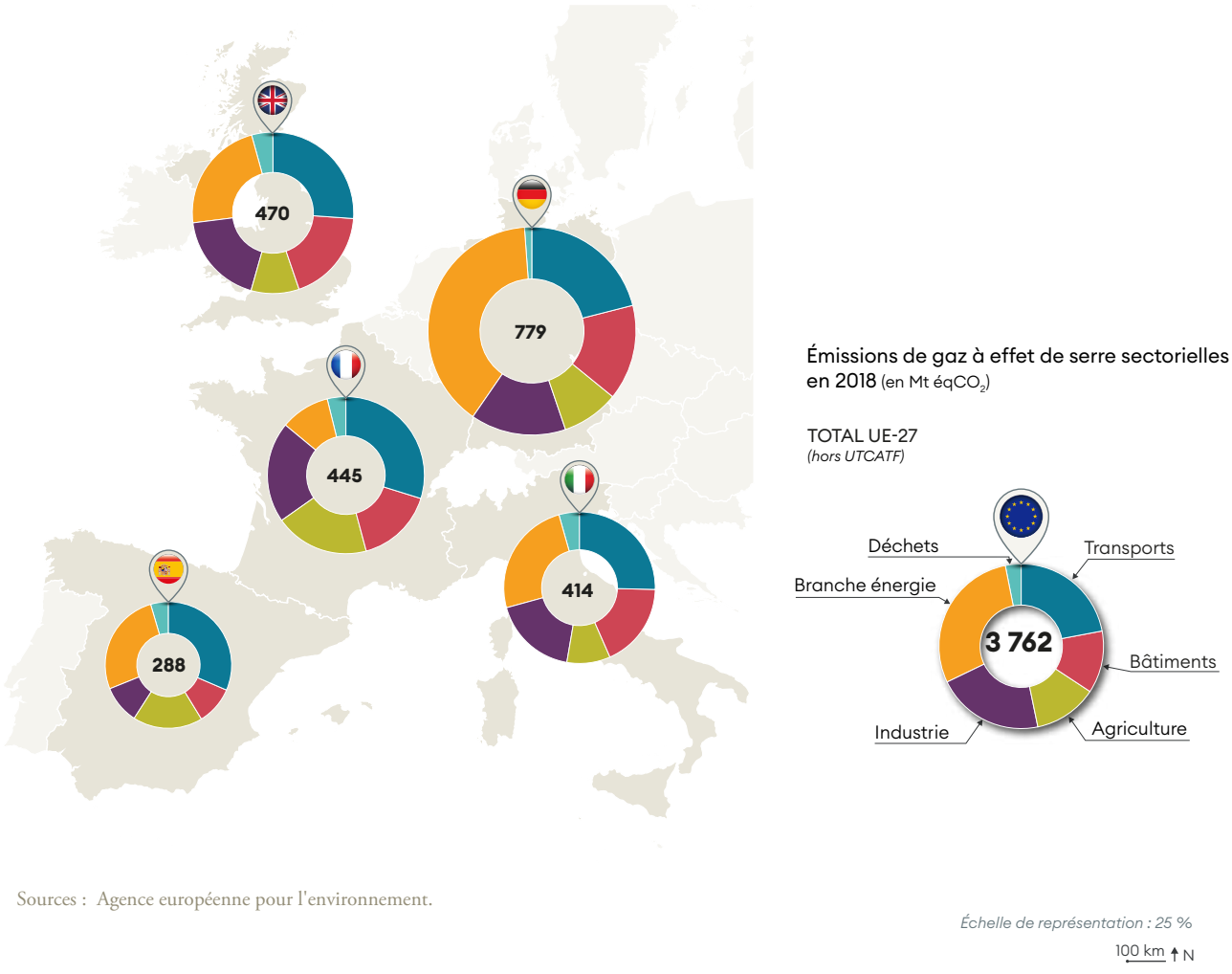
Source : Agence Européenne de l'Environnement (avril 2020, format CCNUCC)

Tableau 1.1 – Évolution des émissions de gaz à effet de serre sectorielles
sur la période 2015-2018 par rapport à 2011-2014
pour la France, l'Allemagne, le Royaume-Uni, l'Italie, l'Espagne et l'Europe

	Transports	Agriculture	Bâtiments	Industrie	Énergie	Déchets	Total
UE-27	0,9 %	0,4 %	-1,4 %	-0,1 %	-2,4 %	-2,0 %	**-0,8 %**
France	0,0 %	-0, 1%	-2,4 %	-1,4 %	-2,4 %	-2,4 %	**-1,1 %**
Allemagne	1,2 %	0,2 %	-1,4 %	1,6 %	-2,9 %	-4,7 %	**-0,8 %**
Italie	-1,0 %	0,1 %	-0,5 %	-1,8 %	-3,6 %	-1,1 %	**-1,7 %**
Espagne	1,7 %	0,9 %	-0,1 %	-2,4 %	-1,4 %	-1,1 %	**-0,4 %**
Royaume-Uni	0,9 %	0,4 %	-1,2 %	-2,1 %	-10,4 %	-4,4 %	**-3,7 %**

Source : Traitements du HCC d'après Agence Européenne de l'Environnement (avril 2020, format CCNUCC)

Figure 1.15 – Émissions européennes **de gaz à effet de serre (2018)**



Sources : Agence européenne pour l'environnement.

Rapportées à la population, les émissions territoriales de la France sont inférieures à la moyenne européenne, mais néanmoins supérieures dans les secteurs de l'agriculture et des transports[8].

- **Rapportées à la population, la France a des émissions territoriales plus faibles que ses voisins européens.** Ses émissions territoriales par habitant sont estimées à 6,6 t éqCO_2 en 2018, soit un niveau inférieur à la moyenne européenne (8,4 t eqCO_2), ce qui s'explique principalement par son électricité en grande partie décarbonée avec le nucléaire et l'hydroélectricité, ainsi que par le poids modéré de son industrie intensive. L'Allemagne se distingue par des émissions territoriales par habitant largement supérieures (10,4 t eqCO_2), **du fait de l'importance du charbon** dans sa production d'électricité et du poids de son secteur industriel. L'Italie, l'Espagne et le Royaume-Uni ont des émissions par habitant proches et légèrement supérieures à la France (respectivement de 7,1, 7,2 et 7,0 t eqCO_2).

- **Dans les secteurs des transports, de l'agriculture et des bâtiments, il existe des pays européens dont les émissions territoriales par habitant sont plus faibles et dont la France pourrait s'inspirer** (voir figure 1.16). Sur les transports et l'agriculture, les émissions de la France par habitant sont supérieures à la moyenne européenne et indiquent un poids plus fort de ces activités dans le pays. Dans les bâtiments, la France se situe dans la moyenne européenne. D'autres pays non-représentés ici sont encore plus performants, telle la Suède qui a quasiment décarboné ses bâtiments[9].

Si la France a des émissions territoriales par habitant plutôt faibles en Europe, ses émissions importées (nettes des exportations) par habitant sont supérieures, si bien que son empreinte carbone, bien qu'inférieure, se rapproche de la moyenne européenne (voir figure 1.17). Les données d'empreinte carbone les plus récentes à l'échelle mondiale portent sur le CO_2 seulement et prennent pas en compte le poids non CO_2 important des importations. Leur analyse montre que la France a une empreinte de 6,6 t CO_2 par habitant en 2018, contre un niveau moyen de 7,8 t de CO_2 par habitant en Europe. L'écart entre l'empreinte carbone et les émissions territoriales correspond aux émissions importées nettes des émissions exportées. Cet écart est de 1,7 t CO_2 par habitant pour la France contre 1,0 t CO_2 par habitant en Europe. La France a donc des émissions importées nettes supérieures à la moyenne européenne. L'écart est encore plus important pour le Royaume-Uni (2,5 t) et l'Italie (1,9 t), mais inférieur pour l'Allemagne (1,3 t) et très faible pour l'Espagne (0,4 t).

À l'échelle mondiale, l'Europe est importatrice nette d'émissions de CO_2 du fait des émissions incorporées dans ses échanges commerciaux internationaux, quand d'autres grands blocs sont exportateurs nets d'émissions (voir figure 1.18). Tandis que l'Europe est importatrice nette de 1,0 t CO_2 par habitant, la Chine et l'Inde sont exportatrices nettes de 0,7 et 0,2 t CO_2 par habitant respectivement. Les États-Unis importent, comme les Européens, 1,0 t CO_2 par habitant.

MESSAGES CLÉS

- En 2019, les émissions de gaz à effet de serre en France diminuent de 1,9 %. Cette baisse est légèrement plus forte que la tendance de la décennie.
- Les émissions des transports demeurent les plus importantes. Elles ne diminuent pas.
- En 2020, la réduction des émissions de 9 % (données provisoires) reflète surtout les réductions de déplacements et les modifications de décisions de production et de consommation imposées par le confinement. La part de ces réductions résultant de l'effet des politiques publiques portant sur les émissions de gaz à effet de serre ne peut pas actuellement être estimée.
- L'empreinte carbone de la France a diminué au début des années 2010, et stagne depuis 2016 d'après les estimations préliminaires.
- Les succès sectoriels dans certaines régions devraient être analysées pour évaluer leurs facteurs et leur réplicabilité.
- Depuis 2015, au-delà du secteur de l'énergie, la France comme ses voisins, voit ses émissions baisser dans les secteurs de bâtiments et de l'industrie. Aucun pays n'affiche de progrès significatifs dans les transports et l'agriculture, dont les émissions continuent de croitre en Europe.

Figure 1.16 – Émissions sectorielles rapportées à la population en 2018 pour la France, **l'Allemagne, le Royaume-Uni, l'Italie, l'Espagne et l'Europe**

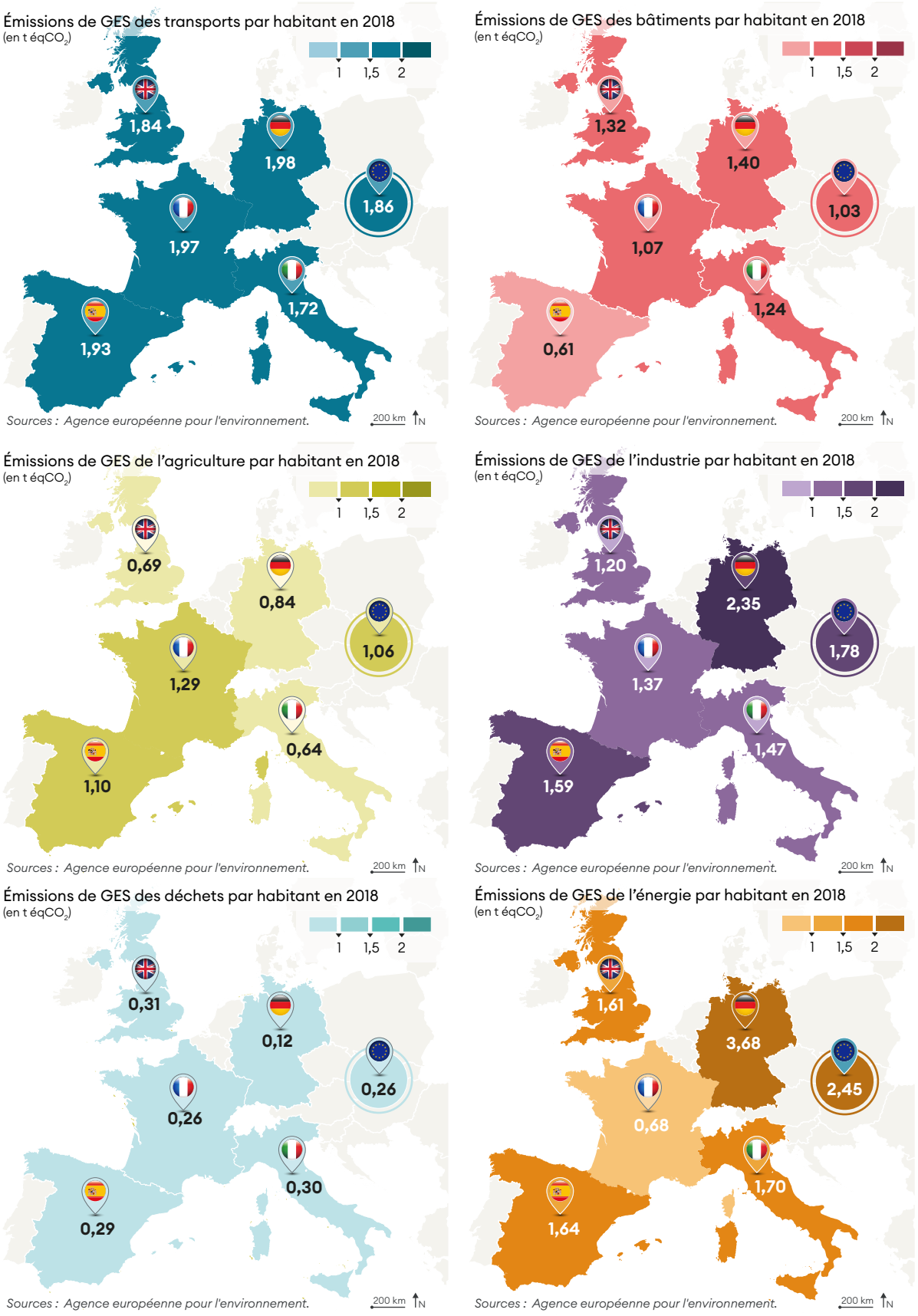
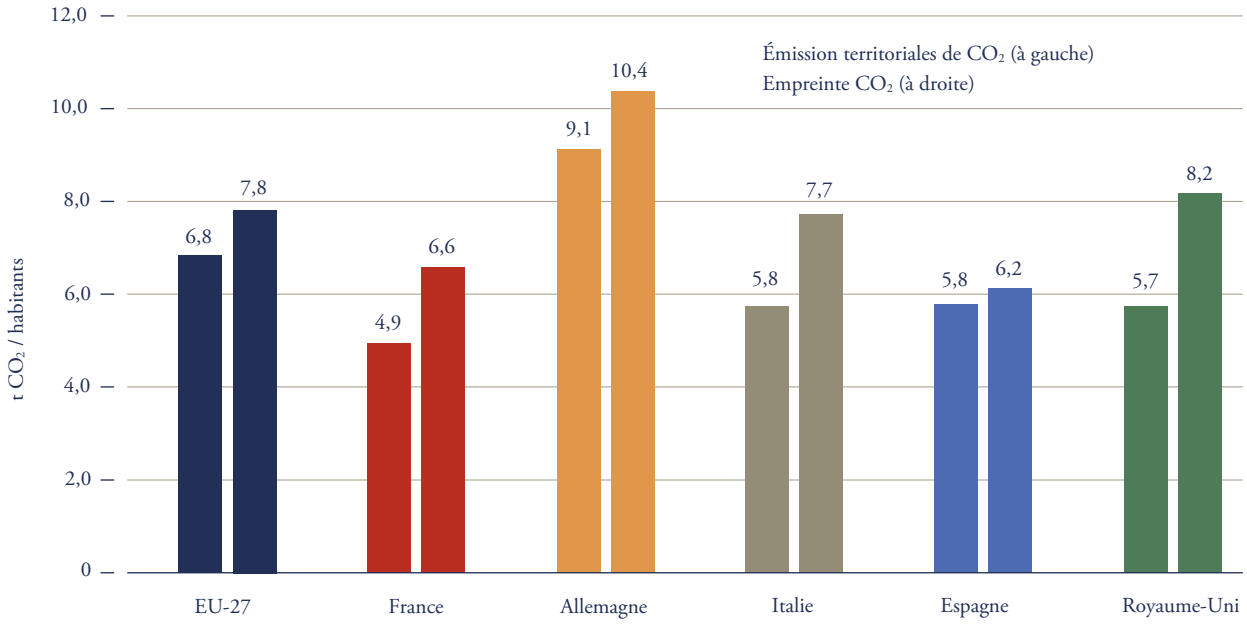
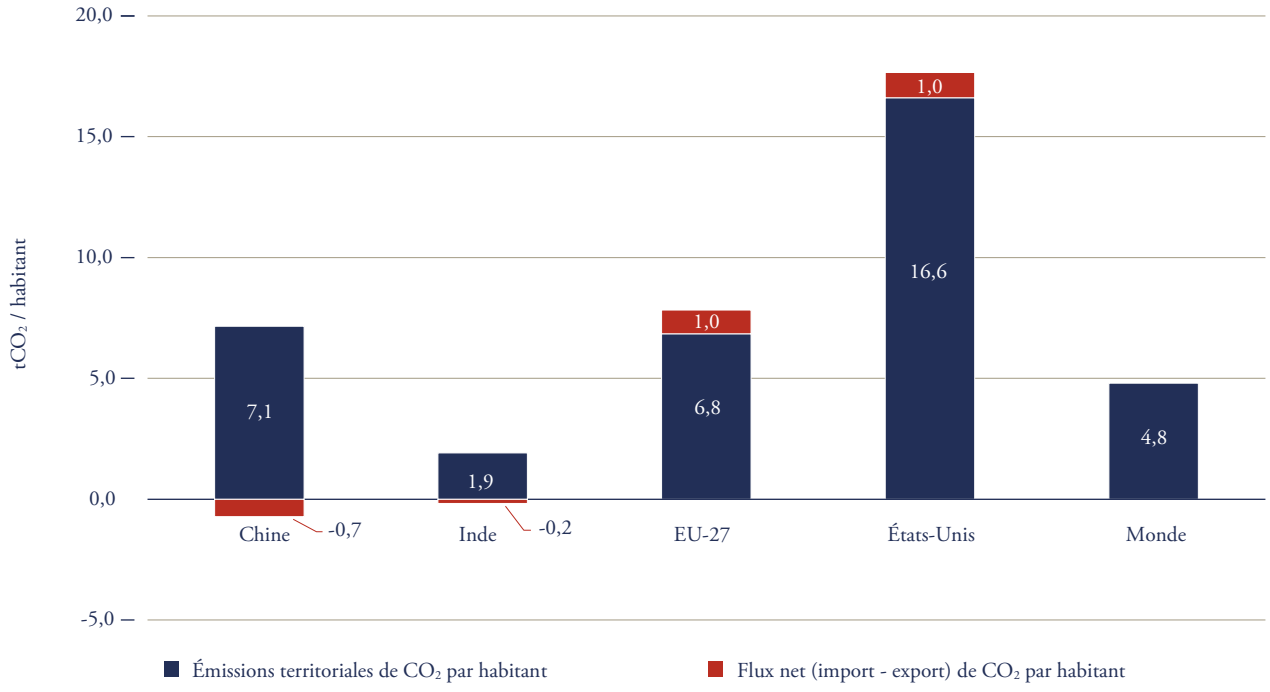


Figure 1.17 – Émissions de CO_2 territoriales et de l'empreinte CO_2 rapportées **à la population en 2018 pour la France, l'Allemagne, le Royaume-Uni, l'Italie, l'Espagne et l'Europe**



Source : Our World in Data based on Global Carbon Project; BP; Maddison; UNWPP

Figure 1.18 – Émissions de CO_2 territoriales et du commerce international **en Chine, Inde, États-Unis et Europe en 2018**



Source : Our World in Data based on Global Carbon Project; BP; Maddison; UNWPP

1.2 SUIVI DES BUDGETS CARBONE

Le premier budget carbone a été dépassé de 62 Mt éqCO_2 cumulés sur la période 2015-2018 (hors UTCATF) selon les données d'inventaire actualisées, ce qui confirme le bilan publié dans le rapport annuel 2020 du HCC.

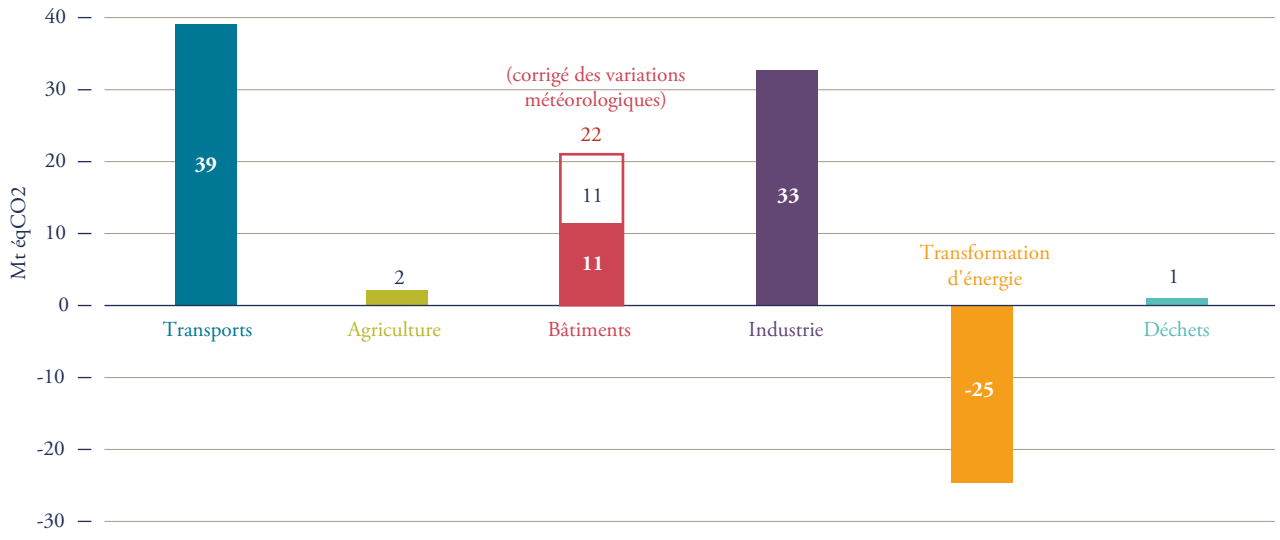
- Le premier budget carbone de la SNBC1 adopté par décret[10] en 2015 et révisé par décret[11] en 2020 à la suite d'ajustements techniques visait 441 Mt éqCO_2 par an sur la période 2015-2018. Les données d'émissions de GES ont été actualisées dans l'inventaire annuel des émissions GES en avril 2021. Le tableau 1.2 présente la comparaison entre les émissions réalisées et le premier budget carbone de la SNBC1 pour les émissions totales, par secteur et par gaz.

- **La comparaison des émissions réalisées avec le premier budget carbone de la SNBC1 indique un dépassement total de 62 Mt éqCO_2 cumulé sur la période 2015-2018.** Les émissions n'ont diminué que de 1,1 % par an en moyenne sur 2015-2018 (par rapport à la période 2011-2014), ce qui est très inférieur à la décroissance visée par la SNBC1 de -1,9 % par an. Ce résultat confirme le bilan publié dans le rapport annuel 2020 du HCC.

- **Les budgets sectoriels (indicatifs dans la SNBC1) ont été dépassés de manière significative sur la période du premier budget carbone pour le transport, les bâtiments et l'industrie**, qui constituent aussi trois secteurs parmi les plus émetteurs en France (voir figure 1.19). Ils ont été respectés pour la transformation d'énergie, et montrent un faible écart pour l'agriculture et les déchets. Les budgets par gaz (indicatifs) ont été dépassés pour le CO_2 et le CH_4, qui représentent la majorité des émissions, et respectés pour le N_2O et les gaz fluorés.

- **Le bilan par secteur est ainsi légèrement modifié à la suite de l'actualisation des données en 2021**, notamment pour l'industrie (écart passé de 4 à 33 Mt éqCO_2) et les bâtiments (écart passé de 34 à 11 Mt éqCO_2). Cela résulte de changements méthodologiques apportés dans la dernière édition de l'inventaire du Citepa (cf. section 1.1.1). Ce changement d'attribution n'ayant pas été reporté dans les budgets sectoriels de la SNBC, la comparaison entre les émissions réalisées et les plafonds sectoriels de la SNBC doit être interprétée avec prudence pour les secteurs des bâtiments et de l'industrie.

Figure 1.19 – Écart au premier budget carbone pour les différents secteurs



NB : un écart positif indique que le budget indicatif a été dépassé. Par exemple, le secteur des transports a dépassé son budget carbone de 39 Mt éqCO_2.

Source : Traitements du HCC d'après Citepa, avril 2021 format Secten et SNBC2

Tableau 1.2 – Comparaison des émissions réalisées
avec le premier budget carbone de la SNBC1

	1er budget carbone (2015-2018)		Écart à la SNBC 1	
	Réalisé	**SNBC 1**	**Mt éqCO_2**	**%**
Par secteur				
Transport	551	512	39	8 %
Agriculture	342	340	2	1 %
Bâtiments	327	316	11	4 %
Bâtiments corrigés des variations météorologiques	338	316	22	7%
Industrie	349	316	33	10 %
Transformation d'énergie	195	220	-25	-11 %
Déchets	61	60	1	2 %
Par gaz				
CO_2	1363	1288	75	6 %
CH_4	229	224	5	2 %
N_2O	160	168	-8	-5 %
Gaz fluorés	75	84	-9	-11
Totaux				
Total hors UTCATF	1826	1764	62	3 %
UTCATF	-128	NA	NA	NA
Total avec UTCATF	1698	NA	NA	NA

Source : Citepa, avril 2021 format Secten et SNBC2.

La dynamique de réduction des émissions du deuxième budget carbone (2019-2023) est supérieure à celle fixée par la SNBC2. Pour les années 2019 et 2020 (données préliminaires), les émissions ont diminué plus rapidement qu'attendu dans la SNBC2. Le relèvement du plafond d'émissions du deuxième budget carbone décidé par le gouvernement lors de la révision de la SNBC2 et l'impact des mesures prises pour lutter contre la Covid-19 en sont les principaux facteurs explicatifs. Cette dynamique doit se poursuivre en parallèle de la reprise économique et être accélérée pour au minimum atteindre la cible 2030, qui pourrait être prochainement relevée suite au rehaussement de l'objectif européen (voir section 2.2).

- Les prochains budgets carbone ont été adoptés par décret[12] en 2020. Ils fixent les plafonds d'émissions territoriales à ne pas dépasser sur les périodes 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033, C'est-à-dire des budgets par secteur et par gaz pour chacune de ces périodes. Des tranches indicatives d'émissions annuelles avec et sans UTCATF sont également indiquées. Le budget proposé pour la période 2019-2023 a été révisé à la hausse pour intégrer le déficit du précédent budget, contrairement à l'avis formulé en 2019 par le HCC.

- **Hors UTCATF, les émissions territoriales ont baissé de 1,9 % (ou 8,6 Mt éqCO_2) en 2019 et de 9,2 % (ou 40,3 Mt éqCO_2) en 2020** selon les données

préliminaires (voir section 1.1.1). **C'est bien supérieur aux décroissances attendues de 0,3 % (ou -2 Mt éqCO_2) et de 1,5 % (ou 7 Mt éqCO_2) fixées par les tranches indicatives 2019 et 2020 de la SNBC2** (voir figure 1.11).

- **La tranche annuelle indicative a été respectée en 2019.** Le secteur de la transformation d'énergie a vu ses émissions réduire plus vite que la trajectoire visée par la SNBC2 quand le secteur des transports accuse un retard. Les émissions sont inférieures de 7 Mt éqCO_2 à la tranche indicative pour 2019. Les écarts à la trajectoire SNBC2 dans les secteurs de l'industrie et des bâtiments ne sont pas discutés faute de comparabilité méthodologique.

- **La tranche annuelle indicative a également été respectée en 2020. Les secteurs des transports et de la transformation d'énergie ont diminué plus que la SNBC2, principalement du fait des mesures de lutte contre la Covid-19 et d'un hiver particulièrement doux** (voir encadré 1.1). Hors UTCATF, le proxy 2020 est estimé à 396 Mt éqCO_2, soit 40 Mt éqCO_2 de moins que la tranche indicative fixée à 436 Mt éqCO_2. Les écarts à la trajectoire SNBC2 dans les secteurs de l'industrie et des bâtiments ne sont pas discutés faute de comparabilité méthodologique.

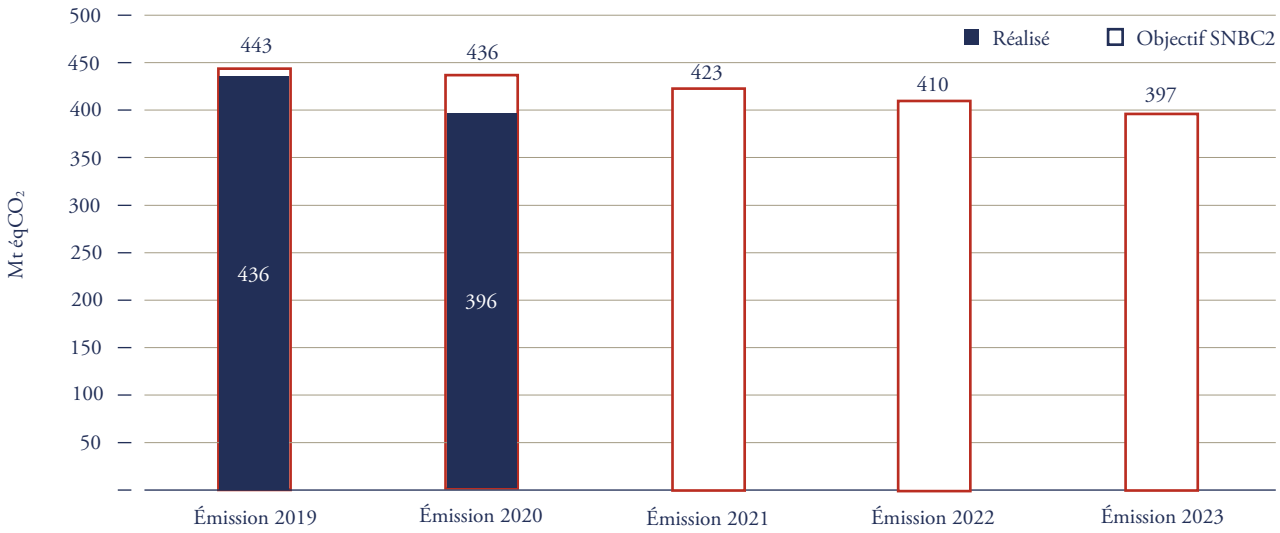
- **La SNBC2 augmente l'objectif de réduction qui doit passer de -7 Mt éqCO_2 par an actuellement à -13 Mt éqCO_2 par an à partir de 2021 selon les tranches indicatives fixées par la SNBC2** (voir tableau 1.3)**. En conséquence, le rythme de réduction des émissions devra dépasser les 3,0 % par an dès 2021 et atteindre 3,3 % par an en moyenne sur la période du troisième budget carbone (2024-2028)**. Cette accélération notable est une conséquence du retard pris par la France sur sa trajectoire suite au non-respect du premier budget carbone (voir encadré 1.2). La révision de la SNBC2 a reporté l'effort à la période du troisième budget carbone (2024-2028). Le rythme attendu sur la deuxième moitié de la décennie pourrait être davantage rehaussé encore suite au renforcement de l'objectif européen pour 2030.

À la suite de la loi sur l'énergie et le climat de 2019[13], des budgets carbone indicatifs devront être fixés par décret pour l'empreinte carbone de la France et les transports internationaux lors de la prochaine révision de la SNBC. Ils porteront sur les périodes relatives au budget carbone 3 (2024-2028) et les suivantes. Le HCC a fait plusieurs recommandations dans ses différents rapports pour réduire l'empreinte carbone de la France en cohérence avec les objectifs de l'accord de Paris :

- **Les émissions importées de la France doivent diminuer de 65 % à l'horizon 2050 par rapport à 2005.** Si la neutralité carbone est atteinte en 2050 sur le territoire national, cela correspondrait à une diminution de 80 % de l'empreinte carbone de la France (cf. rapport sur l'empreinte carbone du HCC publié en 2020).

- **Les émissions des transports internationaux doivent quant à elles être inscrites dans l'objectif national de neutralité carbone** en 2050 et dans les budgets carbone (voir rapport annuel 2019 du HCC).

Figure 1.20 – Écart aux tranches annuelles indicatives du deuxième budget carbone **(2019-2023) de la SNBC2**



Source : Citepa, avril 2021 format SECTEN et SNBC2

Tableau 1.3 – Tranches indicatives des émissions et évolution annuelle
pour les budgets carbone 2, 3 et 4 de la SNBC2

	BUDGET 2				
	2019*	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**
Trajectoire SNBC2 (hors UTCATF)	443	436	423	410	397
Évolution par rapport à n-1 (Mt éqCO_2)	-2	-7	-13	-13	-13
Évolution par rapport à n-1 (%)	-0,3 %	-1,5 %	-3,0 %	-3,1 %	-3,2 %

* L'évolution 2019 est comparée au niveau d'émissions réalisées en 2018

	BUDGET 3				
	2024	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**
Trajectoire SNBC2 (hors UTCATF)	384	370	358	347	335
Évolution par rapport à n-1 (Mt éqCO_2)	-13	-14	-12	-11	-12
Évolution par rapport à n-1 (%)	-3,3 %	-3,4 %	-3,2 %	-3,3 %	-3,4 %

	BUDGET 4				
	2029	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**
Trajectoire SNBC2 (hors UTCATF)	323	311	300	288	276
Évolution par rapport à n-1 (Mt éqCO_2)	-12	-12	-11	-12	-12
Évolution par rapport à n-1 (%)	-3,5 %	-3,7 %	-3,7 %	-3,9 %	-4,0 %

Source : SNBC 2 et traitements HCC.

Encadré 1.2

Implications du budget carbone pour les réductions d'émissions

Depuis la publication du cinquième rapport du GIEC, le concept de « budget carbone » permet d'éclairer les décideurs dans l'élaboration de leur politique climatique. L'appellation budget carbone renvoie néanmoins à différentes définitions.

Selon le GIEC, le budget carbone résiduel correspond à un stock d'émissions de GES à ne pas dépasser. **Dans son rapport spécial « 1,5°C », le GIEC définit le budget carbone résiduel comme « *l'estimation des émissions mondiales nettes cumulées anthropiques de CO_2, depuis une date donnée jusqu'au moment où ces émissions deviennent égales à zéro, qui permettraient, avec une certaine probabilité, de limiter le réchauffement planétaire à un niveau déterminé, compte tenu des impacts des autres émissions anthropiques.* »** Le budget carbone restant correspond plus précisément aux émissions que nous pouvons encore émettre **pour respecter nos objectifs climatiques. Il n'est néanmoins pas unique car il dépend de l'objectif climatique choisi – 1,5°C ou 2°C– ainsi que de la probabilité afférente à l'atteinte de cet objectif – 33 %, 50 % ou 67 %.** Il dépend aussi de l'action sur les facteurs non CO_2. Le budget carbone n'est enfin pas un budget au sens comptable puisque, contrairement au budget d'un État ou d'une entreprise, il se caractérise par l'absence d'arbitrage inter-temporel en raison du caractère irréversible, à échelle humaine, des conséquences de ses dépassements.

Au 1er janvier 2018, avec une boucle de rétroaction positive comme par exemple celle liée au permafrost, ces trois niveaux de probabilité (33, 50 et 67 %) correspondaient pour la limite des 1,5°C à 840, 580 et 420 Gt CO_2 ; et pour celle de 2°C à 2030, 1500 et 1170 Gt CO2. Pour mémoire, 43 Gt CO_2

ont été émises en 2019. Limiter le réchauffement climatique en-dessous de 1.5°C avec une probabilité d'au-moins 50 % implique de réduire les émissions de CO_2 mondiales de 45 % entre 2010 et 2030 en plus d'une forte diminution de l'effet net non CO_2 (dont une baisse similaire pour le CH_4 et d'atteindre zéro émissions nettes en 2050[a]. Ne sont pas prises en compte ici les incertitudes comme l'effet des gaz non CO_2 dans les trajectoires ou les incertitudes géophysiques).

Dans sa politique climatique, et en particulier la SNBC, la France utilise le concept de budget carbone pour parler de « *plafonds d'émissions de gaz à effet de serre à ne pas dépasser au niveau national sur des périodes de cinq ans* ».

Les budgets carbone sont utilisés pour définir à court terme la trajectoire cible de réduction des émissions de gaz à effet de serre de la France en cohérence avec ses engagements communautaires et internationaux. Ils sont déclinés par grands secteurs d'émissions, par domaines d'activité, par GES et en tranches annuelles à titre indicatif. On appelle BC1, BC2, BC3 et BC4, les plafonds d'émissions de la SNBC2 pour les périodes respectives 2015-2018, 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033.

Le budget carbone restant de la France, tel que fixé par la SNBC2, s'élève à 10 143 Mt éqCO_2 sur la période 2015-2050, et à 5 729 Mt éqCO_2 sur 2015-2028. Net des puits de carbone naturels et artificiels considérés par la SNBC2, le budget carbone de la France s'élève à 8 261 Mt éqCO_2 à l'horizon 2050 et à 5 183 Mt éqCO_2 à échéance 2028.

La révision de la SNBC a conduit à une baisse d'ambition, qui résulte en une augmentation du budget des émissions de la France de +190 Mt éqCO_2 sur la période 2015-2028. Lors de l'élaboration de la SNBC2, il a été constaté que les plafonds d'émission du BC1 de la SNBC1 étaient dépassés. Le gouvernement a décidé de relever le BC2 de la SNBC2 pour l'aligner sur la trajectoire des émissions réalisées sur 2015-2018. Les BC3 sont conservés presque identiques entre les deux SNBC, car alignés sur l'objectif que la France s'est fixée de réduire ses émissions de -40 % à l'horizon 2030 – qui devrait être révisé à l'aune de la nouvelle ambition européenne (cf. section 2.2).

Ce réajustement de la trajectoire des émissions entre la SNBC2 et la SNBC1 à l'horizon 2030 introduit deux conséquences notables sur la politique climatique de la France, qui devraient être intégrées dans la préparation de la SNBC3 :

- Le total des émissions que la France peut émettre se répercute sur toute la période 2019-2028. **Sur la période 2015-2028, l'écart entre les deux SNBC s'élève à 190 Mt éqCO_2 hors UTCATF[b]. Il n'est à ce jour pas prévu de le rattraper en réduisant d'autant les prochains budgets carbone.**

- La vitesse de réduction annuelle des émissions à atteindre sur la période du BC3 doit être accélérée d'autant plus pour atteindre le même objectif en 2030. **Le rythme annuel moyen de réduction d'émissions du BC3 était de -2,2 % pour la SNBC1 et de -3,2 % pour la SNBC2. Ainsi, si les émissions annuelles autorisées par la SNBC2 sont plus élevées que dans la SNBC1, le rythme de changement à mettre en oeuvre devient plus important.**

a Rogelj, J., D. Shindell, K. Jiang, S. Fifita, P. Forster, V. Ginzburg, C. Handa, H. Kheshgi, S. Kobayashi, E. Kriegler, L. Mundaca, R. Séférian, and M.V. Vilariño, 2018: Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press. Voir également Rogelj J., P. M. Forster, E. Kriegler, C. J. Smith et R. Séférian (2019),Estimating and tracking the remaining carbon budget for stringent climate targets, Perspective, Nature, vol 571, pp. 335-342, **https://doi.org/10.1038/s41586-019-1368-z**.

b Pour calculer le budget carbone de la SNBC2, les émissions de l'inventaire Citepa sont prises en compte de 2015 à 2018.

MESSAGES CLÉS

- Avec une réduction estimée à 1,9 % en 2019, la réduction des émissions s'accélère et correspond à la baisse attendue par la stratégie nationale bas-carbone. Ce résultat positif est à nuancer car le plafond du second budget carbone (2019-2023) a été relevé par la SNBC2, ce qui en amoindrit l'ambition en la reportant au troisième budget carbone.

- Le respect du second budget sera en partie dû à des réductions résultant des changements de comportement imposés par le confinement, et le budget fixé perd par conséquent de sa capacité à mesurer et engager les transformations sectorielles nécessaires.

- La France avait déjà pris du retard dans sa transition vers une économie bas carbone sur la période du premier budget. Il n'est à ce jour pas prévu de le compenser en réduisant d'autant les prochains budgets carbone.

- Le rythme de baisse doit doubler par rapport à la période pré-Covid-19 pour atteindre -13 Mt éqCO_2 par an dès 2021 selon la SNBC2. Les orientations prises dans le cadre de la relance seront cruciales pour retrouver une trajectoire compatible avec l'objectif de neutralité carbone, tout en préservant l'emploi et la compétitivité des entreprises.

- Les budgets carbone qui seront fixés pour l'empreinte carbone de la France et les transports internationaux lors de la prochaine révision de la SNBC devront permettre des réductions d'émissions en cohérence avec les objectifs de l'accord de Paris.

1.3 SUIVI DE LA TRANSITION CLIMATIQUE

Pour mieux saisir la mise en œuvre de la transition bas-carbone, le suivi des émissions de GES peut être utilement complété par celui des transformations physiques, de l'action publique et des changements structurels qui, à travers des indicateurs, informent de la conformité de l'action gouvernementale avec les objectifs de la stratégie nationale bas-carbone (SNBC).

1.3.1 DES AVANCÉES ENCOURAGEANTES DANS LE SUIVI DE LA SNBC À DÉVELOPPER

Le gouvernement réalise un suivi de la transition bas carbone à travers la mise à jour régulière d'un tableau de bord de la SNBC. Défini en concertation avec les parties prenantes du Comité d'information et d'orientation de la SNBC, ce tableau de bord inclut un ensemble de 189 indicateurs répartis en quatre groupes qui portent respectivement sur les résultats, le contexte, des indicateurs pilotes et l'intégration des orientations de politique publique de la SNBC, ainsi qu'une liste d'indicateurs environnementaux complémentaires proposés dans le cadre de l'évaluation environnementale stratégique (voir tableau 1.4). La SNBC2 prévoit que le gouvernement publie annuellement un rapport sur le suivi des indicateurs de résultats et tous les deux ans un rapport sur le suivi de la liste complète du tableau de bord.

Le suivi de la SNBC constitue une innovation notable dans le suivi de l'action gouvernementale vers plus de transparence dans les débats publics et de redevabilité envers les parties prenantes. Peu de politiques publiques font l'objet d'un suivi si détaillé. Issu d'un travail important des services de l'État, le tableau de bord de la SNBC marque une avancée essentielle pour suivre l'avancement de la mise en œuvre de la stratégie bas-carbone, telle qu'elle est fixée par le gouvernement, ainsi que pour rendre compte envers l'ensemble des parties prenantes ayant participé à l'élaboration de la SNBC et concernés par sa mise en œuvre effective. Des indicateurs de la SNBC sont par ailleurs présents dans les plans d'action publiés par le ministère de la Transition écologique (MTE) celui de l'Économie, des finances et de la relance (MEFR), ce qui traduit leur progressive appropriation par l'ensemble du gouvernement.

Néanmoins, la mise en œuvre de ce suivi présente un certain nombre de limites qui nécessitent d'être remédiées :

- **La fréquence de publication est irrégulière et moindre que celle requise par la SNBC 2, qui**

demande un suivi annuel des indicateurs de résultats et un suivi bisannuel de l'ensemble du tableau de bord (voir tableau 1.4). À ce jour, un unique rapport portant sur le suivi des indicateurs de la SNBC a été publié en janvier 2018. Une actualisation des indicateurs a été réalisée en mars 2021 sur une page web dédiée.

- **Plusieurs indicateurs importants manquent et certains diffèrent en partie de ceux annoncés dans la SNBC 2.** La mise à jour des indicateurs publiée en ligne en mars 2021 est incomplète, parfois erratique. Par exemple, la SNBC 2 indique que l'indicateur B2 IP2 informe sur le nombre de rénovations selon la performance dans le parc privé et le tertiaire, or l'indicateur renseigné porte uniquement sur le nombre de rénovations de logements financés par le programme Habiter Mieux de l'Anah. Il ne renseigne ainsi pas sur le nombre de rénovations performantes, qui sont celles ciblées par la SNBC, mais sur le recours à une aide publique, et omet le parc tertiaire. De plus, le suivi en ligne n'inclut pas les indicateurs d'intégration des orientations de politiques publiques, qui sont pourtant essentiels pour qualifier l'apport des politiques et mesures prises par le gouvernement aux orientations de la SNBC (par exemple « maîtriser la hausse de la demande de transports » (T6), « mieux maitriser le contenu carbone des produits importés » (EC1) ou encore « adapter l'appareil de formation initiale et continue » (PRO2)).

- **La publication d'un rapport de suivi bisannuel n'est pas réalisée.** Le suivi mis en ligne en mars 2021 n'a pas fait l'objet d'un rapport public, ni d'une consultation pour avis du HCC avant publication, tel que requis par la SNBC 2.

Tableau 1.4 – Les indicateurs de la SNBC 2 **et leur suivi par le gouvernement**

Indicateurs de la SNBC 2	Suivi du gouvernement	
	Attendu	**Réalisé**
Indicateurs de résultats (16) (comparables aux objectifs nationaux)	Suivi annuel	Un rapport (2018) Deux actualisations en ligne (2019, 2021)
Indicateurs de contexte (24) (mise en perspective des résultats)	Suivi bisannuel	Un rapport (2018) Une actualisation en ligne (2021)
Indicateurs pilotes (104) (mise en oeuvre des orientations)	Suivi bisannuel	
Indicateurs du niveau d'intégration des orientations dans les politiques publiques (45)	Suivi bisannuel	Un rapport (2018)

Source : xxxxx

1.3.2 VERS UN TABLEAU DE BORD À TROIS ENTRÉES

Le cadre d'indicateurs fixé par la SNBC pourrait évoluer et être amélioré dans le cadre de la révision à venir de la SNBC3 pour renforcer le pilotage et l'efficacité de la mise en œuvre de la transition bas-carbone.

Une meilleure structuration du tableau de bord de la SNBC apparait essentielle pour répondre au double défi de synthèse et de précision. Dans un souci de lisibilité, un suivi synthétique doit permettre de situer l'action de la France par rapport aux autres pays, ainsi qu'avec les échelons infranationaux. En complément, il est essentiel de mener un suivi fin des évolutions au sein des différents secteurs émetteurs pour comprendre les progrès réalisés et identifier les priorités.

Le tableau de bord de la SNBC doit renseigner la trajectoire des émissions GES, mais aussi l'état d'avancement des transformations physiques, l'exécution des politiques visant à réduire ces émissions, et les changements structurels menant à la neutralité carbone. Il est nécessaire pour cela de s'intéresser aux déterminants physiques des émissions, aux moyens et aux réalisations des transformations en cours, ainsi qu'à leur dimension structurelle et leur cohérence avec les budgets carbone (cf. encadré 1.2). Dans cette perspective, un tableau de bord de la SNBC organisé autour des trois catégories d'indicateurs suivants devrait être réalisé :

- **Suivi des transformations physiques :** Il s'agit de suivre un ensemble d'indicateurs portant sur les déterminants des émissions, et traduisant la façon dont le système physique se transforme (les stocks et les usages). Réalisé au sein de chaque secteur émetteur, les indicateurs suivis devraient être choisis en fonction de leur importance quantitative, et significatifs des évolutions attendues dans le secteur. Ces indicateurs sont utiles pour décrypter l'évolution des émissions et juger du caractère structurel ou conjoncturel des évolutions observées.

- **Suivi de l'action publique :** Il s'agit de suivre la mise en place des politiques et mesures agissant directement ou indirectement sur les émissions. Les indicateurs peuvent porter sur des mesures sectorielles ou transversales. Ces indicateurs sont utiles pour juger de l'effort d'atténuation du gouvernement au regard des budgets carbone, ainsi que pour anticiper les tendances, les politiques et mesures mettant plusieurs années à se traduire en réduction d'émissions.

- **Suivi des changements structurels :** Il s'agit de suivre les changements structurels qui permettent d'orienter les décisions publiques et privées dans un sens favorable à la transition bas carbone (cf. encadré 1.3) et dont les effets pourront être mesurés par des indicateurs physiques. Ces indicateurs sont utiles pour juger de la compatibilité du cadre dans lequel les acteurs publics et privés évoluent avec l'objectif de neutralité carbone.

Encadré 1.3

Changements évolutifs, changements structurels

Le besoin de « changements structurels » est régulièrement invoqué en matière de politique climatique, puisqu'eux seuls permettent de transformer en profondeur et durablement les modes de production et de consommation à la hauteur de l'objectif de neutralité carbone. **Pour autant, le caractère « structurel » des changements est rarement défini. Le GIEC parle de « changements évolutifs » (« *changement qui concerne un système entier et qui, outre l'évolution des techniques, requiert des facteurs économiques et sociaux conjugués à la technologie pour induire un rapide changement d'échelle* »)[14], correspondant à des transformations technologiques, économiques et sociales qui permettent de changer d'échelle jusqu'à atteindre le système tout entier. On perçoit d'instinct la distinction entre d'un côté des actions limitées dans le temps ou dans leur portée, sans conséquence sur les trajectoires de réduction des émissions ou de renforcement de la résilience, et de l'autre des actions qui vont permettre d'infléchir durablement et massivement notre influence sur le climat.**

La notion de changement structurel ne doit pas être réduite à de simples changements d'échelle qui résulteraient de l'agrégation d'actions locales, ponctuelles et individuelles. **Il s'agit de changements qui se manifestent au cœur des structures collectives, c'est-à-dire dans les arrangements matériels, technologiques, politiques et institutionnels qui organisent nos sociétés. Ces structures produisent des cadres relativement rigides et inertiels pour les actions des individus et des organisations et peuvent être à l'origine des verrous qui bloquent les évolutions des modes de production et de consommation attendus. Ces structures concernent par exemple les aménagements territoriaux et urbains, les modèles économiques et les indicateurs de performances, les normes techniques de construction, les institutions politiques, les normes sociales autour de la consommation, ou encore les normes professionnelles dans certains secteurs.**

Ces structures collectives, issues de rapports de force complexes entre les différents intérêts en jeu produisent des règles auxquelles les acteurs se conforment, verrouillant les choix et les décisions.

Les structures collectives sont fortement inertielles à la fois parce qu'elles résultent d'actions collectives et parce qu'elles s'imposent aux individus. Par exemple, l'aménagement du territoire qui conditionne la localisation des emplois, l'étalement urbain, mais aussi la variabilité du prix du foncier ou encore la carte scolaire, les services de proximité et les dessertes de transports en commun, sont autant de structures qui contraignent la localisation des ménages et les formes de mobilité. Si des interventions sur le prix des carburants peuvent réorienter à la marge ces choix de mobilités, ceux-ci dont d'abord conditionnés par ces dimensions plus structurelles. Ce sont ces changements structurels que doivent cibler les interventions publiques.

Produire des changements structurels nécessite par conséquent à la fois d'identifier les structures collectives à l'origine des verrous empêchant la réduction des émissions et de produire des structures collectives alternatives qui y seront au contraire favorables : **transports en commun, pistes cyclables et garages à vélo, dispositifs de covoiturage au niveau des communes et des entreprises, voitures ou vélo électriques en libre-service dans les zones denses, politiques de lutte contre l'étalement urbain, localisation des activités économiques etc.**

Par conséquent, une mesure de politique publique à elle seule, surtout si elle vise les seuls comportements individuels, peut difficilement produire des changements structurels. **En revanche, il est utile de s'interroger sur les structures collectives dans lesquelles elle s'insère, afin d'identifier les arrangements collectifs qu'elle renforce ou fait évoluer. Plusieurs aspects peuvent être interrogés :**

- S'assurer que les mesures ont, au-delà des seuls comportements visés, des effets sur les organisations collectives : **par exemple des taxes sur le poids des véhicules, ou un étiquetage carbone des produits de grande consommation n'ont pas seulement des effets sur les choix des individus, mais aussi sur les décisions des entreprises qui fabriquent ou distribuent ces produits et qui veulent éviter des effets de stigmatisation de leurs offres.**

- Articuler les mesures entre elles pour engager des changements structurels : **par exemple, le développement de la culture des légumineuses permettant de lutter contre la déforestation importée nécessite un continuum d'interventions depuis celles ciblant la recherche et les structures du conseil agricole, jusqu'à celles ciblant les acteurs de la transformation ou encore ceux de la restauration collective.**

- Inscrire les interventions dans la longue durée pour construire de la dépendance de chemin : **par exemple, privilégier des aides publiques à des rénovations performantes sur dix ans plutôt qu'un abattement fiscal sur des gestes isolés de rénovation pendant un ou deux ans.**

En outre, une réflexion doit s'engager pour mieux identifier les verrous structurels et orienter les interventions. **Les sciences sociales qui étudient la complexité des sociétés doivent être d'avantage sollicitées (en complément des approches plus individuelles ou comportementales de l'économie ou de la psychologie déjà mobilisées) afin de comprendre où sont les intérêts, les obstacles et les leviers de la transition, au sein des organisation publiques et privées, dans la formation des dirigeants, au sein des secteurs économiques, dans les normes professionnelles ou sociales.** Mettre en place ou évaluer une politique climatique porteuse de changements structurels, c'est créer des leviers qui vont permettre de dépasser l'inertie ou le blocage **des structures collectives tendant à conserver et reproduire les modes d'organisation, de production et de consommation incompatibles avec les limites de la planète.**

Le tableau de bord de la SNBC propose des indicateurs appartenant à ces trois catégories qui doivent être mieux homogénéisées dans leur traitement. Par exemple, les « indicateurs pilotes » de la SNBC portent parfois sur les déterminants des émissions (par exemple, B1 IP2 « quantité d'énergie produite par les différentes énergies renouvelables liées aux bâtiments ») et d'autres fois sur des politiques et mesures particulières pour les réduire (par exemple, B2 IP2 « nombre de rénovations dans le parc privé et dans le tertiaire »). Il serait souhaitable de distinguer ces deux suivis. Il est également important de noter que les indicateurs pilotes, qui accompagnent les orientations transversales et sectorielles par la SNBC, pâtissent du fait que les orientations sont elles-mêmes de différentes natures, portant tantôt sur des objectifs et d'autres fois sur des politiques. Une analyse critique du suivi de la transition juste illustre comment les indicateurs retenus au sein de la SNBC 2 pourraient être améliorés (voir encadré 1.4).

Enfin, la SNBC propose un ensemble d'indicateurs portant sur le niveau d'intégration des orientations SNBC dans les politiques publiques. Réalisé sous la forme d'une notation simplifiée par étoiles, ce suivi indique pour chaque orientation si les politiques en place sont cohérentes, se rapprochent ou sont encore éloignées avec la recommandation et permettent ou non d'engager la transition au rythme attendu. Il s'agit d'une forme d'auto-évaluation par laquelle le gouvernement indique le niveau de mise en œuvre de ses propres engagements. **Cet effort de transparence est louable, mais mériterait d'être clarifié par une précision sur les critères retenus.**

1.3.3 SUIVRE L'ACTION GOUVERNEMENTALE

Pour évaluer plus globalement la cohérence entre les politiques et mesures prises par le gouvernement et le cadre fixé par la SNBC, le HCC a réalisé une analyse des écarts entre les mesures prises et les objectifs de la SNBC. L'approche retenue est la suivante :

- **Conformité des mesures avec la SNBC :** Il s'agit d'analyser dans quelle mesure les politiques et mesures prises couvrent tout ou partie des orientations de la SNBC. Ce travail permet d'évaluer le taux de couverture de la SNBC et d'éclairer l'accent plus ou moins important porté aux différents secteurs émetteurs et à chacune des orientations SNBC.

- **Contribution des mesures aux objectifs de la SNBC :** Il s'agit d'analyser si les politiques et mesures prises par le gouvernement visent bien à produire les transformations visées par la SNBC. L'horizon de l'analyse est 2033 (fin du 3ème budget carbone), avec l'objectif neutralité carbone en 2050 en ligne de mire. Ce travail permet d'évaluer le niveau de mise en œuvre des orientations de la SNBC, ainsi que pour chaque secteur émetteur, de caractériser les avancées et les manques par rapport aux objectifs fixés par la SNBC.

- **Ce travail permet de mesurer l'effectivité et l'efficacité de l'action gouvernementale par rapport aux objectifs de la SNBC.** Suivre l'action gouvernementale appelle néanmoins plus largement à questionner la pertinence des orientations qui ont été retenues dans la SNBC pour véritablement mener la France sur la neutralité carbone. L'avis sur la prochaine révision de la SNBC sera l'occasion de porter une analyse critique du cadre fixé par la SNBC et progresser sur les orientations de politiques publiques et les indicateurs à suivre.

Figure 1.21 – Analyse des lacunes : quel bilan de l'action gouvernementale **depuis 2015 pour réaliser la SNBC2 ?**

Une analyse des lacunes a été réalisée par le HCC pour évaluer la contribution des politiques et mesures prises par le gouvernement depuis 2015 à la mise en œuvre des orientations de politiques publiques fixées par la SNBC. Cinq secteurs sont analysés : les transports, les bâtiments, l'agriculture, l'industrie et l'énergie. Les résultats sont détaillés dans le chapitre 3 et l'annexe 3.

L'action gouvernementale va globalement dans le bon sens mais reste insuffisante à l'atteinte des objectifs fixés par la SNBC. Certaines orientations ne sont actuellement pas couvertes et appellent à une vigilance particulière.

- Une unique orientation (Bâtiments 3) voit ses objectifs probablement atteints du fait des politiques et mesures prises par le gouvernement.

- La majorité des orientations (12 sur 22) font l'objet de politiques publiques, mais il reste des incertitudes non négligeables quant à leur suffisance pour atteindre les objectifs fixés.
- Plusieurs orientations (6 sur 22) comportent des risques importants de non atteinte, les politiques publiques étant éloignées des objectifs fixés.
- Pour quelques orientations (3 sur 22), les éléments sources manquent pour juger de leur niveau de mise en œuvre.

	ORIENTATIONS DE LA SNBC	ÉVALUATION
TRANSPORTS	**T1 :** donner au secteur des signaux prix incitatifs	🔴
	T2 : fixer des objectifs clairs et cohérents avec les objectifs visés pour la transition énergétique des parcs	🟠
	T3 : accompagner l'évolution des flottes pour tous les modes de transport	⚫
	T4 : soutenir les collectivités locales et les entreprises dans la mise en place d'initiatives innovantes	⚫
	T5 : encourager le report modal en soutenant les mobilités actives et les transports massifiés et collectifs (fret et voyageurs) et en développant l'intermodalité	🟠
	T6 : maîtriser la hausse de la demande de transport	🔴
BÂTIMENTS	**B1 :** guider l'évolution du mix énergétique sur la phase d'usage des bâtiments existants et neufs vers une consommation énergétique totalement décarbonée	🟠
	B2 : inciter à une rénovation de l'ensemble du parc existant résidentiel et tertiaire afin d'atteindre un niveau BBC équivalent en moyenne sur l'ensemble du parc	🔴
	B3 : accroître les niveaux de performance énergie et carbone sur les bâtiments neufs dans les futures réglementations environnementales	🟢
	B4 : viser une meilleure efficacité énergétique des équipements et une sobriété des usages	⚫
INDUSTRIE	**I1 :** Accompagner les entreprises dans leur transition vers des systèmes de production bas-carbone et le développement de nouvelles filières	🟠
	I2 : Engager dès aujourd'hui le développement et l'adoption de technologies de rupture pour réduire et si possible supprimer les émissions résiduelles	🟠
	I3 : Donner un cadre incitant à la maîtrise de la demande en énergie et en matières, en privilégiant les énergies décarbonées et l'économie circulaire	🟠
AGRICULTURE	**A1 :** Réduire les émissions directes et indirectes de N_2O et CH_4, en s'appuyant sur l'agroécologie et l'agriculture de précision	🔴
	A2 : Réduire les émissions de CO_2 liées à la consommation d'énergie fossile et développer l'usage des énergies renouvelables	🟠
	A3 : Développer la production d'énergie décarbonée et la bioéconomie pour contribuer à la réduction des émissions de CO_2 françaises, et renforcer la valeur ajoutée du secteur agricole	🟠
	A4 : Stopper le déstockage actuel de carbone des sols agricoles et inverser la tendance, en lien avec l'initiative 4p1000, les sols pour la sécurité alimentaire et le climat	🔴
	A5 : Influencer la demande et la consommation dans les filières agro-alimentaires en lien avec le Programme national de l'alimentation et de la nutrition (PNAN)	🟠
	A6 : Améliorer les méthodologies d'inventaires et de suivi	🟠
TRANSFORMATION DE L'ÉNERGIE	**E1 :** Décarboner et diversifier le mix énergétique notamment *via* le développement des énergies renouvelables (chaleur, biomasse et électricité)	🟠
	E2 : Maîtriser la demande *via* l'efficacité énergétique et la sobriété et lisser la courbe de demande électrique en atténuant les pointes de consommation saisonnières et journalières	🟠
	E3 : Préciser les options pour mieux éclairer les choix structurants de long terme, notamment le devenir des réseaux de gaz et de chaleur	🔴

Les orientations SNBC sont classées dans les quatre catégories suivantes :

🟢 **Politiques publiques :** alignées avec l'orientation SNBC. **Objectifs :** probablement atteints.

🟠 **Politiques publiques :** partiellement alignées avec l'orientation SNBC. **Objectifs :** incertitudes non négligeables sur leur réalisation.

🔴 **Politiques publiques :** éloignées de l'orientation SNBC. **Objectifs :** risques importants d'en dévier significativement.

⚫ **Politiques publiques :** impossible de juger de leur contribution à SNBC. **Objectifs :** atteinte impossible à anticiper.

Encadré 1.4

Analyse critique des indicateurs de la SNBC2 en matière de transition juste

La dimension sociale de la transition juste correspond à la prise en compte des inégalités et de l'inclusion de l'ensemble de la société. Dans le suivi de la SNBC, elle fait l'objet d'un indicateur pilote et de trois indicateurs de contexte :

- **(ECO2 IP2)** Taux d'effort énergétique des ménages (par catégorie de ménages). Cet indicateur s'avère ambigu car il dépend tout autant du revenu, du prix de l'énergie et des consommations. Il est partiellement inclus dans l'indicateur de contexte (IC12) (cf. annexe 1.3 pour les méthodes de calcul de ces deux indicateurs).

- **(IC12)** Population exposée à la précarité énergétique. Cet indicateur est essentiel pour suivre la part des ménages pouvant avoir des difficultés à se chauffer ou se déplacer. Il pourrait être complété par une approche multicritère[15] incluant les aspects de santé, d'endettement des habitants, d'équipement de l'habitation ainsi que la précarité alimentaire.

- **(IC9)** budget transports des ménages et (IC11) budget énergie des ménages : Ces indicateurs, également sensibles aux prix, pourraient être remplacés par le suivi des consommations d'énergie, dans tous les déciles de revenus, y compris les plus élevés.

Dans une approche sectorielle, d'autres indicateurs pourraient être suivis après avoir fait l'objet d'un débat entre parties prenantes sur leur intérêt en termes de transition juste. La rénovation des logements sociaux, l'accès à une offre satisfaisante de transports doux ou en commun, la restauration scolaire et/ou collective, publique et privée en bio, local, de saison, végétarienne etc. en sont des exemples possibles.

Enfin, il serait souhaitable de suivre les effets sur la distribution des revenus des aides à la transition climatique, et de les mettre en perspective avec un suivi des prélèvements, taxe carbone, prix du carbone au sein de l'ETS notamment.

La dimension politique de la transition juste correspond à l'appropriation des politiques climatiques et à la participation des parties prenantes aux prises de décision. Elle n'est pas explicitement prise en compte au sein de la SNBC2, mais fait l'objet d'un indicateur pilote au sein de l'orientation relative à l'éducation, la sensibilisation et à l'appropriation des enjeux et des solutions par les citoyens : (CIT IP3) Évolution des réponses à la question « je vais vous citer des actions qui pourraient réduire les émissions de gaz à effet de serre ; pour chacun, dites-moi si vous le faites déjà ? » de l'enquête annuelle sur les représentations sociales du changement climatique de l'ADEME. Cet indicateur est compliqué à interpréter tant les pratiques sur lesquelles les Français sont interrogés sont diverses. Par ailleurs, les pratiques ne correspondent pas véritablement aux enjeux politiques de la gouvernance de la transition. Cet indicateur pourrait être remplacé par d'autres données de sondage, dans l'enquête ADEME ou d'autres enquêtes barométriques, portant plus largement sur la nécessité d'agir par l'atténuation et par l'adaptation et la priorisation de la transition par rapport à d'autres enjeux et politiques, l'efficacité des pouvoirs publics à mener la transition ou encore le caractère socialement juste des mesures de transition.

Le suivi de la participation de tous aux prises de décision concernant la transition ne fait actuellement l'objet d'aucune orientation et d'aucun indicateur. Or, cet aspect est central en termes de participation juste pour assurer l'appropriation, l'adhésion et l'implication de la population dans la

transition. Un suivi qualitatif au cas par cas pourrait être envisagé à différentes échelles concernant le degré de participation du public, le niveau de redevabilité des pouvoirs publics ou des porteurs de projet ainsi que l'usage des résultats et propositions citoyennes. Un autre moyen pourrait être de suivre, par sondage, le sentiment de participer ou d'être pris en compte dans la mise en place de la transition.

La dimension économique de la transition juste vise les aspects emplois, formation et transformation de l'appareil productif.

En matière d'emploi, la SNBC2 prévoit un indicateur de contexte et un indicateur pilote :

- **(IC8) Demandes et offres d'emplois pour les métiers verts et verdissants[16] :** Cet indicateur pourrait être transformé en proportion afin d'en faciliter le suivi, la part des emplois verts et verdissant dans l'économie faisant partie des données suivies par l'Onemev[17]. Il pourrait également être intéressant de le décliner par secteur.

- **(PRO 1 IP1) Nombre de contrats de transition énergétique comportant des items « emploi et compétence » :** Cet indicateur peu éclairant en valeur absolue le serait plus sous la forme d'une proportion de territoires ou de la population active faisant l'objet de politiques visant l'emploi dans la transition climatique.

Concernant les transitions industrielles et leurs conséquences sur l'emploi, il semble réaliste et opportun d'ajouter un suivi qualitatif des actions de reconversion et notamment l'accompagnement des sous-traitants, des activités impactées en amont ou en aval pour les régions concernées, ainsi que les dispositions prévues par les plans stratégiques sectoriels en la matière.

Les aspects formation sont pris en compte par la SNBC2 par un indicateur pilote :

- **(PRO 1 IP2) Nombre de formations suivies par les salariés du secteur de la rénovation énergétique des bâtiments :** Cet indicateur pourrait être transformé pour suivre la part, et non le nombre total, des salariés, artisans, auto entrepreneurs ayant reçu une formation. Il est également nécessaire de le décliner sur les autres filières clés de la transition. Pour certains secteurs comme les bâtiments, l'objectif, structurel, pourrait être à terme de 100 % des salariés.

- **L'orientation (PRO 2) Adapter l'appareil de formation initiale et continue pour accompagner la transformation des activités et des territoires** ne dispose pour le moment d'aucun indicateur. La SNBC2 prévoit de le construire ou de le remplacer par une analyse qualitative, ce qui semble pertinent compte-tenu de la très grande diversité des situations et des acteurs. Un focus sur la formation des décideurs formations en sciences politiques, sciences de gestion, administration, écoles de commerces et d'ingénieurs notamment et des élus et chefs de cabinets pourrait être très pertinent.

Pour ce qui est de la transformation de l'appareil productif, la SNBC 2 dispose de nombreux indicateurs relatifs aux investissement **(ECO IR & ECO5 IP2)** et aux différents prix du carbone en fonction des taxes, des subventions et de l'ETS (**ECO1 IP1/ IP2/ IP3 /IC7)**. De façon sectorielle, l'indicateur **(T1 IP2) : Part des externalités générées par le routier payé par celui-ci** (transports) pourrait être étendu à d'autres activités que le transport routier : aviation, industrie, agriculture etc. Enfin, l'indicateur **(ECO2 IP2) « Volume d'utilisation par l'industrie des mesures de soutien à la transition bas-carbone (CEE, fonds chaleur, etc.) »** ne permet pas d'évaluer la part de non recours ou les effets d'aubaine. Un ratio des externalités payées par le secteur rapportées aux aides publiques de transformation serait plus instructif.

MESSAGES CLÉS

- Le tableau de bord de la SNBC marque une avancée essentielle pour suivre l'avancement de la mise en œuvre de la stratégie bas-carbone.
- Les indicateurs utilisés devront être améliorés dans le cadre de l'élaboration de la SNBC3, pour suivre les émissions, les transformations physiques, l'exécution des politiques d'atténuation, les dimensions de la transition juste et, globalement, l'avancement des changements structurels.
- Les politiques et mesures prises par le gouvernement depuis 2015 ne permettent que partiellement de mettre en œuvre les orientations de politiques publiques fixées par la SNBC2.

1.4 ÉVOLUTIONS MONDIALES

Pour mieux situer la dynamique des émissions françaises, il est utile d'observer les tendances internationales actuelles à l'aune des évolutions structurelles des années passées.

1.4.1 UNE BAISSE ÉPHÉMÈRE DES ÉMISSIONS MONDIALES

La pandémie de Covid-19 a eu un impact sans précédent sur les émissions de gaz à effet de serre[18] de l'ensemble de la planète, principalement en raison de la réduction forcée de l'usage de l'énergie dans les transports et l'industrie[19], venue s'ajouter à la décarbonation de la production d'énergie[20]. Dans la majorité des pays, les émissions ont baissé en raison des mesures de confinement, des restrictions de déplacement et des fermetures d'activités économiques (-27 % au pic des confinements).

Cette baisse importante des émissions est néanmoins temporaire, sujette à des rebonds et ne reflète pas de changements durables dans les infrastructures. L'analyse du HCC publiée dans son rapport annuel 2020 reste valable : « *ces diminutions ne relèvent d'aucune action structurelle et ne sont donc pas durables. Elles ont un coût social élevé qui ne répond pas aux objectifs de la transition juste. Elles illustrent l'importance du levier que constituent le transport terrestre, notamment individuel, et la décarbonation de l'industrie pour accélérer la transition bas-carbone* »[21].

La concentration de CO_2 dans l'atmosphère s'est accrue[22]**.** Ainsi que l'a expliqué le HCC dans son dernier rapport annuel (cf. encadré « Réponse de la concentration atmosphérique de CO_2 et du climat aux émissions de CO_2 »), le niveau de CO_2 dans l'atmosphère aura continué d'augmenter, à un rythme dans les faits indiscernable de la variabilité naturelle interannuelle des puits de carbone, car les émissions globales ont continuées même si leur taux en 2020 était plus faible qu'en 2019.

Les émissions mondiales de CO_2 pourraient avoir baissé de 5,8 % en 2020 par rapport à 2019[23]. La baisse atteint 9 % parmi les pays les plus développés[24]. Aux États-Unis, la baisse pourrait avoir atteint 10,9 % sur l'année 2020, faisant passer les émissions sous le niveau de 1990, soit 21 % sous le niveau de 2005 mais encore loin de l'engagement pris lors de leur ratification de l'accord de Paris (de -26 à -28 % en 2025 par rapport à 2005)[25]. **Pour l'Union européenne (UE)**, les réductions des émissions n'ont pas été quantifiées mais elles seront probablement à la hauteur de la baisse anticipée du PIB en 2020, de 7,6 %.

Les émissions de CO_2 mondiales devraient croître de près de 5 % en 2021, selon l'Agence internationale de l'énergie[26], tirées par une consommation énergétique asiatique principalement alimentée au charbon. Comparé au premier trimestre 2020, le premier trimestre 2021 a vu une augmentation des émissions mondiales de 2,4 % principalement dues à l'industrie et à l'énergie[27]. Ce rebond équivaudrait à 80 % de la baisse des émissions de 2020 et resterait donc sous le niveau des émissions de 2019. Sans surprise, il constitue un rattrapage de la production sur une matrice identique à celle d'avant la crise et donc, fortement carbonée. En ce sens, il est aussi peu significatif que l'effondrement des émissions de l'année précédente. L'impact des plans de relance sur la décarbonation de l'économie globale pourra être évalué au cours des années à venir.

1.4.2 DES PLANS DE RELANCE ENCORE TOURNÉS VERS LE MONDE DE L'ÉNERGIE FOSSILE

L'expérience de la sortie de la crise de 2008, les solutions clairement identifiées dans les dix années qui ont suivi et leur capacité à répondre à la fois aux enjeux d'emploi, d'environnement et de santé[28] n'ont pas suffisamment pesé sur l'élaboration des plans de relance. Les plans des principales économies mondiales (les pays du G20 + 10 pays, soit près de 90 % des émissions mondiales de CO_2) ont engagé un total de 14,9 trillions de dollars de dépense. 4,6 trillions sont orientés vers les principaux secteurs émetteurs (transports, bâtiments, agriculture, énergie), desquels seulement 1,8 trillions pourraient être qualifiés de « verts »[29]. Sur le seul périmètre de l'OCDE, seuls 17 % des 1640 Mrd USD engagés seraient des « mesures positives pour l'environnement »[30], soit 336 Mrd USD – soit un montant équivalent aux mesures de soutien aux secteurs polluants.

Cette qualification de « vert » doit être observée avec prudence tant elle fait appel à des méthodologies différentes et rarement explicites. Contrairement au budget vert français ou à la taxonomie européenne, la plupart des évaluations des plans de relance concernent le seul aspect climatique de la dépense et sa contribution à décarboner l'économie – sans toujours prendre garde aux enjeux de biodiversité, de santé des sols et d'eau. Les analyses portent par ailleurs essentiellement sur l'objet de la dépense (typiquement, le soutien aux énergies renouvelables est considéré comme très « vert », celui aux énergies fossiles ou au transport aérien est très « gris ») sans se pencher sur la capacité de ces dépenses à lever les verrous qui sont des obstacles à la transition énergétique, et donc des trajectoires de décarbonation. S'agissant du plan de relance français, le HCC avait proposé une évaluation en référence à la trajectoire fixée par la loi, excluant la notion de neutralité de la dépense publique au regard du climat[31]. Enfin les taxonomies développées par les think tanks et ONG éditeurs de ces parangonnages reflètent des choix propres à ces organisations. Par exemple, le Green Recovery Tracker[32] développé par E3G (Royaume-Uni) et l'Institut Wuppertal (Allemagne) classent les dépenses dans le secteur nucléaire comme négatives pour le CO_2, mais les véhicules électriques très positifs sans considérer les modes de production de l'électricité, etc.

Les évaluations menées au niveau international permettent néanmoins, au sein d'un même corpus méthodologique et toutes choses égales par ailleurs, de positionner le plan de relance français dans l'Union européenne. L'effort de verdissement du plan de relance français demeure relativement bien évalué à l'échelle mondiale, mais parfois moins à l'échelle européenne en raison des investissements verrouillant des trajectoires carbonées. Ces exemples montrent les fortes variations relatives et absolues de ces parangonnages et invitent à une prudence renouvelée dans l'usage des « études » internationales, souvent éloignées des critères de la recherche ou de l'évaluation. L'OCDE ne se prononce pas sur un total agrégé de dépenses. Selon le Green Recovery Tracker, et sur huit pays européens analysés, le plan français apparaît plutôt dans la moyenne basse, à parité avec le plan allemand (moins de 25 % de dépenses « vertes ») et loin derrière le plan espagnol (53 %). Mais à l'inverse, le Green Recovery Observatory[33], évalue que 35 % des dépenses françaises sont « vertes » (soit un chiffre légèrement supérieur à celui du gouvernement et du HCC), mais 57 % des dépenses allemandes et 24 % des dépenses espagnoles le seraient aussi. Enfin selon le Green Economy Tracker[34] seules la France et la Suède répondent positivement aux cinq critères d'une relance verte telle que définie par le think tank.

Encadré 1.5

L'effort de la France dans son contexte international

Il est un argument souvent entendu qui voudrait que la France fasse assez d'efforts, voire trop, au regard de sa part réduite des émissions mondiales. **Outre qu'il est l'une des figures bien identifiées des discours retardant l'action climatique[a] - visant à détourner la responsabilité en la relativisant – cet argument est fondé sur une mauvaise appréhension de la réalité :**

En 2019[b], la population de la France représente 0,84 % de la population mondiale et ses émissions territoriales 0,89 % des émissions mondiales – mais près du double quand on intègre les émissions importées[c]. **En 2018 les émissions territoriales ne représentaient que 58 % de l'empreinte carbone de la France, ce qui porterait sa responsabilité totale à plus de 1,5 % des émissions mondiales – hors**

transports internationaux, qui représenteraient entre 5 et 10 % des émissions nationales selon les modes de calcul. On parvient à une part française annuelle dans le budget carbone mondial proche du double de la part de sa population sur la planète.

La France a sa part de responsabilité historique dans le réchauffement. Elle est estimée en 2017 être à l'origine de 2,38 % du cumul des émissions mondiales de CO_2, depuis le début de la Révolution industrielle. C'est évidemment moins que les grands émetteurs (Chine, 12,65 %, États-Unis 25,29 %) et que ses propres partenaires européens (Allemagne 5,73 %, Royaume-Uni 4,88 %) mais cela reste encore supérieur à bien des pays émergents ou en développement à la population souvent plus nombreuse (Afrique du sud 1,25 %, Brésil 0,90 %, Indonésie 0,78 %, etc. La part de l'Inde - 2,96 % - a dépassé celle de la France en 2013 seulement). Il est donc juste que la France assume une part importante des efforts de réduction des émissions.

Pour ce faire, la France dispose de ressources humaines, technologiques et financières importantes qui résultent aussi de sa position dominante dans l'histoire récente du monde. Elle peut donc, plus que bien d'autres, réaliser cet effort et doit aussi, au nom de cette même responsabilité historique, aider les pays les plus démunis à le faire notamment à travers une aide au développement qui intègre des critères climatiques. C'est un des principes d'équilibre de la négociation de l'accord de Paris en 2015, ratifié par la France.

Enfin, pour avoir assumé un rôle de direction dans la négociation de l'accord de Paris, sa ratification et sa mise en œuvre, notamment au sein de l'Union européenne, la France hérite d'un devoir d'exemplarité dans l'action climatique. Elle a une capacité d'entraînement du reste de l'Union européenne, de ses institutions et de ses acteurs économiques ou de la société civile, pesant positivement sur l'action internationale. La mise en œuvre soutenue de l'ambition climatique française contribue donc non seulement à l'influence de la France, mais aussi à l'exercice d'un effet de levier sur le reste du monde pour répondre à ce qui constitue, selon les termes du Secrétaire général des Nations unies, « *la plus grande menace pour l'humanité du XXI*ème *siècle* ».

a Lamb WF *et al.* (2020). Discourses of climate delay. Global Sustainability 3, e17, 1–5. **https://doi.org/10.1017/sus.2020.13**

b Ourworldindata.org, consulté en avril 2021, pour tous les chiffres de cet encadré.

c Haut conseil pour le climat (2020). Maîtriser l'empreinte carbone de la France. **https://www.hautconseilclimat.fr/publications/maitriser-lempreinte-carbone-de-la-france/**

MESSAGES CLÉS

- Les actions de réponse à la pandémie ont entraîné une baisse sans précédent des émissions mondiales de CO_2 en 2020.
- Il sera néanmoins éphémère si les plans de relance des grandes économies mondiales n'intègrent pas des mesures de décarbonation structurelles de leurs économies.
- Au-delà des différences d'appréciation sur ce qui est « vert » dans les mesures de relance, les efforts de concertation de la communauté internationale doivent porter dès cette année sur l'élaboration de trajectoires non-verrouillées sur des modes de fonctionnement émissifs (énergies fossiles, transports, changements d'usage des terres, etc.).

RECOMMANDATIONS CHAPITRE 1

1. Renforcer et pérenniser les réductions d'émissions observées dans les secteurs qui progressent en focalisant les efforts sur les avancées structurelles, et débloquer les secteurs qui ne voient aucun progrès significatif.

2. Poursuivre l'accélération émergente de la baisse des émissions sur le long terme en cohérence avec le rythme attendu par les prochains budgets carbones.

3. Les prochaines révisions de la SNBC doivent contribuer à rehausser les objectifs climatiques et non à les réduire.

5. Améliorer la lisibilité de la communication du gouvernement sur le climat et la redevabilité sur les progrès réalisés, en s'appuyant notamment sur le tableau de bord de la SNBC.

5. Dans une perspective européenne, la France doit tirer bénéfice d'une structure de ses émissions globalement positives sur le secteur de la production d'énergie pour prendre une position de leadership sur les secteurs des transports et de l'agriculture.

6. La France doit rehausser son objectif de réduction des émissions visé pour 2030, dans la suite des rehaussements récents de l'Allemagne et du Royaume-Uni ainsi que des États-Unis, et du fait d'une faisabilité renforcée par un appui européen élargi à de nouveaux instruments.

2. LES POLITIQUES PUBLIQUES EN FRANCE ET EN EUROPE

2.1 ÉVOLUTION DES POLITIQUES PUBLIQUES EN FRANCE

2.1.1 MISE EN ŒUVRE DE FRANCE RELANCE

Dans son avis publié en décembre 2020 sur le plan de relance présenté par le gouvernement[35], le HCC a pointé un ensemble de conditions pour que ce dernier contribue de manière significative à la neutralité carbone. Il s'agit :

- **D'orienter les financements favorables au climat sur les mesures permettant d'enclencher les changements structurels de la transition climatique.** Les deux tiers du plan qui soutiennent l'activité dans la continuité des pratiques actuelles doivent quant à eux être évalués au regard de leur contribution à la SNBC afin de limiter le risque de verrouillage dans des activités trop émettrices.

- **De couvrir plus largement les orientations de la SNBC.** La baisse des émissions et le renforcement des puits de carbone des secteurs de l'agriculture et forêt-bois doivent être davantage soutenus. Les financements encourageant la sobriété doivent être augmentés, l'accent étant actuellement essentiellement porté sur la décarbonation et l'efficacité énergétique. L'important soutien à l'emploi et la formation, en termes de financements accordés par le plan de relance, doit être orienté en priorité vers les secteurs ou actions compatibles avec la transition climatique.

- **D'inscrire les mesures de transformation dans une perspective décennale** et de sanctuariser les niveaux de dépense.

- **De compenser les éventuels effets régressifs des mesures climatiques par des mesures complémentaires** prenant davantage en compte l'inclusivité et la réduction des inégalités.

Ces conditions restent pleinement valides aujourd'hui et doivent orienter la poursuite de la mise en œuvre de France Relance.

2.1.1.1 - Un suivi de France relance transparent mais limité sur la dimension climatique.

Le suivi du déploiement du plan de relance est assuré par le Secrétariat général à la relance, à travers un ensemble d'indicateurs simples. Mis à jour chaque mois, ce tableau de bord[36] permet de suivre l'exécution d'une quinzaine de mesures parmi les principales du plan. Des cartographies[37] du déploiement sont également disponibles par département et région. L'ensemble des données de suivi complété par des informations supplémentaires sur les projets financés est publié en accès libre sur data.gouv.fr et disponible sur les sites des préfectures régionales et départementales. Ce suivi public et détaillé est un élément positif de la mise en œuvre du plan, dont la communication auprès de la population française pourrait être renforcée.

Sur les 30 Mrd € du volet écologie, le suivi du tableau de bord porte sur six mesures représentant 9 Mrd € : la rénovation thermique des bâtiments privés (Ma Prime Rénov), la rénovation thermique des bâtiments publics, le verdissement du parc automobile (bonus écologique, prime à la conversion et parc de l'État) et la décarbonation de l'industrie. Les indicateurs suivis concernent les montants investis, le nombre de projets financés, l'énergie économisée ou encore les émissions de GES évitées. Le tableau 2.1 ci-dessous montre que **la disponibilité des informations relatives au climat est néanmoins limitée et partielle :**

- **L'information suivie porte avant tout sur le nombre de projets et les montants d'investissements déclenchés.** L'information énergie-climat est précisée sur les deux mesures relatives à la décarbonation de l'industrie (en termes d'émissions de GES évitées) et la mesure de rénovation énergétique des bâtiments publics (en termes d'énergie économisée).

Certaines mesures aux enjeux climatiques importants ne font pas l'objet d'un suivi, en particulier dans les transports et l'agriculture. Les mesures de soutien aux secteurs ferroviaires, aéronautiques et automobiles, ainsi que le soutien aux mobilités du quotidien représentent des montants de financement importants. Aucune mesure n'est suivie dans le secteur de l'agriculture, alors même que l'effet sur le climat de la mesure « Transformation du secteur agricole » a été qualifiée d'ambigüe par le HCC dans son rapport « France Relance »[38]. Les projets de recherche et développement (R&D) financés dans le cadre du quatrième Programme des investissements d'avenir (PIA) font quant à eux l'objet de financements importants dont un tiers doit porter sur l'écologie, et ayant un effet structurant pour les investissements à venir.

Il est nécessaire de systématiser le suivi du volet climatique de France relance, d'intégrer au tableau de bord l'ensemble des mesures aux enjeux climat importants, et d'évaluer l'effet attendu des mesures sur les émissions et leur contribution à la SNBC, par exemple en indiquant les estimations de réduction d'émissions relativement aux budgets carbone ou encore leur contribution aux orientations de politiques publiques définies par la SNBC. Il est pour cela possible de s'appuyer sur les études réalisées sur l'impact climatique de dispositifs existants et de les compléter, telle l'analyse du CGDD publiée en 2019 sur la prime à la conversion qui mériterait d'être actualisée.

Une attention particulière doit être portée dès à présent aux redéploiements réalisés entre les mesures de France relance. Malgré une sanctuarisation des 30 Mrd € du volet Ecologie de France Relance dans la loi de finances 2021, le gouvernement a annoncé dans le PLFR 2021 du 2 juin 2021, une annulation d'autorisation d'engagements de 534 M € du volet Écologie, qui n'est pas entièrement compensée par un réabondement de MaPrimeRénov à hauteur de 200 M €. Le gouvernement a indiqué que « *des redéploiements pourront être opérés régulièrement entre les différentes mesures pour favoriser une gestion agile de la relance au bénéfice des mesures les plus efficaces* »[40] au sein de chaque volet. Ces redéploiements ne doivent pas conduire à une réduction des crédits de l'axe Ecologie de France Relance. Au sein même du volet Ecologie, plusieurs mesures pourraient avoir des conséquences ambiguës sur le climat, telles que la prime à la conversion ou encore le renouvellement des agroéquipements (voir rapport du HCC sur France Relance[41]). Les mesures les plus efficientes (en euros par tonne de CO_2 évitée) devront être favorisées au sein des différents secteurs émetteurs.

Tableau 2.1 – Disponibilité des données **sur le suivi de quelques mesures de France Relance majeures sur le climat**

Secteur émetteur	Mesure de France Relance	Montant annoncé (Mrd€)	Suivi dans le tableau de bord	Disponibilité de l'information – Montant investi	Nombre de projets	Contribution énergie-climat
Transports	Bonus automobile	1,9	Oui	●	●	●
	Prime à la conversion			●	●	●
	Renouvellement du parc automobile de l'État	0,2	Oui	●	●	●
	Soutien au secteur ferroviaire	4,7	Non	●	●	●
	Soutien aux secteurs aéronautiques et automobiles	2,6	Non	●	●	●
	Mobilités du quotidien	1,2	Non	●	●	●
Bâtiments	Rénovation des bâtiments publics	4	Oui	●	●	● Énergie économisée
	Ma Prime Rénov	2	Oui	●	●	●
Industrie	Efficacité énergétique industrielle	1,2	Oui	●	●	● Émissions réduites
	Chaleur bas-carbone industrielle			●	●	● Émissions réduites
Énergie	Hydrogène vert[a]	2	Non	●	●	●
Agriculture	Transformation du secteur agricole	0,4	Non	●	●	●
Transverse (R&D)	PIA 4 - Technologies vertes	3,4	Non	●	●	●

[a] La stratégie Hydrogène est dotée de 7,2 Mrd€ d'ici 2030, dont 5 Mrd€ hors plan de relance.

Code couleur : ● Information disponible dans le tableau de bord de France relance ● Information disponible sur un site tierce ● Information non disponible

Source : Ministère de l'économie, des finances et de la relance. Tableau de bord France Relance - Volet Écologie. - **https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance/tableau-de-bord/ecologie**

2.1.1.2 - Une évaluation indépendante de France Relance devra être menée au regard de la SNBC

Définie au sein de la loi de finances 2021[42], l'évaluation de France Relance est préparée et conduite par un organisme indépendant, le Comité Cœuré[43]. Nommé au printemps 2020 pour le suivi et l'évaluation des mesures de soutien financier prises dans le cadre de la crise sanitaire, le comité Cœuré poursuit ses travaux sur l'évaluation de France Relance depuis le 1er avril 2021. La loi de finances 2021 demande au Comité Coeuré de remettre au Premier ministre et au ministre chargé de la relance un **rapport public annuel sur l'évaluation de France Relance, dont la première édition est attendue au plus tard le 15 octobre 2021**. On notera que la lettre de mission[44] envoyée par le Premier ministre au Président du comité en avril 2020 et le premier rapport d'étape[45] d'avril 2021 sur les mesures d'urgence face à la crise sanitaire ne contiennent aucune occurrence des mots « climat », « carbone », « transition » ou « environnement ». Cette absence devra être corrigée pour le rapport public annuel.

Les efforts fournis dans la mise en place d'un suivi et d'une évaluation de France Relance doivent être salués, notamment la distinction opérée entre les travaux de suivi et d'évaluation dont la finalité et les méthodes diffèrent ; ainsi que la planification et l'indépendance prévues pour le processus d'évaluation. Si les travaux d'évaluation ne peuvent être concrètement débutés qu'une fois les mesures déployées et ayant produit leurs premiers effets, ils nécessitent néanmoins d'être planifiés dès le début afin d'assurer la collecte et la disponibilité des données nécessaires à une évaluation des mesures au regard des enjeux climatiques.

Une bonne évaluation de France Relance devrait intégrer les effets socio-économiques et environnementaux induits par les investissements financés dans le cadre de la relance. Il est essentiel que l'évaluation de France Relance soit aussi réalisée au regard du climat dans le cadre des travaux du comité Cœuré. Elle doit inclure les mesures ayant un impact potentiellement significatif sur les émissions de GES (à la hausse ou à la baisse) et évaluer leur contribution à la SNBC, tel que recommandé dans le rapport spécial du HCC sur l'évaluation des lois au regard du climat qui préconisait l'insertion d'une méthodologie pour ce faire, dans le guide de légistique du Secrétariat général du gouvernement[46].

2.1.1.3 - Des conditionnalités climat dans les appels à projets à préciser et étendre

Certaines mesures de France Relance se matérialisent sous la forme de politiques de guichet (Ma Prime Rénov, bonus automobile, etc.) alors que d'autres prennent la forme d'appels à projets. Trente-six d'entre eux représentent des montants d'investissements importants de l'axe Écologie, avec des impacts potentiellement structurants. L'analyse des appels à projet est détaillée dans l'annexe 2.1. Trois types de conditionnalités peuvent être distingués en fonction de leur position dans le cycle d'attribution d'une aide publique : critères d'éligibilité en amont de la phase de sélection ; critères de sélection pour l'attribution de l'aide en fonction des impacts; conditionnement du versement de l'aide à l'accomplissement d'un certain nombre d'engagements ou d'obligations.

L'analyse de l'ensemble des appels à projets du volet Ecologie de France Relance tels que listés par le ministère de l'Économie à date de mars 2021 pointe les enseignements suivants :

- **Un peu plus de la moitié des appels à projets du volet Écologie est soumise à des critères d'éligibilité climat.** Il peut s'agir d'une obligation pour les projets de s'inscrire dans un des objectifs climats de l'appel à projet, tel que réduire les émissions directes de GES ou contribuer à décarboner l'industrie. Il peut également s'agir de normes et obligations antérieures au processus de candidature, telles que respecter des seuils pour l'appel à projets « Biomasse Industrie Agriculture Tertiaire » (100 % des surfaces forestières certifiées, rendement de la chaudière thermique supérieur à 85 %, etc.) ou encore avoir fait réaliser une analyse par l'Ademe du plan d'approvisionnement pour l'appel à projet « Combustibles solides de récupération ». D'autres critères d'éligibilité climat sont quant à eux non impératifs. La contribution à l'atténuation ou à l'adaptation au changement climatique fait dans ce cas partie des objectifs de l'appel à projets mais certains projets sélectionnés pourront s'inscrire dans d'autres objectifs et ne pas avoir d'impact positif sur l'atténuation ou l'adaptation.

- **Si de nombreux appels à projets incluent un critère de sélection climat dans leur cahier des charges, leur niveau d'ambition et de précision est néanmoins disparate et manque de cohérence.** Il peut s'agir d'une simple mention de la contribution à la transition écologique, du gain énergétique attendu, des émissions GES réduites, ou encore de l'efficacité de l'aide publique (en euros par tonne éqCO_2 évitée). La sélection peut également se faire en fonction de la cohérence de l'ambition climatique des projets avec la stratégie de décarbonation de l'entreprise (engagements climatiques d'une entreprise ou d'une filière) ou par rapport aux démarches nationales ou locales (PCAET, SRADDET, SNBC, CTE, stratégie nationale hydrogène, etc.). Parmi les meilleurs exemples figurent l'appel à projets de décarbonation de l'industrie (DecarbIND)

Tableau 2.2 – Exemples de critères de sélection climat **de plusieurs appels à projet de l'axe Écologie de France Relance**

	CRITÈRES DE SÉLECTION CLIMAT	
Appels à projet	**Performance de décarbonation**	**Intégration dans une stratégie globale**
DecarbIND	**OUI** : Réduction des émissions de GES (en volume et pourcentage) ; efficacité de l'aide publique (€/tCO_2 évitées)	**OUI** : Cohérence avec la stratégie de décarbonation du groupe industriel ; synergies avec d'autres impacts environnementaux ; intégration du projet dans les démarches locales ; capacité du projet à structurer la filière
Ecosystèmes territoriaux hydrogène	**OUI** : efficacité de l'aide publique (€/kg d'hydrogène produits et €/tCO_2 évitées)	**OUI** : intégration du projet dans une « stratégie globale de transition écologique » ; effet structurant pour la filière
Soutien à la filière bois	**OUI** : gain de performance environnemental ; adaptation au changement climatique	**NON**
Alimentation locale et solidaire	**NON**	**NON**

Source : Ministère de l'Economie, des finances et de la relance - Agenda des appels à projets - **https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance/appels-projets**

Tableau 2.3 – Description des six appels à projet de l'axe Ecologie de France Relance **faisant l'objet d'un conditionnement au versement de l'aide**

Appels à projet	Conditions au versement de l'aide
Décarbonation de l'industrie	• Remboursement obligatoire de l'aide si les réductions d'émissions constatées sont inférieures à 50 % des réductions promises • Conditionnement de 20 % du versement de l'aide à un prorata de l'atteinte des réductions d'émissions promises
Biomasse Industrie Agriculture Tertiaire	Conditionnement de 40 % de l'aide : • 20 % versés si la production réelle est d'au moins 50 % de l'objectif • 20 % conditionnés au prorata de la production thermique réelle
MassiRéno « EnergieSprong »	• Remboursement de la subvention en cas de non-atteinte des objectifs
Combustibles solides de récupération	• Maximum de 10 % de l'aide versée au prorata de la production énergétique réelle sur un an de fonctionnement.
Décarbonation de l'industrie IndusEE[1]	Conditionnement de 60 % de l'aide : • 40 % conditionnés à la mise en service du dispositif • 20 % conditionnés au prorata des économies réalisées/promises au bout d'un an de production
PIA Hydrogène	• Modulation possible dans la limite de 75 % de l'aide totale en fonction de l'impact environnemental réel du projet

Source : Cahier des charges des appels à projet

ou l'appel à projet Écosystèmes territoriaux hydrogène (voir graphique/tableau). On peut également regretter un manque de transparence sur la manière dont sont utilisés ces critères, que ce soit pour hiérarchiser les projets, notamment au regard d'autres critères de sélection, et pour sélectionner les projets retenus *in fine*.

- **Quelques appels à projets conditionnent le versement de l'aide publique à l'atteinte d'un certain niveau de performance et contribuent ainsi à maximiser l'efficacité de l'aide publique.** Six appels à projet incluent une conditionnalité de performance par rapport aux promesses formulées lors de la candidature contre 21 qui ne le font pas (voir tableau 2.3). L'information est indisponible pour les neuf autres. Leur analyse montre que les critères sont dans la majorité des cas quantifiables et vérifiables. Leur niveau d'ambition apparait néanmoins disparate, tant en termes de part de l'aide conditionnée (conditionnement de 20 % de l'aide versus remboursement intégral par exemple) que des modalités associées (si la performance réelle est inférieure à un seuil déterminé ou au prorata de l'atteinte des objectifs). L'ambition de ces conditionnements dépend aussi des modalités de calcul des réductions d'émissions permises par les projets, car selon le scénario de référence auxquels ils se comparent, les émissions réduites pourront être plus ou moins importantes. Ces conditionnements au versement créent néanmoins une incitation supplémentaire à véritablement atteindre les objectifs annoncés, et ce faisant instaurent une quasi-obligation de résultat et un contrôle *a posteriori*.

Pour maximiser le gain écologique des projets et l'efficacité de l'aide publique, il est souhaitable de généraliser les conditionnalités climat aux appels à projets où cela est envisageable, de clarifier le contenu climat des conditionnalités des appels à projets, de renforcer l'obligation de résultat, et d'inclure le coût de l'aide publique par tonne de CO_2 évitée par les différents projets.

MESSAGES CLÉS

- Le suivi et l'évaluation de France Relance intègre insuffisamment la dimension climatique, avec peu d'indicateurs énergie-climat et en oubliant des mesures aux enjeux climat importants, y compris sur les enjeux d'adaptation et de résilience face aux changements climatiques.
- La mission du comité Cœuré n'évalue pas explicitement France Relance au regard du climat et de sa contribution à la SNBC et au PNACC.
- Plusieurs appels à projets de France Relance sont soumis à des conditionnalités climat, avancée positive pour aiguiller l'investissement vers la transition climatique. Leur niveau d'ambition et de précision est néanmoins disparate et manque de cohérence.
- Des premiers redéploiements de crédits ont été réalisés au détriment du volet Écologie de France Relance, et ce malgré les promesses gouvernementales de sanctuarisation des dépenses favorables à l'écologie.

Encadré 2.1

Pallier le gel de la taxe carbone

À la suite du mouvement des gilets jaunes fin 2018, la hausse de la taxe carbone française (également appelée contribution climat énergie - CCE) programmée pour 2019 a été reportée. Alors que la LTECV (2015) fixe l'objectif de 100 €/ t éqCO_2 en 2030, la trajectoire prévue n'a jamais été relancée et son montant stagne depuis à 44,6 € /t éqCO_2. Pourtant, la hausse de la taxe carbone constitue une hypothèse centrale de la SNBC. Du fait de son gel, 35 % de la baisse des émissions prévue par la SNBC ne serait dès lors couverte par aucune politique publique[a]. Le gouvernement semble réticent à revenir, au moins dans sa forme actuelle, sur cet instrument de la politique climatique qui fait l'objet d'un faible soutien de la société[b]. Il est néanmoins légitime de s'interroger sur les options possibles pour pallier le vide dont pâtit actuellement la stratégie française de décarbonation.

Le Haut conseil pour le climat identifiait dans son rapport annuel 2019 un ensemble de prérequis pour relancer une fiscalité carbone forte : expliquer ses finalités incitatives (et non budgétaires), être transparent sur l'utilisation de ses recettes, redistribuer une partie de celles-ci aux ménages aux

revenus modestes pour contrer l'impact régressif de ce type de fiscalité, élargir le périmètre des acteurs visés en retirant progressivement les exemptions, et investir massivement dans les infrastructures réduisant la dépendance aux pratiques fortement émettrices. **Ces prérequis restent d'actualité. Une première option est dès lors de satisfaire ces prérequis puis de reprendre la trajectoire d'augmentation de la CCE.**

Une deuxième option est offerte par l'élargissement du marché carbone européen aux secteurs des transports et des bâtiments, actuellement en cours de discussion. Si cet élargissement a lieu et en fonction des modalités qui seront retenues, il conviendra de veiller à l'articulation de la CCE et du prix du carbone européen, tout en satisfaisant les prérequis rappelés ci-dessus, qui valent de la même façon quand le prix du carbone est fixé par la politique nationale et quand il provient du marché européen. Cette option a l'avantage de renforcer la politique climatique européenne et d'inscrire la politique française dans ce cadre plus large. Son inconvénient est qu'elle ne va très probablement pas délivrer un signal prix ambitieux avant plusieurs années.

Une troisième option enfin est de rehausser de manière significative le niveau des outils complémentaires (règlementaires, subventions, investissements publics) pour offrir des solutions alternatives et ainsi renforcer l'efficacité du signal prix. Le rapport Stern-Stiglitz[c] montre qu'un prix du carbone est un outil nécessaire pour orienter les acteurs du marché vers la décarbonation, mais qu'il doit être combiné à d'autres instruments (ex. normes, subventions, investissements publics, mesures de formation et d'éducation, etc.) pour que la transition vers une économie bas carbone soit plus efficiente. Ceci permet de prendre en compte de manière pragmatique les diverses problématiques sectorielles de décarbonation, et bénéficie d'un bien meilleur support social. Les inconvénients de cette option sont que les normes peuvent s'avérer tout aussi régressives que la fiscalité carbone et que les subventions doivent bien être financées.

L'élaboration de la SNBC3 constituera une opportunité cruciale pour redéfinir la stratégie de décarbonation du gouvernement, qui devra trancher entre ces différentes options. Cela pose le double défi de l'efficience de l'action publique, afin d'atteindre l'objectif de neutralité carbone à moindre coût pour la société dans son ensemble, et de l'adhésion de la société à la politique climatique mise en place.

a Ademe, 2020

b Douenne et Fabre, Ecological Economics, 2020 ; Convention Citoyenne pour le Climat

c Banque Mondiale. 2017. « Carbon Pricing Leadership Coalition, Report of the High-Level Commission on Carbon Prices, Banque mondiale ». **https://static1.squarespace.com/static/54ff9c5ce4b0a53decccfb4c/t/59b7f2409f8dce5316811916/1505227332748/CarbonPricing_FullReport.pdf**.

2.1.2 SUIVI DE L'ÉVALUATION DES LOIS AU REGARD DU CLIMAT

Le Haut conseil pour le climat souhaite revenir sur l'enjeu essentiel de l'évaluation des lois au regard du climat, faisant suite à son rapport de 2019[47] ainsi qu'à l'avis donné sur le projet de loi portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets[48].

2.1.2.1 - De faibles progrès réalisés depuis la publication du rapport spécial « Évaluation des lois au regard du climat » du HCC

La situation a peu évolué sur les évaluations ex ante et ex post au regard du climat. Ce rapport pointait l'insuffisance des études d'impact des textes de lois qui ne prenaient que marginalement en compte les conséquences environnementales et climatiques des dispositions proposées. Sur la période octobre 2019 – mars 2021, seuls 4 % des articles de loi promulgués ont fait l'objet d'une étude d'impact environnemental (soit 45 articles sur 1375), contre 3 % sur l'année qui précédait (voir annexe 2.2). Ce résultat est porté à 13 % au sein des articles déposés par le gouvernement dans des projets de lois. Les études d'impact environnemental réalisées concernent principalement des lois sectorielles en lien avec la transition écologique (LOM, AGEC, LEC). Pourtant d'autres textes de lois promulgués comportent des effets potentiellement importants sur le climat et n'ont fait l'objet d'aucune étude d'impact environnemental, tels que la loi de programmation de la recherche pour les années 2021 à 2030 (2020), ou encore la loi relative à la transparence de l'information sur les produits agricoles et alimentaires (2020) et la loi visant à lutter contre le mitage des espaces forestiers en Ile-de-France (2020), du fait qu'il s'agisse de propositions de loi pour ces deux dernières. Il convient toutefois de saluer le processus d'évaluation des lois de finances qui a été enrichi avec l'adoption de l'approche du « budget vert », initiée par le PLF 2021.

Si différents mécanismes d'évaluations existent au sein du Parlement, celles-ci sont essentiellement réalisées sous l'angle socio-économique, et portent peu sur la dimension environnementale. Malgré son rôle d'évaluation des politiques publiques inscrit dans la constitution, le Parlement reste insuffisamment outillé et les exercices actuellement menés dépendent souvent du calendrier politique plutôt qu'un engagement plus large du Parlement, du fait même de son fonctionnement.

Le gouvernement s'est quant à lui engagé fin 2019 à évaluer les grandes lois d'orientations un an après leur entrée en vigueur (lois LOM, Egalim, Elan) et l'a répété dans sa réponse au rapport annuel 2020 du HCC, sans effet. Plus généralement, le gouvernement a très peu organisé d'évaluations ex post sur les politiques et mesures climatiques en place pour s'assurer de leur alignement avec les objectifs climats, identifier les succès et les manques, et faire des ajustements en conséquence. Ces évaluations sont essentielles pour piloter les mesures de la transition bas carbone.

2.1.2.2 - Le projet de loi « climat et résilience » marque une amélioration du processus d'évaluation des lois, mais conserve des limites majeures

Le projet de loi « climat et résilience » marque une avancée en termes d'amélioration de la qualité de l'étude d'impact, la majorité des articles ayant fait l'objet d'une évaluation climat. Ainsi, 62 articles sur 65 du projet de loi font l'objet d'une évaluation environnementale, dont 52 sur la dimension climat. Parmi ces derniers, 21 articles ont fait l'objet d'une estimation quantitative des émissions GES évitées (contre 0 pour les projets de loi de la LOM et EGalim), et 49 l'objet d'une analyse qualitative par rapport à la SNBC, ce qui constitue une première étape utile en vue de discuter leur contribution à la transition climatique. De plus, l'étude d'impact donne une fourchette des réductions d'émissions permises par certaines des 21 mesures quantifiées, et ce faisant rend compte de l'incertitude. Certaines estimations ont été réalisées en analyse de cycle de vie (ACV) et prennent en compte l'empreinte carbone.

Cette étude d'impact conserve toutefois d'importantes limites. Aucun impact global climatique propre à cette loi n'est détaillé dans l'étude d'impact, de manière qualitative ou quantitative. Une seule estimation, non détaillée, indique que ce projet de loi, ajouté aux lois qui le précèdent, « *contribue à sécuriser l'atteinte d'entre la moitié et les deux tiers du chemin à parcourir entre les émissions en 2019 et la cible en 2030* ». L'analyse quantitative ne prend pas en compte les budgets carbone, n'utilise pas les indicateurs pertinents de la SNBC et manque souvent de clarté sur les hypothèses retenues. L'étude qualitative précise l'inscription des articles dans les orientations de la SNBC, mais ne justifie ni ne détaille leur plus-value stratégique.

Le HCC recommande d'innover en mettant à jour l'étude d'impact en fin de phase parlementaire pour guider la préparation des décrets d'application. Lors de la phase parlementaire, 1 002 amendements ont été retenus en première lecture à l'Assemblée nationale portant ainsi le texte

de loi Climat et Résilience à 218 articles contre 62 articles initialement étudiés sous l'angle climatique. Plus généralement, dans son rapport sur l'évaluation des lois au regard du climat (2019)[49], le HCC a émis un ensemble de recommandations qui restent pleinement valides pour la suite du parcours du projet de loi climat et résilience (voir figure 2.1). L'insertion d'un titre VII relatif à l'évaluation climatique et environnementale est positive (dans son état à la clôture de ce rapport, début juin) : suivi annuel de la loi climat et résilience, feuille de route pour les filières et les collectivités territoriales, avis du HCC. Ces dispositions ad hoc n'améliorent cependant pas les procédures habituelles d'évaluation du Parlement. Par ailleurs, la demande faite au gouvernement d'un rapport sur l'évaluation de l'impact climatique et environnemental des lois d'ici la fin de l'année semble redondante après le rapport du HCC sur le même sujet publié il y a moins de deux ans. Sur ce sujet aussi, les diagnostics sont connus et établis, ainsi que les pistes d'amélioration. Gouvernement et Parlement doivent donc passer à la mise en œuvre.

Le gouvernement a commandé une étude sur l'impact du projet de loi ainsi que des mesures prises depuis 2017 au Boston Consulting Group (BCG). Le HCC constate que les conclusions de BCG rejoignent ses analyses, notamment sur l'impact limité à ce stade par rapport à la SNBC des dispositions de la loi Climat et Résilience. Cette étude, qui vient compléter l'étude d'impact gouvernementale, précise que « *le potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre visé par l'ensemble des mesures déjà prises au cours du quinquennat et proposées dans le projet de loi "Climat et Résilience" est globalement à la hauteur de l'objectif de 2030, sous réserve de leur exécution intégrale et volontariste* ». Ce rapport conclut ainsi que seul 18 % de l'objectif (21Mt éqCO_2 sur 115) sera « *probablement atteint* » quand une réduction de 57Mt éqCO_2 sera « *possiblement atteinte* » *en cas de mobilisation de « moyens politiques, financiers et humains inédits* », ce qui constitue un « *défi* ». De la même manière, le BCG pointe que les dispositions de la loi Climat et Résilience « *ne sont pas celles qui pèsent le plus lourd* » et qu'il « *serait a fortiori difficile d'aller bien au-delà à horizon 2030, comme cela est discuté dans les scénarios européens* » avec les mesures actuelles. Le HCC note enfin que si l'appel à des structures extérieures peut être utile et informatif, une telle démarche ne dispense pas de renforcer les moyens consacrés à l'évaluation des lois au regard du climat au sein même de l'État et des institutions publiques.

Tableau 2.4 – Le processus idéal d'évaluation des lois **au regard du climat selon le HCC**

En amont du dépôt d'un texte de loi,	• Réaliser une étude d'impact complète, avec des quantifications par rapport aux budgets carbones et une qualification de l'apport du projet de loi par rapport aux orientations de la SNBC.
Au cours de la phase parlementaire,	• Signaler l'impact supposé des amendements sur le climat.
Après promulgation de la loi,	• Mettre à jour l'étude des impacts relatifs au climat en vue de guider la préparation des décrets d'application.
Au sein du texte de loi,	• Inscrire le dispositif de suivi et d'évaluation *ex post* des politiques et mesures contenues dans la loi et identifer les indicateurs pertinents à cet effet.
En Conseil de défense écologique,	• Adopter un rapport annuel dressant le bilan, en regard de la SNBC, des lois évaluées (*ex ante* et *ex post*) dans l'année au regard des tendances observées.

Source : Rapport Évaluation des lois au regard du climat du HCC (2019)

MESSAGES CLÉS

- Peu de progrès ont été réalisés dans l'évaluation des lois au regard du climat ces deux dernières années. Seule l'évaluation des lois de finances a été enrichie par l'approche du « budget vert ».
- L'engagement du gouvernement à évaluer les grandes lois d'orientations un an après leur entrée en vigueur (lois LOM, Egalim, Elan) n'a pas été tenu.
- Aucun impact climatique quantitatif ou qualitatif du projet de loi « Climat et résilience » n'a été détaillé. La suite du parcours du projet de loi climat et résilience devra y remédier, en s'appuyant sur les recommandations formulées par le HCC dans son rapport spécial sur l'évaluation des lois :
  - Mettre à jour l'étude d'impact une fois la loi promulguée en vue de guider la préparation des décrets d'application.
  - Prévoir un dispositif de suivi et d'évaluation ex post, qui précise les indicateurs de suivi et les dates d'évaluation.
  - Renforcer le pilotage de la SNBC vers la neutralité carbone.
- L'évaluation demeure un levier puissant de la confiance en l'action publique et peut contribuer à lever les obstacles et à dissiper les attitudes de résignation ou d'impuissance face au changement climatique.

2.1.3 PLANS D'ACTION DES MINISTÈRES

Dans son rapport annuel 2019, le HCC a recommandé au gouvernement d'améliorer le pilotage de la stratégie nationale bas carbone, de renforcer les instruments de politique climatique et d'assurer la compatibilité des lois et grands projets nationaux avec la stratégie nationale bas-carbone. Le gouvernement s'était engagé en réponse à transmettre « *à chaque ministre une lettre de mission lui attribuant les orientations et budgets carbone de la SNBC qui le concernent, afin qu'il élabore sa propre feuille de route climat* »[50].

Les premières lettres de mission ont été transmises en novembre 2020 à quatre ministères et deux premiers plans d'action ont été publiés en avril 2021 : celui du ministère de la Transition écologique (MTE), et celui du ministère de l'Économie, des finances et de la relance (MEFR), Agriculture et Cohésion des territoires n'ayant pas encore répondu. Six lettres supplémentaires ont été envoyées en avril 2021 aux ministères de l'Europe et des affaires étrangères, de la Santé et des solidarités, de l'Enseignement supérieur et de la recherche, de l'Éducation nationale, de la Mer et de l'outre-mer. Ces derniers avaient jusqu'au 15 mai 2021 pour publier leur feuille de route, ce qui n'a pas été fait.

Les quatre premiers ministères sollicités ont des compétences directes dans les sept secteurs émetteurs de gaz à effet de serre. Dans sa lettre, le Premier ministre leur attribue la responsabilité de réduire les émissions dans ces secteurs et de respecter les budgets carbone sectoriels correspondants (cf. tableau 2.4). Il est fait une distinction entre une responsabilité directe des réductions d'émissions et un appui à la réalisation de ces réductions. **Plus largement, les lettres envoyées à chacun des dix ministères ont un triple objectif :** élaborer un plan d'action visant à répondre aux orientations de la SNBC et du PNACC les concernant ; faire preuve d'exemplarité dans l'intégration des enjeux climatiques dans le fonctionnement de leur ministère ; et conduire les évaluations climatiques *ex ante* des lois ainsi que des grandes lois d'orientation sous l'angle de leur impact sur les gaz à effet de serre un an après leur entrée en vigueur.

Les deux premiers plans d'action du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Économie, des finances et de la relance montrent un effort vers une meilleure mise en cohérence des politiques publiques. Les deux documents publiés contribuent à une réflexion sur la déclinaison de la SNBC à l'échelle des ministères et une appropriation des enjeux d'atténuation et d'adaptation. Un nombre important d'actions à mettre en œuvre émergent de ces documents, qui devraient orienter et accompagner les acteurs vers la trajectoire bas-carbone de la SNBC. Néanmoins, les plans d'action ne permettent pas d'évaluer si les efforts vont effectivement permettre d'atteindre les objectifs climatiques actuels et en cours de négociation avec l'UE. Un suivi interministériel régulier doit être mis en place dès maintenant.

Cette avancée nécessaire à la mise en cohérence de l'ensemble des politiques publiques au regard des enjeux climatiques doit être poursuivie par la publication dès que possible des feuilles de route des ministères restants. Sous la coordination du Premier ministre, l'action de l'ensemble des ministères est nécessaire pour mettre en place les différentes orientations sectorielles et transversales de politiques publiques définies par la SNBC.

Tableau 2.5 – Attribution aux ministères de la responsabilité du respect **des budgets carbones de la SNBC**

	Ministère de l'Économie, des finances et de la relance	Ministère de la Cohésion des territoires	Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation	Ministère de la Transition écologique
Responsabilité directe du respect des budgets carbone	Industrie		Agriculture UTCATF	Transports Bâtiments Production d'énergie Déchets
Appui au respect des budgets carbone		UTCATF		UTCATF Industrie

Source : Lettre de mission du Premier ministre

2.1.4 ACTION CLIMATIQUE RÉGIONALE

L'adoption des plans climat territoriaux progresse et devra permettre une meilleure intégration des enjeux climat au sein des politiques territoriales. Leur mise en œuvre, leur contenu et leur articulation avec les objectifs climatiques nationaux restent néanmoins insuffisants.

La quasi-totalité des seize régions ont adopté leur SRADDET, dont un bilan réalisé est attendu six mois après le renouvellement des exécutifs régionaux. Quant aux EPCI (établissement public de coopération intercommunale), le rythme d'adoption des plans climat territoriaux s'accélère et devra se poursuivre grâce aux nombreuses démarches lancées.

- Cheffes de file sur le climat, les régions sont chargées d'élaborer les SRADDET qui fixent les objectifs en matière de climat et permettent une réflexion sur les moyens de concrétisation des orientations de la SNBC. Au 1er mai 2021, 14 SRADDET ont été adoptés. Il n'existe pas de suivi centralisé des SRADDET. Un bilan de la mise en œuvre des SRADDET doit être présenté dans les six mois suivant les élections régionales[51] par le président du conseil régional. Ce bilan doit permettre de décider, au sein de chaque région, du maintien en vigueur de l'actuel SRADDET, de sa modification, de sa révision partielle ou totale ou encore de son abrogation, ces changements restant facultatifs.
- Les EPCI de plus de 20 000 habitants doivent élaborer des PCAET (plan climat-air-énergie territorial) et ont un rôle central dans l'opérationnalisation des actions climatiques de par leurs compétences directes sur divers leviers de décarbonation. Au 1er janvier 2021, 194 PCAET ont été adoptés. Au total, 22 % des PCAET obligatoires ont été adoptés et 89 % des démarches lancées sur les 754 EPCI de plus de 20 000 habitants soumis à l'obligation de réaliser un PCAET avant le 31/12/2018. De plus, 91 EPCI de moins de 20 000 habitants se sont engagés dans une démarche volontaire. Un suivi centralisé des PCAET est assuré par le ministère de la Transition écologique et les données sont rendues publiques sur la plateforme territoires et climat[52] administrée par l'Ademe.

Un rapport sur la contribution des territoires aux objectifs de la SNBC et de la PPE doit être publié à l'automne 2021 par le gouvernement. Requis par l'article 68 de la LEC (loi énergie climat), ce rapport s'appuiera notamment sur les travaux réalisés par différentes institutions, dont ceux de NégaWatt et de l'Ademe.

- Dans le prolongement de ses précédents travaux[53] sur le volet énergie des SRADDET, NégaWatt réalise une analyse renforcée du volet climat des SRADDET[54] afin d'évaluer la robustesse et l'homogénéité des méthodo-

logies suivies ainsi que de comparer les résultats obtenus avec les objectifs nationaux. L'étude portera sur l'ensemble des GES (intégration de l'agriculture notamment) et sera complétée par une analyse de la sensibilité des résultats aux hypothèses formulées (pour pallier les informations manquantes). Les premiers résultats indiquent un décrochage croissant par rapport aux prévisions des SRADDET (élaborés avant la révision de la SNBC2) et une ambition à long terme ne permettant pas d'atteindre la neutralité carbone.

- L'Ademe, en association avec d'autres institutions, dont Régions de France, développe depuis 2020 un cadre d'évaluation de l'action climatique régionale avec une dizaine de régions. Si le projet ne vise pas directement à comparer les résultats des régions entre elles, il leur fournira des outils utiles pour suivre et évaluer l'avancement de leurs politiques régionales en matière de climat et identifier les priorités d'action à mettre en œuvre. Il pourra notamment servir à alimenter le bilan des SRADDET attendu six mois après les élections régionales.

Un référentiel d'indicateurs communs de suivi des SRADDET a été développé entre le MTE et Régions de France. Ce tableau s'appuie sur les indicateurs de la SNBC et vise à offrir deux entrées de lecture (comptant respectivemrent 14 et 50 indicateurs environ).

Il n'existe pas de démarche analysant l'articulation des PCAET avec les objectifs nationaux. On peut néanmoins citer l'étude de l'ADCF[55] publiée en décembre 2020 qui fournit un état des lieux de la mise en œuvre des PCAET et souligne le manque de moyens des intercommunalités notamment rurales, face à des documents nécessitant des compétences juridiques, techniques et des ressources humaines. L'étude montre que « *moins d'un quart des intercommunalités ont des objectifs de réduction d'émissions de gaz à effet de serre dépassant les 40 %. Il n'est cependant à ce stade pas possible de comparer cet objectif aux objectifs nationaux ou régionaux, l'année de référence étant différente.* »

La contractualisation pouvant favoriser et accélérer la mise en œuvre des objectifs du PCAET, les synergies entre les dispositifs de planification territoriale et de contractualisation pourraient être renforcées à travers la mise en place d'un suivi mutualisé : indicateurs de suivi et d'évaluation, gouvernance, etc. Lancés en 2018, les contrats de transition écologique (CTE) ont pour objectif de traduire les engagements environnementaux pris par la France (Plan climat, COP21, One Planet Summit) au niveau local en fixant un programme d'actions avec des engagements précis et des objectifs de résultats à l'échelle d'une ou plusieurs intercommunalités. À travers les CTE, les territoires sont ainsi accompagnés aux niveaux technique, financier et administratif. L'étude de l'ACDF pointe néanmoins un manque d'articulation entre les dispositifs de planification PCAET et de contractualisation que constituent les CTE. Les CTE sont actuellement en cours de remplacement par les Contrats de relance et de transition écologique (CRTE) qui doivent devenir l'outil privilégié de contractualisation de l'Etat, et couvrir l'ensemble du territoire national. Les projets qui seront financés par les CRTE doivent être cohérents avec la trajectoire de la SNBC. Il est pour cela possible de s'appuyer sur les démarches initiées dans le cadre des CTE, qui font l'objet d'un suivi précis et centralisé au sein de l'Etat, à travers une plateforme commune et un ensemble d'indicateurs de suivi et d'évaluation partagés.

Encadré 2.2

Quel droit pour la neutralité carbone ?

Une étude commandée par le HCC (disponible sur son site internet) et portant sur la mobilisation des outils juridiques pour la neutralité carbone accompagne la publication du présent rapport. Le HCC en retient notamment que **le changement climatique est source d'incertitude normative, en raison des risques qu'il induit ou des effets des mesures d'atténuation ou d'adaptation**. L'objectif de zéro émission nette en 2050 est d'ordre législatif, mais les instruments pour le mettre en œuvre, au premier lieu la SNBC et la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), ne disposent pas d'une normativité juridique forte ce qui atténue la contrainte juridique pesant sur l'État. Une exégèse des différents outils juridiques pour atteindre la neutralité carbone peut être réalisée : législations dédiées, planifications stratégiques, et plus largement droit de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme, de l'eau, des forêts, des risques naturels, etc. Ces outils s'inscrivent dans des stratégies de transversalité, de gouvernance ou de sectorialisation. Ils entretiennent, ou pas, des **rapports de conformité, de compa-**

tibilité ou de simple prise en compte avec les lois et réglements, et la SNBC. L'effectivité des outils juridiques territoriaux interroge aussi pour mieux territorialiser les objectifs de neutralité carbone et l'articulation entre les politiques dédiées à l'environnement et celles se réclamant d'un cadre plus général.

Du côté des outils de gouvernance, la SNBC est un document d'orientation de portée nationale juridiquement prescriptive pour l'État, les collectivités territoriales et leurs établissements publics. Elle s'articule avec de multiples autres documents de planification, de la PPE aux plans locaux d'urbanisme, en passant par les schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), les SRADDET n'étant cependant pas soumis à une obligation de compatibilité, mais de simple « prise en compte ». De fait, ces documents de planification peuvent même s'avérer contraires à la mise en œuvre de la trajectoire vers le zéro émission nette. Leurs calendriers de révision ne sont pas coordonnés avec celui de la SNBC. Ils n'ont pas d'obligations d'analyses liées aux risques climatiques pour les populations ou les futurs investissements, à part dans le domaine de l'eau pour les SRADDET. Le schéma régional de développement économique, d'innovation et d'internationalisation, n'est pas articulé avec le SRADDET, alors même qu'il guide une partie de la contractualisation de l'action publique. Les plans de protection de l'atmosphère n'ont pas non plus d'obligation de compatibilité ni même de prise en compte de la SNBC. Une mise en cohérence de ces outils avec les objectifs nationaux déclinés à travers la SNBC est donc indispensable.

S'agissant des outils transversaux, les études d'impact des projets intègrent mal les enjeux climatiques et énergétiques : l'absence de réalisation d'un bilan carbone du projet n'est pas suffisant pour contester les résultats d'une étude, alors que l'exposition, la vulnérabilité et le risque climatique devraient guider une approche précautionneuse prenant en compte le changement climatique en cours. Le droit pourrait évoluer vers une articulation des études d'impact avec les documents locaux de planification climatique. La gestion du puits de carbone forestier est aussi un levier transversal qui couvre par ailleurs plusieurs horizons temporels, de la gestion des forêts à l'utilisation du bois comme matériau ou source d'énergie. Une quinzaine de normes différentes mobilisent les sujets forêts et bois et soulignent de nouveau la problématique de leur articulation et de leur normativité. Là encore, la SNBC a vocation à être mise en œuvre par des documents qui n'ont pas l'obligation d'être compatibles avec elle.

Autre levier potentiel des politiques climatiques, la lutte contre l'artificialisation des sols pourrait bénéficier d'un cadre juridique renforcé. La notion de qualité des sols ne bénéficie d'aucune définition juridique et donc d'aucun cadre de protection des multiples fonctions essentielles des sols, de la production de la biomasse au stockage du carbone et à la contribution des sols à l'adaptation au changement climatique (eau, amortissement de vagues de chaleur, etc.) Une analyse des sols dont l'artificialisation est envisagée, devrait compléter les autorisations d'urbanisme pour renforcer la qualité de l'étude d'impact. Par ailleurs, la restauration écologique des sols reste exceptionnelle en dépit des potentiels qu'elle offre. Elle pourrait être mieux encadrée par le droit.

La commande publique, qui représente près de 10 % du PIB, est un levier potentiel puissant pour réorienter l'action de l'État. Le cadre normatif français prévoit la prise en compte des objectifs environnementaux à travers des clauses qui peuvent être introduites lors des différentes étapes de la commande publique. Néanmoins, seuls 13,6 % des marchés publics bénéficient de telles clauses, alors que l'objectif pour la période 2015-2020 était de 30 %. Ces dispositions souffrent donc d'une ambition mesurée et d'une mise en œuvre encore plus faible. Le renforcement de cette obligation est prévue par le projet de loi climat-résilience qui inclut les contrats de concession, et à ce stade constitue donc une avancée positive.

Sectoriellement, les objectifs de la SNBC connaissent un second risque de dilution dans des documents de planification ou de programmation, contraints à une simple « prise en compte » au sein

des différents instruments de planification locaux. Dans le cas de l'agriculture biologique et agroécologique par exemple, une surface minimum des périmètres de protection et de mise en valeur des espaces agricoles et naturels périurbains pourrait lui être réservée. S'agissant de l'habitat, la délivrance du permis de construire pourrait être un point d'inflexion de mise en œuvre des objectifs de neutralité carbone (matériaux, stockage de carbone, réversibilité, etc.), tout comme l'est le diagnostic de performance énergétique sur lequel le HCC s'est déjà exprimé.

De cette première approche des leviers juridiques permettant d'accélérer la mise en œuvre de l'objectif de zéro émission nette, quelques pistes de travail peuvent déjà être formulées :

- Renforcer l'alignement des documents de planification territoriale de norme inférieure sur la trajectoire et les budgets définis par la stratégie nationale bas-carbone.
- Synchroniser la révision des différents documents de programmation pour renforcer leur alignement sur la SNBC, notamment à travers les SRADDET.
- Renforcer la cohérence des documents territoriaux par une meilleure intégration des risques climatiques et des plans de prévention et soumettre les plans d'investissements locaux à une lecture environnementale et climatique, sous l'angle de l'atténuation et de l'adaptation.
- Articuler les études d'impacts avec les documents de planification, en intégrant une obligation de bilan carbone et d'examen de risque et de vulnérabilité climatique.
- Doter les sols d'une définition juridique et intégrer la notion d'artificialisation des sols dans le contenu des études d'impacts. Imposer l'analyse de la capacité de stockage de carbone d'un sol lors de la délivrance des autorisations d'urbanisme, ainsi que le recours à la restauration écologique des sols.
- Mobiliser plus efficacement la commande publique au service de la transition bas-carbone en veillant à couvrir l'ensemble de ses champs.
- À l'occasion des évolutions législatives et réglementaires, intégrer dans les normes sectorielles des critères, indicateurs et obligations cohérents avec la trajectoire vers le zéro émissions nettes.

MESSAGES CLÉS

- Chaque nouvelle révision de la SNBC devra associer les collectivités territoriales et renforcer l'articulation entre les échelles nationales et régionales, notamment en synchronisant ces révisions et en veillant à la compatibilité des documents territoriaux avec la SNBC.
- Le suivi de l'avancement des SRADDET est disparate. L'État et les régions doivent consolider la remontée d'informations sur les objectifs, les bonnes pratiques et les progrès.
- Les régions ne suivent pas les prévisions des SRADDET. Les élections régionales du printemps 2021 seront l'occasion de renouveler les politiques climatiques régionales en cohérence avec l'objectif national de neutralité carbone et les prochains budgets carbone.
- La contractualisation avec les territoires pouvant accélérer la mise en œuvre concrète des objectifs climatiques, les synergies entre les dispositifs de planification territoriale (PCAET et SRADDET) et de contractualisation (CRTE et CPER notamment) pourraient être renforcées dans le cadre de la relance à travers la mise en place d'un suivi mutualisé.

Encadré 2.3

Les attitudes pro-environnementales résistent à la pandémie

Après un an de pandémie, il est pertinent de regarder l'évolution des attitudes des citoyens face aux enjeux de la transition climatique.

Les attitudes pro-environnementales éclairent les questions d'acceptation mais non d'**acceptabilité de la transition et des politiques climatiques**. La notion d'acceptabilité en sciences humaines et sociales concerne les conditions qui déterminent les attitudes et non les attitudes elles-mêmes. L'acceptabilité renvoie à la fois aux caractéristiques propres d'une mesure de politique publique et aux procédures de participation permettant aux acteurs de s'en emparer et d'influer son élaboration et sa mise en œuvre. Dans les usages, la notion d'acceptabilité s'est peu à peu vue réduite à l'acceptation, passive, des citoyens et donc à une question d'attitude. C'est non seulement un contre-sens mais aussi une négation du potentiel d'action, de participation et d'intelligence collective des citoyens face à la transition. Le suivi des attitudes et de l'acceptation des politiques climatiques est nécessaire mais non suffisant pour œuvrer à l'acceptabilité de la transition. Celle-ci implique de travailler notamment les dimensions politiques, économiques et sociales conformément à l'ambition d'une transition juste.

Au niveau français mais aussi international, le suivi de l'opinion montre que la **préoccupation pour le climat et les attentes en matière de politiques publiques restent fortes.** Certes, 58 % des Européens, 67 % des américains du Nord et 79 % des Chinois se déclarent plus inquiets d'attraper la Covid-19 que des effets à long terme du changement climatique fin 2020[a]. Toutefois, une grande majorité des citoyens en Europe (75 %), aux États-Unis (72 %) ou en Chine (94 %) considère également que le changement climatique a des effets sur leur vie de tous les jours. Ces niveaux sont comparables à la précédente édition de 2019 du baromètre « Climat » de l'EIB.

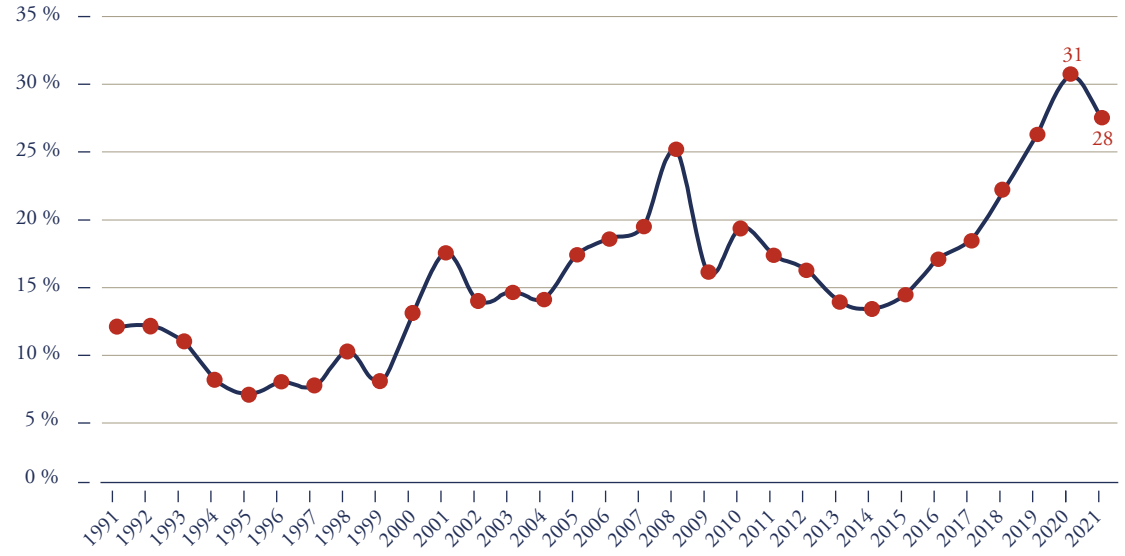
Le changement climatique comme la diffusion de maladies infectieuses sont considérés dans les mêmes proportions comme des menaces majeures. L'étude barométrique internationale réalisée fin 2020 par le Pew Research Center[b] sur 14 pays développés montre qu'une inquiétude nouvelle, celle pour les maladies infectieuses n'a pas fait disparaître celle pour le climat même si cette dernière ne progresse plus comme auparavant. En effet, le nombre de personnes pour qui le changement climatique est une menace majeure a beaucoup augmenté entre 2013 et 2018 et s'est stabilisé entre 2018 et 2020. En France notamment, ils étaient 53 % en 2013 contre 83 % en 2020

Les attentes en matière de politiques à mettre en œuvre conjuguent climat et crise pandémique en considérant que la relance de l'économie doit aussi lutter contre le changement climatique. Ainsi, les chiffres de l'EIB montrent que 57 % des Européens dont 61 % en France (contre 73 % des chinois et 49 % des américains du Nord, plus partagés) plaident pour une relance qui prenne en compte la lutte contre le changement climatique contre 43 % qui optent pour un retour le plus rapide possible et quel qu'en soit le moyen à la croissance économique.

En France plus spécifiquement, **les études du Crédoc[c] ont montré que les préoccupations pour l'environnement sont contracycliques par rapport aux évolutions économiques depuis le début des années 1990 : les unes augmentent quand les autres décroissent. Pour autant, la priorisation de l'environnement est en progression sur toute cette période**. Ainsi, 31 % des Français plaçaient, début 2020, la dégradation de l'environnement parmi leurs deux principaux sujets de préoccupations (parmi une liste de onze thématiques). Un an plus tard, cet indicateur recule pour la première fois depuis 2014 (-3 points) mais reste à un niveau historiquement très élevé.

Figure 2.1 – Léger recul des préoccupations **à l'égard de la dégradation de l'environnement**

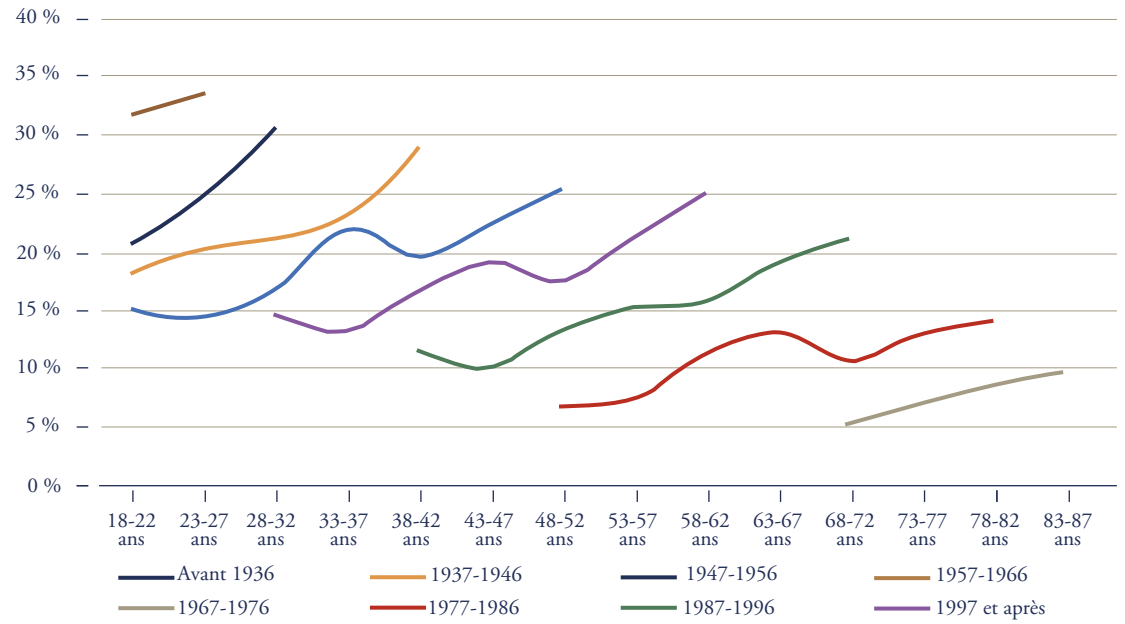
Parmi les thèmes suivants, quels sont les deux qui vous préoccupent le plus (parmi une liste de 11 thèmes)



Source : CREDOC, Enquêtes Conditions de vie et aspirations des Français

Chaque nouvelle génération est plus préoccupée par l'environnement que la précédente et ce sont les individus nés après 1997 qui se distinguent le plus nettement de leurs aînés. Par ailleurs, la préoccupation environnementale progresse tout au long du cycle de vie, quelles que soient les générations observées. Il ne s'agit pas d'un idéalisme de la jeunesse qui passerait au second plan avec l'entrée dans la vie active. Le niveau de préoccupation a donc une forte probabilité de progresser à l'avenir, rendant le risque politique de l'inaction aussi problématique que parfois, le risque politique de l'action en faveur du climat.

Figure 2.2 – Proportion d'individus plaçant la dégradation de l'environnement **parmi leurs principales préoccupations, analyse âge-période-cohorte**



*Les courbes de couleur correspondent à une classe d'âge ou génération particulière. Les points de ces courbes à différentes dates de la même enquête condition de vie et aspiration des Français. Les différences entre courbes montent les différences d'attitudes entre générations. La forme des courbes, les évolutions au cours de la vie au sein de chaque classe d'âge.

Source : CREDOC, Enquêtes Conditions de vie et aspirations des Français

a European Investment Bank (2021).2020-2021 EIB climate survey. Enquête auprès d'un échantillon représentatif de 30 000 ressortissants du Royaume Uni, de la Chine, des États-Unis ou d'un des pays de l'union Européenne. **https://www.eib.org/en/surveys/climate-survey/3rd-climate-survey/index.htm**

b Pew Research center (2020). Many globally are as concerned about climate change as about the spread of infectious diseases. Enquête auprès d'un échantillon représentatif de 14,276 ressortissants de 14 pays développés : Royaume-Unis, Etats-Unis, Canada, Belgique, Danemark, France, Allemagne, Italie, Pays-Bas, Espagne, Suède, Australie, Japon et Corée du Sud. **https://www.pewresearch.org/fact-tank/2020/10/16/many-globally-are-as-concerned-about-climate-change-as-about-the-spread-of-infectious-diseases/**

c CREDOC pour le Haut Conseil pour le Climat (2020). « Note de synthèse sur l'évolution de la sensibilité environnementale et des comportements associés, à partir de l'enquête Conditions de vie et aspirations ». Enquête auprès d'un échantillon de 3000 personnes de 15 ans et plus en France métropolitaine et DROM-COM.

2.2 UNION EUROPÉENNE, UNE AMBITION RENFORCÉE À LA RECHERCHE DE NOUVEAUX OUTILS

2.2.1 UNE ANNÉE CHARNIÈRE, PROPICE AUX RÉFORMES DE FOND

La prise de conscience grandissante sur les enjeux environnementaux a poussé l'Union européenne (UE) à rehausser ses ambitions climatiques à la hausse . Elle vise désormais :

- **l'atteinte de la neutralité carbone d'ici à 2050**[56] : l'UE s'engage à réduire ses émissions et à capter celles dites « incompressibles » pour parvenir à un bilan global neutre.
- **Une réduction de ses émissions nettes de GES de -55 % d'ici à 2030**[57] : le paquet proposé par la Commission européenne, « Fit for 55 », est une feuille de route pour rendre les différents secteurs économiques européens (transports, énergie, agriculture, bâtiment, industrie, métallurgie, textile et produits chimiques) moins émissifs.

Entre pays, les engagements restent hétérogènes. L'Allemagne a pris de l'avance en annonçant la neutralité carbone d'ici à 2045. Le Royaume-Uni souhaite réduire ses émissions de 78 % d'ici à 2035 comparativement à leur niveau de 1990. Concernant les efforts déjà accomplis, la baisse des émissions de GES entre 1990 et 2018 est de 31,30 % en Allemagne, de 41,82 % au Royaume-Uni, contre 18,88 % pour la France[58], qui a décarboné depuis longtemps son système de production d'électricité.

Encadré 2.4

Bilan du respect des objectifs fixés par le paquet énergie-climat 2020

L'Europe a adopté en décembre 2008 le Paquet énergie-climat 2020. Traduit dans la législation en 2009, il définit 3 objectifs à horizon 2020, dit « 3x20 » :

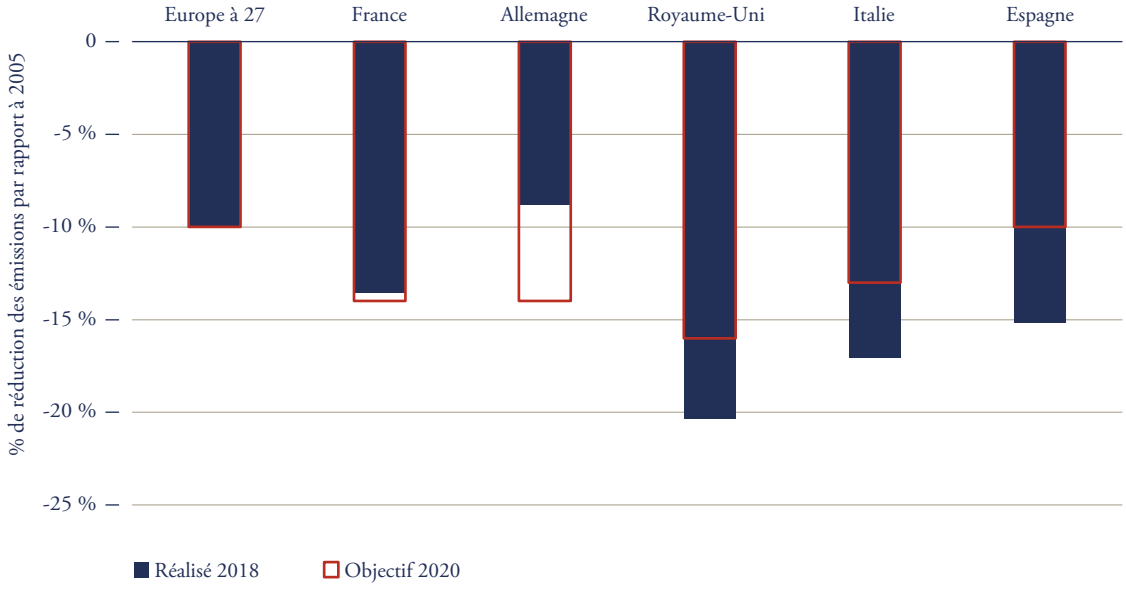
- Une réduction de 20 % des émissions de GES par rapport à 1990 ;
- Une augmentation à 20 % de la part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique finale brute ;
- Une augmentation de 20 % de l'efficacité énergétique. Cet objectif est défini par rapport au niveau de consommation énergétique primaire par rapport à un scénario de référence établi en 2007.

Concernant la réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'Union européenne dispose d'un marché carbone commun à toute la zone (SEQE), couvrant environ 40 % de ses émissions, ainsi qu'une politique de partage de l'effort entre les États-membres, couvrant les 60 % d'émissions restantes. Les secteurs couverts par le SEQE sont principalement la production d'électricité et les industries électro-intensives. Le SEQE établit un prix du carbone commun à l'ensemble de ces acteurs en Europe. Les secteurs des transports, de la construction et de l'agriculture notamment, sont hors SEQE. Pour ces derniers, le partage de l'effort permet de fixer des objectifs propres à chaque États-membre selon la structure de son économie et ses ressources financières.

Les données 2018 indiquent le bilan suivant :

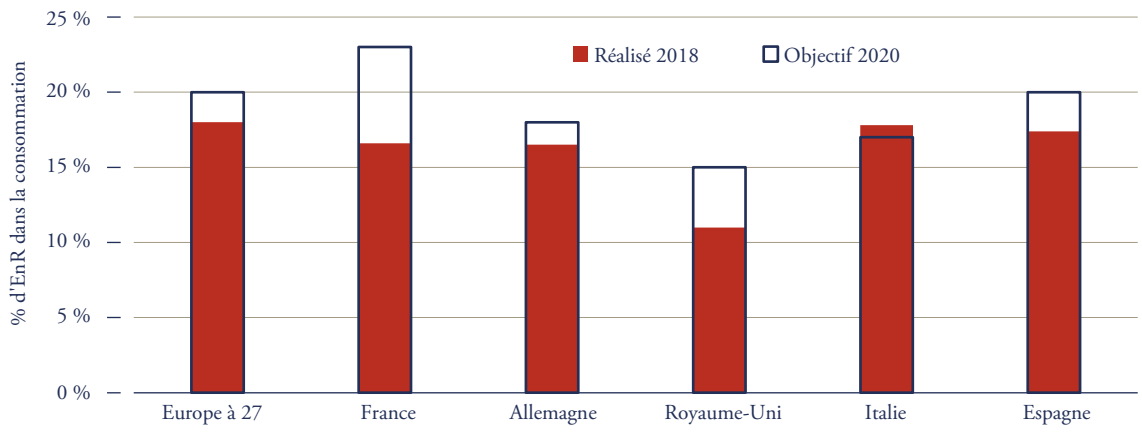
- **L'Europe est parvenue à atteindre les objectifs fixés dans le cadre du paquet énergie-climat 2020 concernant la réduction de ses émissions de gaz à effet de serre hors SEQE.** La France est alignée sur son objectif (voir section 1.1). Les réductions du Royaume-Uni, de l'Espagne ou encore de l'Italie dépassent de plus de 4 % les objectifs fixés pour 2020, dès 2018. L'Allemagne afficherait un retard avec une réduction de ses émissions de -9 % en 2018 contre un objectif de -14 % pour 2020.
- **Concernant l'efficacité énergétique, la Commission européenne prend deux indicateurs, à savoir les consommations d'énergie primaire et finale.** À l'échelle de l'Europe, la réduction des deux types de consommation permet d'atteindre les objectifs fixés pour 2020. Au niveau national, chaque états-membre s'est fixé un objectif indicatif en termes de réduction de consommation des énergies primaires et finales. La France, a rempli ses objectif tout comme l'Allemagne. Les autres pays en sont très proches.
- **Concernant l'efficacité énergétique, l'Europe est proche de son objectif global. Les disparités sont importantes entre États-membres :** l'Allemagne et le Royaume-Uni ont réduit leur consommation d'énergie finale de plus de 10 % entre 2005 et 2018 et ce taux monte à 15 % pour l'Italie. Les efforts de la France et de l'Allemagne ont été plus modestes, respectivement de -8,4 % et -2,0 %.

Figure 2.3 – Évolution des émissions de GES **entre 2005 et 2018 des secteurs hors SEQE**



source : European Environment Agency

Figure 2.4 – Part des énergies renouvelables dans la consommation
(en % de la consommation finale brute d'énergie)



Source : Eurostat

Figure 2.5 –Amélioration de de l'efficacité **énergétique en termes de consommation d'énergie primaire**

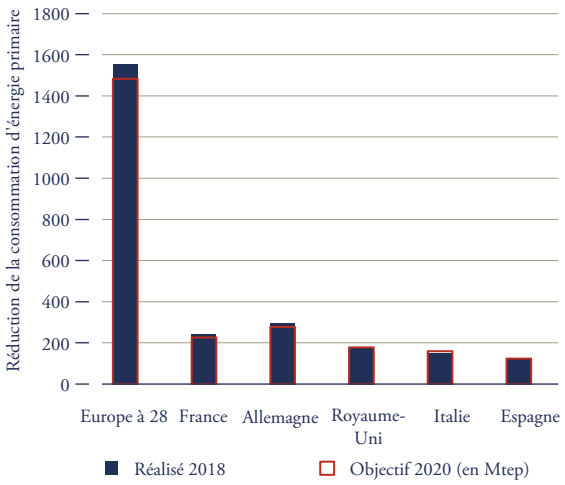
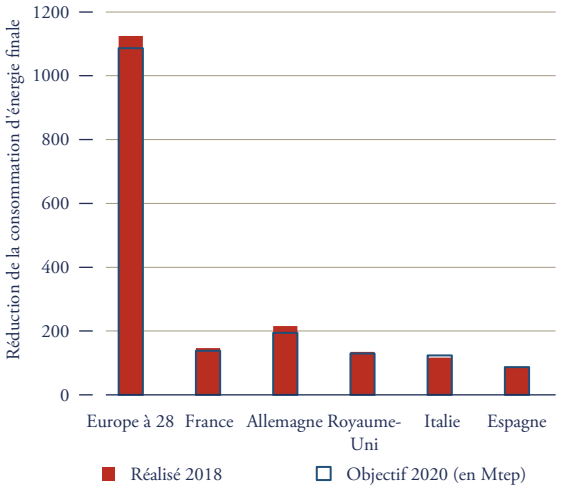


Figure 2.6 –Amélioration de de l'efficacité **énergétique en termes de consommation d'énergie finale**



La crise sanitaire liée à l'épidémie de Covid-19 a en effet poussé l'Europe et l'ensemble des États-membres à mobiliser massivement des financements publics afin de soutenir les secteurs économiques les plus en difficulté. La Commission européenne doit vouloir concilier les impératifs économiques et ses nouveaux objectifs climatiques. Une part conséquente des dépenses doit ainsi être fléchée vers la mise en place d'une transition bas carbone. Les aides européennes, sous forme de prêts et de subventions, ne pourront être accordées que si au moins 37 % des investissements prévus dans le cadre des Plans nationaux de relance et de résilience (PNRR) sont consacrés à la transition écologique. La France propose d'y affecter près de la moitié des 40 Mrd € qu'elle devrait recevoir de l'Union européenne[59].

Au vu des nouveaux objectifs, les investissements destinés au climat sont certes conséquents mais restent insuffisants lorsqu'ils sont rapportés au nombre d'années sur lesquels ils s'échelonnent – deux ans pour le plan français – et au nombre d'habitants qu'ils concernent. Ainsi, le fléchage des budgets permet d'entamer une dynamique, qui doit cependant être étoffée et renforcée par les États-membres, ce qui pose la question de leur capacité à investir à travers le déficit budgétaire et la dette. Les investissements publics nécessaires à la décarbonation du continent européen sont limités par les règles budgétaires de la zone euro, qui posent un verrou structurel à la transition et devraient être reconsidérées.

Encadré 2.5

le Pacte de stabilité est-il compatible avec la transition bas-carbone ?

Les pays de l'Union européenne sont tenus à des règles strictes en termes de dépenses publiques : le déficit public ne doit pas excéder 3 % et la dette 60 % du PIB. Ces règles sont définies dans le Pacte de stabilité et de croissance[60] qui a pour but d'harmoniser et d'encadrer les politiques publiques des États-membres. Néanmoins, ce manque de flexibilité limite les investissements publics de grande ampleur nécessaires pour la décarbonation des appareils productifs. Sans investissements conséquents, les changements resteront marginaux et ne permettront pas la mise en place d'une transition bas carbone.

La remise en question de ces critères budgétaires se fait donc de plus en plus forte au sein de l'Union européenne : le Comité budgétaire européen a questionné son efficacité et son équité[61] et la présidente de la Banque centrale européenne s'est dite favorable à une révision de la réglementation. Le gouvernement dit vouloir en faire l'une de ses priorités dans le cadre de la présidence française de l'Union européenne au premier semestre 2022. Il serait intéressant d'orienter cette réforme sur plusieurs aspects :

- **Prendre en compte la diversité des situations :** il est aujourd'hui reconnu qu'appliquer des règles communes à l'ensemble des États-membres sans prendre en compte l'hétérogénéité des situations économiques et sociales et environnementales ne permet pas une gouvernance saine de la zone. À cet égard, la question de la soutenabilité de la dette doit être réglée au cas par cas.

- **Identifier des exceptions « permanentes » aux règles budgétaires :** certains programmes de dépenses incluant des investissements doivent être considérés comme nécessaires sur le long terme à une transition bas-carbone. D'une part, ils doivent être réalisés sans attendre et d'autre part, s'ils s'inscrivent dans la décennie à venir, ils ne sont pas récurrents. C'est pourquoi, ils pourraient être déduits du calcul du déficit public.

- **Utiliser une valeur tutélaire du carbone :** l'orsqu'il n'existe pas de signal prix explicite (absence de marché carbone, de subvention ou de taxe) s'adressant aux acteurs privés, il est possible de recourir pour les investissements publics à un prix implicite, appelé « valeur de l'action pour le climat », qui devrait servir de référence pour orienter les choix d'investissements publics. La mise en place d'une telle valeur à l'échelle européenne et son intégration dans les évaluations de projets publics permettrait une sélection de projets cohérente avec les objectifs

- **Insérer des indicateurs de la décarbonation :** les indicateurs budgétaires ne devraient pas être les seuls critères préalables à la prise de décision concernant les investissements publics. De nouveaux critères devraient être utilisés pour prendre en compte les différentes dimensions d'un projet et la multiplicité de ces impacts. Ainsi, des indicateurs propres notamment à l'atténuation, l'adaptation, la transition juste et la préservation de la biodiversité devraient être intégrés de manière systématique pour évaluer la pertinence d'un projet mais également quantifier les coûts réels de sa mise en place.

De cette question sur les règles budgétaires découle également une réflexion plus large sur les compétences de l'Europe. Les instruments normatifs et règlementaires font partie de la politique climatique des États-membres et sont, pour partie, communs à la zone. D'autres leviers, tels que la fiscalité ou les questions budgétaires pourraient être également utiles dans un effort de coordination. Dans l'attente de réformes structurelles sur ces différents points, notamment un assouplissement des conditions d'endettement des États-membres, l'UE dispose d'autres outils pour atteindre ses objectifs climatiques.

2.2.2 DEUX OUTILS PRINCIPAUX POUR APPUYER LA TRANSITION BAS CARBONE EUROPÉENNE

La politique climatique de l'Union européenne est constituée de deux volets :

- Le marché carbone ou Système européen d'échange de quotas d'émissions (SEQE) :
  - Créé en 2005, il s'applique aux émissions des plus gros émetteurs européens.
  - Il couvre près de 40 % des émissions de GES de la zone[62], notamment celles des secteurs de l'industrie lourde, de l'électricité et du transport aérien intra-européen qui bénéfice de quotas gratuits.

- Le partage de l'effort entre les États-membres :
  - chaque pays dispose de marges de manœuvre qui lui sont propres, selon la structure de son économie et ses sources d'énergie. Prenant en compte ces différences, l'UE propose une répartition de l'effort entre pays avec des objectifs spécifiques à chacun.
  - Ce mécanisme porte sur les émissions des secteurs hors SEQE, notamment l'agriculture, les bâtiments, les transports et les déchets.

Dans le cadre du rehaussement de son objectif de réduction des émissions, la Commission européenne travaille sur la réforme de ces deux volets pour renforcer leur efficacité. Des propositions concrètes devraient paraître au début de l'été 2021.

Trois grandes options sont à ce jour envisagées :

- Conserver le SEQE actuel et faire reposer le relèvement de l'ambition sur le partage de l'effort ;

- Reporter tout ou partie des secteurs assujettis au partage de l'effort vers le SEQE ;

- Créer un second marché carbone pour intégrer les émissions des secteurs des transports et des bâtiments.

2.2.2.1 - Faire évoluer le marché carbone pour répondre aux nouveaux objectifs climatiques

Le débat actuel sur l'évolution du marché carbone européen inclut une série d'options sur lesquelles le gouvernement peut peser, en ayant à l'esprit les conséquences structurelles pour les politiques nationales qui pourraient découler d'une telle évolution de la politique communautaire.

1. Étendre le marché carbone européen à de nouveaux secteurs

Le mécanisme de marché carbone pourrait être étendu à de nouveaux secteurs :

- **Transport routier et construction :** ces secteurs pourraient soit être intégrés au marché carbone actuel, soit relever d'un nouveau marché carbone parallèle au premier jusqu'à une éventuelle convergence. Cette seconde option permettrait de ne pas déstabiliser le marché existant.

- **Transport maritime :** l'inclusion du secteur maritime au SEQE pourrait avoir lieu d'ici 2023. Cette intégration devra se coordonner avec les efforts pour la réduction des émissions du transport maritime international de l'Organisation maritime internationale[63]. Ceux déployés jusqu'à présent restent insuffisants : les émissions du secteur pourraient augmenter entre 50 % et 250 % d'ici à 2050, compromettant les objectifs de l'Europe en matière climatique[64].

- **Transport aérien :** l'inclusion du transport aérien extra-européen au SEQE est également en cours de discussion en complément du mécanisme CORSIA. Mis en place par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), son ambition reste encore très mesurée. L'UE juge le mécanisme non-aligné avec les objectifs de l'accord de Paris, manquant de transparence et d'intégrité environnementale ; globalement, « *il est improbable que CORSIA altère matériellement l'impact climatique direct associé au transport aérien* »[65]. L'association du transport aérien extra-européen au SEQE, bien que soulevant de nombreux obstacles diplomatiques, permettrait de mieux intégrer les externalités négatives que ce secteur n'assume pas.

2. Renforcer l'efficacité interne du SEQE

Dans sa forme actuelle, le marché européen du carbone présente plusieurs éléments qui pourraient être révisés afin d'accroître son efficacité. Il s'agit de réformes portant directement sur la structure du SEQE, d'autant plus sensibles que cette évolution est aussi destinée à doter l'UE de ressources propres :

- **Modification du plafond d'émissions :** le SEQE est un instrument décentralisé. Une fois le plafond d'émissions fixé, le prix des quotas est déterminé par le jeu de l'offre et

de la demande. La fixation du plafond est donc cruciale car elle conditionne le degré de contrainte qui pèse sur les acteurs. Au cours des trois premières phases du marché (2005 à 2020), la contrainte a été faible et, en conséquence, le prix des quotas bas. Le rehaussement de l'ambition européenne pour la quatrième phase du marché laisse espérer qu'il n'en sera pas de même à l'avenir. Les acteurs semble-raient anticiper le durcissement de la contrainte : en mai 2021 le prix du quota est aux alentours de 50 euros/tCO_2, niveau qu'il n'avait jamais atteint auparavant.

- **Prix plancher :** on définit ainsi le niveau de prix minimum qui peut être pratiqué sur le marché. Il doit permettre de contrôler le degré de contrainte que fait peser le marché sur les acteurs. En effet, un prix des quotas s'établissant durablement au niveau du prix plancher indique en temps réel que le plafond d'émissions n'est pas suffisamment contraignant. Ce prix plancher doit être croissant dans le temps pour refléter l'augmentation du coût social du carbone au fur et à mesure que le budget carbone s'épuise.

- **Réserve de stabilité :** elle a été instituée en janvier 2019 pour retirer de la circulation les quotas jugés excédentaires au vu de la faiblesse du prix de marché. Une fois négocié et adopté, son fonctionnement n'est laissé à l'appréciation ni de la Commission ni des États-membres[66]. Actuellement, les quotas prélevés du marché pour le stabiliser sont mis de côté avant d'être remis en circulation ultérieurement. La Commission européenne prévoit de renforcer la réserve de stabilité : « *à partir de 2023, le nombre de quotas détenus dans la réserve sera limité au volume de quotas de l'année précédente destinés à être mis aux enchères. Les quotas détenus au-delà de ce volume ne seront plus valables* »[67]. Renforcement de la réserve de stabilité et mise en place d'un prix plancher sont deux mécanismes alternatifs pour atteindre le même objectif : éviter un effondrement du prix de marché en raison d'une sur-allocation de quotas. La Commission privilégie le renforcement de la réserve de stabilité. Cependant, le prix plancher est un instrument plus direct, plus facile à manier et moins bureaucratique, qui mériterait d'être envisagé.

- **Quotas gratuits.** Au cours des deux premières phases du SEQE, la très grande majorité des quotas était allouée gratuitement. Depuis 2013, la norme est devenue leur mise aux enchères (sauf pour le transport aérien où la réglementation prévoit le maintien de 85 % de quotas gratuits), mais elle est loin d'être mise en œuvre en particulier pour l'industrie qui bénéficie toujours d'une part importante (variable selon les secteurs) de quotas gratuits. La gratuité des quotas était initialement et reste aujourd'hui un facteur important d'acceptation du marché. Elle n'altère pas, en théorie, l'incitation à décarboner fournie par le prix des quotas, mais elle a des effets distributifs importants qui ne sont pas toujours souhaitables : dans le passé, les grandes entreprises industrielles ont reçu davantage de quotas gratuits qu'elles n'en ont utilisé pour couvrir leurs émissions, ce qui signifie que le système a de fait subventionné ces entreprises. Cela a pu par ailleurs freiner la mise en place de stratégie bas carbone. Il doit être mis fin à l'allocation gratuite des quotas, qui n'est plus justifiée[68].

Le HCC invite le gouvernement à trouver un accord politique sur une solution ambitieuse lors de la présidence française de l'UE permettant de réviser le SEQE sur plusieurs aspects : la baisse du plafond d'émissions, la mise en place d'un prix plancher croissant dans le temps ou le renforcement de la réserve de stabilité et la suppression des allocations gratuites.

3. Renforcer l'efficacité externe du SEQE

Le SEQE pourrait gagner en efficacité s'il était associé à un mécanisme de protection des entreprises européennes qui font des efforts dans le sens d'une transition bas carbone. Dans ce contexte, des discussions sont en cours concernant la mise en place d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF). Le MACF n'est pas, en tant que tel, un instrument pour lutter contre les émissions de GES mais vise à rééquilibrer la compétitivité des entreprises européennes par rapport à celle de ses partenaires commerciaux qui n'auraient pas de politique climatique ambitieuse. En cela, il constitue un levier pour renforcer l'efficacité du SEQE en rendant acceptable et supportable la mise en place d'une stratégie bas carbone. Par ailleurs, il permettrait également de réduire les fuites de carbone dites « directes ». On désigne ainsi les émissions issues des réallocations de production, vers les pays ou régions moins-disant, du fait d'une contrainte climatique accrue causant la perte de parts de marché sur les marchés intérieur et tiers, au profit de producteurs étrangers bénéficiant de contraintes climatiques moins fortes.

Si les effets d'une telle mesure restent ambigus en termes d'émissions[69], la mise en place d'un MACF présente deux principaux avantages :

- **Il pourrait avoir un effet d'entrainement sur les partenaires commerciaux en termes de régulation environnementale à l'international.** Ne souhaitant pas être soumises à cette contrainte commerciale, les pays visés par le MACF seraient incités à accroître l'ambition de leurs propres politiques climatiques.

- **Il devrait entraîner la suppression des quotas gratuits : à ce jour, les allocations de quotas du SEQE**

se font pour partie aux enchères. La deuxième part (environ 40 %[70]) consiste en une allocation gratuite. Elle est justifiée aujourd'hui pour des secteurs vulnérables à la concurrence internationale et sujets à des risques de délocalisation de la production vers des pays où la régulation environnementale est absente. Il s'agit notamment des secteurs de l'industrie, de l'aviation et, pour certains États-membres, de l'électricité. Cette pratique n'aurait plus lieu d'être dans le cadre du MACF. Les entreprises bénéficiant de quotas gratuits seraient doublement protégées : du fait de l'allocation gratuite d'une part et au travers du MACF d'autre part.

Plusieurs points de vigilance doivent être soulignés concernant la construction du MACF :

- **Pour que ce mécanisme ne soit pas attaqué et jugé comme anti-concurrentiel dans le cadre du droit international du commerce, il doit être compatible avec les règles de l'Organisation Mondiale du Commerce** (OMC). Le MACF doit donc être non discriminatoire – les produits européens doivent subir le même traitement que les biens étrangers –, ou, à défaut, être justifié sur la base des exceptions générales établies à l'article XX du GATT[71]. Ces mesures peuvent être adoptées par les Membres si elles sont motivées en matière de santé ou de protection de l'environnement[72].

- **Dans un souci de transition juste, les États-membres devront être vigilants sur la répartition des coûts supplémentaires qu'engendrerait un tel mécanisme.** Un durcissement du SEQE et la mise en place conjointe du MACF vont avoir pour conséquence une hausse du prix des biens et services plus ou moins répercutés sur les citoyens européens. Une réflexion de fond doit être menée pour trouver des allègements en contrepartie, qui maintiennent la qualité de vie des ménages sans par ailleurs saper les efforts conduits en faveur de la réduction des émissions.

- **La mise en place du MACF doit se faire en discutant avec l'ensemble des partenaires commerciaux de l'Union européenne**, notamment les pays en développement, dont les efforts d'atténuation doivent être reconnus.

- **Une cohérence globale doit être assurée avec la mise en place du MACF, concernant les produits ciblés.** Ainsi, il faut veiller à ce que les produits soumis au MACF le soit en tant que tel mais aussi en tant que composant d'autres produits dérivés. Cela est possible en théorie, mais cela pourrait être complexe à implémenter dans les faits.

2.2.2.2 - Renforcer les politiques complémentaires, notamment dans le cadre du partage de l'effort

Les efforts visant à améliorer l'efficacité du SEQE sont importants à mettre en place pour améliorer l'efficacité de l'outil existant. Les réflexions actuelles sur ses réformes sont donc positives. Néanmoins ;

- **Les mesures préconisées prendront du temps dans leur mise en œuvre :** le SEQE ne couvrira par exemple, le secteur de l'aviation qu'entre aéroports situés dans l'espace économique européen jusqu'en 2023[73]. Autre exemple, la suppression de quotas gratuits devrait débuter à partir de 2026[74]. La temporalité propre aux processus européens – négociations, phases transitoires – lente au regard des enjeux du climat, illustre l'importance de politiques nationales complémentaires plus immédiates ;

- **Des mesures complémentaires seront toujours nécessaires pour pallier à plusieurs éléments que le SEQE n'intègre pas.** Les principaux sont détaillés ci-après.

Aussi, pour ces deux raisons, il parait nécessaire de mettre en place, dès à présent, des politiques complémentaires pour se rapprocher rapidement de la neutralité carbone en prenant en compte notamment les dimensions sociales complexes.

1. Recourir à des leviers complémentaires pour combler les limites du SEQE

- **La prise en compte de la transition juste :** l'intégration de nouveaux secteurs au SEQE provoquera une hausse des coûts pour les acteurs ciblés. Se pose alors la question de la répercussion de ces coûts, entre les acteurs de la filière et les consommateurs. **La hausse des prix TTC pour les ménages ou les entreprises les plus fragiles pourrait être très complexe à soutenir** d'un point de vue social à structure fiscale inchangée par ailleurs. Cet argument est particulièrement crucial pour les secteurs du transport ou du bâtiment, qui sont structurants car ils assurent à tous la réalisation des besoins élémentaires. Or les recettes issues de ce mécanisme viendraient alimenter en partie le budget européen, et non plus le budget français comme l'aurait fait une taxe carbone. Pourtant, c'est bien au niveau national que seront portées les conséquences sociales d'une taxation, sans que les pouvoirs publics puissent utiliser les revenus de la taxe pour assurer une redistribution financière ou une aide aux acteurs en difficulté. Il existe en outre des situations dans lesquelles la demande est très peu élastique, une hausse des prix ne fait pas forcément diminuer la demande. Si aucune alternative n'existe, un automobiliste peut ne pas avoir d'autre choix que de payer son

carburant au prix fort, avec une incidence nulle sur les émissions de CO_2, alors que l'effet sur le pouvoir d'achat est important.

- **Le rôle des autres instruments :** il reste assez compliqué de déterminer la contribution du SEQE à la réduction des émissions observées sur son périmètre depuis sa mise en place. Les secteurs concernés ont en effet été soumis à des règlementations annexes. **Le SEQE s'est révélé sans effet sur les émissions industrielles** : entre 2013[75] et 2018, elles ont baissé de 0,1 % seulement. Cela s'explique en partie par les allocations gratuites couvrant 96,5 % des émissions industrielles en 2018. Le SEQE s'est avéré plus efficace concernant la combustion d'énergies fossiles (dues à la production d'électricité en grande majorité) où l'on observe une baisse annuelle moyenne de 3,6 % pour les émissions[76]. S'il reste compliqué d'attribuer la baisse de ces émissions, la hausse du prix des quotas en 2020 a permis de l'accélérer : le prix européen du carbone a été supérieur au prix minimum incitatif pour la substitution des combustibles de production d'électricité entre les centrales au charbon et au gaz[77].

2. Renforcer les politiques nationales pour tous les secteurs

Concernant les secteurs hors du marché carbone, des objectifs de réduction d'émissions doivent être définis à l'échelle européenne puis déclinés entre États de manière équitable, il s'agit du « partage de l'effort ». Le départ du Royaume-Uni de l'Union européenne vient aussi modifier cette répartition. Il supportait en effet un effort plus important que l'effort moyen au sein de la zone ; son départ conduit donc mécaniquement les 27 États-membres à intensifier leurs propres actions en termes de lutte contre les émissions. Pour chaque secteur d'activité, des discussions sont en cours afin d'identifier les leviers de réduction des émissions de GES. La Commission européenne doit présenter à l'été 2021 son plan d'action sur ces différents points. Certains éléments sont d'ores et déjà identifiés :

- **Énergie : la consommation d'énergie représentent 78 % des émissions de gaz à effet de serre de l'Union européenne, elle sert notamment à alimenter l'industrie de l'énergie pour 27,9 % et le secteur des transport pour 21,7 %[78].** Il est donc impératif de se tourner vers des énergies moins carbonées. D'ici à 2030, 32 %[79] de l'énergie consommée devrait provenir des énergies renouvelables (contre 19,7 % aujourd'hui[80]) et selon les études d'impact réalisées par la Commission européenne, cette part devrait être portée à 80 % d'ici à 2050[81]. Le recours à l'éolien off-shore est présenté comme une solution à fort potentiel : selon la Commission européenne, il serait possible d'obtenir une capacité installée d'au moins 60 GW d'énergie éolienne en mer et d'au moins 1 GW d'énergie océanique d'ici 2030, et de respectivement 300 GW et 40 GW d'ici 2050[82]. Dans une moindre mesure, d'autres énergies en mer pourraient être développées : énergie houlomotrice ou marémotrice, installation photovoltaïques flottantes ou production de biocarburants à partir d'algues.

- **Bâtiments : les bâtiments représentent aujourd'hui 40 % de la consommation d'énergie finale, c'est pourquoi l'Europe se positionne en faveur d'une vague de rénovations pour accroître l'efficacité énergétique.** Ce terme désigne les efforts déployés pour réduire la consommation d'énergique à service rendu égal. Il s'agit donc d'optimiser la consommation d'énergie en travaillant notamment sur l'isolation des bâtiments. Le taux actuel de rénovation du parc immobilier se situe entre 0,4 % à 1,2 %[83] selon les États-membres, l'objectif est de le doubler au cours des dix prochaines années[84]. En complément de la décarbonation des vecteurs énergétiques, ces travaux de grande ampleur permettront de réduire la précarité énergétique et vont dans le sens des recommandations formulées par le HCC au niveau national[85]. Par ailleurs, la Commission européenne doit également revoir le règlement sur les matériaux de construction, l'objectif étant de privilégier l'économie circulaire. Enfin, la consultation publique sur la révision de la directive sur la performance énergétique des bâtiments devrait permettre d'identifier d'autres points de réforme.

- **Transports : les transports représentent un quart des émissions de l'Union européenne et cette part ne cesse d'augmenter[86].** Pour atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050, l'Europe devra réduire ses émissions de 90 % d'ici à 2050[87]. Ainsi, il s'agit de repenser l'ensemble du secteur : reports modaux et évolution des usages, sources énergétiques, articulation entre les différents modes de transport entre pays et au sein de chaque pays.

  - **Le développement du transport ferroviaire devrait être particulièrement important en Europe ces prochaines années selon les engagements de la « Stratégie pour une mobilité durable et intelligente »[88].** L'année 2021, désignée comme « The European Year of Rail » (l'année européenne du rail), devrait permettre de mettre en place de grands investissements en matière de rénovation notamment. Afin d'atteindre la neutralité carbone, une part substantielle des 75 % du fret intérieur qui dépend de la route devrait être redirigée vers le rail et les voies navigables intérieures[89]. La Commission européenne devrait présenter d'ici juin

des mesures pour assurer une articulation plus efficace entre les voies ferroviaires et fluviales. Le HCC recommande que la présidence française de l'Union européenne prête une attention particulière à la mise en œuvre et au suivi de cette revalorisation incontournable du rail (cf. section 3.1 du rapport).

- **Concernant le transport routier, l'Europe pourrait revoir les limitations d'émissions autorisées** des véhicules neufs et souhaite également pousser les investissements en faveur de bornes de recharge pour voitures électriques. Introduire une trajectoire d'allègement des voitures serait une contrainte souhaitable pour des États-membres rétifs à l'idée de contraindre les constructeurs automobiles. Enfin, comme souligné précédemment, des discussions sont en cours concernant l'inclusion du transport maritime et de l'aviation au marché carbone européen.

- **Secteur des terres : l'atteinte de la neutralité carbone ne peut se faire sans une réforme complète et systémique de ces différents secteurs.** La baisse des émissions est en effet le principal levier d'action de l'UE pour parvenir à ces objectifs en termes de neutralité climatique. Néanmoins, dans une bien moindre mesure (environ 2 % des gaz à effet de serre en Europe), la séquestration du carbone peut également permettre d'atteindre les objectifs fixés. Ainsi, le reboisement et la restauration des forêts dégradées en Europe pourrait permettre d'accroître l'absorption de CO_2. La Commission européenne doit élaborer une nouvelle stratégie en ce sens afin d'accroître les puits de carbone qui permettent le stockage du carbone atmosphérique, y compris dans la matière organique des sols.

- De même, une attention doit être portée aux écosystèmes côtiers et marins, tels que les mangroves et prairies marines, qui jouent également un rôle important dans la séquestration du carbone.

Encadré 2.6

Rehausser l'objectif de la France en 2030

Le rehaussement des objectifs climatiques européens (réduction des émissions nettes de GES de -55 % d'ici à 2030) pose particulièrement question pour la France. Le pays se positionne comme un acteur majeur dans la lutte contre le réchauffement climatique dans le cadre des négociations européennes mais peine à atteindre ses propres objectifs nationaux, notamment la réduction de ses émissions de GES de -40 % d'ici à 2030.

Dans le cadre des négociations européennes, la France pousse pour des engagements plus forts, comme en atteste encore récemment le Plan d'action pour le climat du ministère de l'Économie, des finances et de la relance, dont le chapitre 4 invite à la mobilisation sur les sujets climatiques (pacte vert pour l'Europe, mécanisme d'ajustement aux frontières).

À l'échelle nationale cependant, les actions restent insuffisantes et limitées :

- La France a dépassé son premier budget carbone ;
- L'analyse des lacunes des politiques publiques (cf. chapitre 3), souligne que la plupart des secteurs sont peu engagés dans les orientations de la SNBC et que les plans d'actions restent à décliner ;
- La loi climat-résilience et les actions actuelles peinent à combler les manques. Une étude menée en février dernier par le Boston Consulting Group souligne qu'environ 50 % de l'objectif de réduction des émissions a déjà été réalisé mais il ne reste plus qu'une décennie pour parcourir le reste du chemin. L'étude souligne que l'atteinte de cet objectif suppose « *d'engager des moyens inédits et une mobilisation massive et pérenne de l'ensemble des composantes de la Nation* ».

Une hausse de l'ambition est néanmoins à la fois nécessaire - afin que la France puisse répondre aux enjeux européens à venir, conserver sa crédibilité dans les négociations internationales - mais également possible dans la conjoncture actuelle.

- **Une nouvelle dynamique européenne est propice aux réformes de fonds, notamment :**
  - De nouveaux financements : deux mécanismes ont pour but de soutenir la transition bas carbone en Europe, dans un souci de transition juste. Le premier est l'instrument NextGenerationEU : avec un budget, qui reste modeste à l'échelle européenne, de 750 Mrd € sur deux ans, il est destiné à supporter la relance économique et sociale en Europe dans un contexte de crise sanitaire. 37 % de cette somme sera dédiée aux investissements en lien avec le climat sur la période 2021-2023, notamment 15 % pour des dépenses liées aux infrastructures et transports et 10 % pour l'efficacité énergétique. Le second est un programme dédié à la recherche et à l'innovation pour les années 2021 – 2027, avec un budget de 95,5 Mrd €. Il sera axé sur les solutions de décarbonation, les énergies renouvelables, les transports plus sobres, etc. Étant donné la structure de son économie, la France n'est pas le principal pays visé par ces fonds. Elle pourrait néanmoins être bénéficiaire net sur deux fonds : le fonds de Relance et Résilience et le fonds Horizon Europe.
  - Une règlementation qui sera plus cohérente avec des objectifs ambitieux, notamment à travers la taxinomie de l'UE pour les investissements durables.
  - Le renforcement d'un prix du carbone au sein du SEQE – avec les limites déjà signalées plus haut.
- **Au niveau national, les efforts peuvent être intensifiés** ; il est probable qu'ils devront l'être, si la nouvelle ambition européenne (et les effets du Brexit) n'est pas répercutée sur les seuls mécanismes de marché et que la part de l'effort national augmente. Disposant de plusieurs leviers, la France peut s'en donner les moyens :
  - Les pouvoirs publics peuvent intensifier leurs efforts sur le secteur de l'énergie. Il existe des marges d'action importantes dans ces secteurs qui ne sont pas exploitées (cf. section 3.5) ;
  - Le plan de relance français, qui fait suite à la crise sanitaire de Covid-19, a permis de débloquer 100 milliards d'euros. Le HCC a recommandé que ces financements soient pérennisés sur 10 ans et complétés par des mesures de conditionnalité et par un accompagnement, en particulier pour le secteur des transports.

Le gouvernement doit envoyer des signaux clairs à l'ensemble des acteurs économiques pour inciter à la mise en œuvre d'une transformation plus rapide du secteur privé. Cela concerne notamment le chauffage des bâtiments ou encore la date de fin de vente des véhicules thermiques qui pourrait être avancée.

MESSAGES CLÉS

- Pour accélérer la transition bas-carbone, ; il faut dégager les investissements publics de décarbonation des contraintes budgétaires européennes.
- Dans le cadre de la réforme du SEQE, il serait souhaitable :
  - d'anticiper l'impact sur les inégalités d'une extension du marché du carbone aux secteurs des bâtiments et de la mobilité ;
  - de mettre fin aux quotas gratuits ;
  - d'établir un prix plancher.
- Le signal-prix doit être renforcé sans attendre la mise en œuvre de la réforme du SEQE.
- La politique européenne en faveur du rail doit effectuer un saut qualitatif, alors qu'aucun pays européen ne progresse dans le secteur des transports.

RECOMMANDATIONS CHAPITRE 2

1. Renforcer et systématiser l'évaluation des lois au regard du climat, en s'appuyant notamment sur la valeur tutélaire du carbone. Une institution comme la Cour des comptes pourrait évoluer pour devenir centrale dans ces processus d'évaluation, avec l'appui éventuel d'institutions spécialisées.

2. Accélérer la mise en œuvre des feuilles de route des ministères pour l'atténuation et l'adaptation, en intégrant notamment la formation professionnelle des agents.

3. Rendre les offres bas-carbone plus accessibles aux ménages et aux entreprises les plus vulnérables dans la perspective d'une hausse durable du prix du carbone sur le marché européen ou d'une relance éventuelle de la fiscalité carbone.

4. Coordonner et aligner les documents de planification territoriale (SRADDET, PCAET, etc.) sur la trajectoire et les objectifs de la SNBC.

5. Sortir les investissements publics de décarbonation des contraintes budgétaires européennes.

6. Finaliser la réforme du SEQE sous la présidence française de l'Union européenne pour en clarifier les règles pour les investisseurs et les ménages, tout en consolidant le signal-prix sans attendre la mise en œuvre de cette réforme.

7. Accompagner le renforcement du prix du carbone d'un mécanisme d'ajustement aux frontières visant à réduire les émissions importées, impliquant la suppression de l'allocation gratuite des quotas industriels.

3. ÉVOLUTIONS SECTORIELLES

Ce chapitre approfondit les progrès réalisés dans les cinq principaux secteurs émetteurs en France : transports, bâtiments, industrie, agriculture et transformation d'énergie. Pour chaque secteur, les tendances récentes des émissions de gaz à effet de serre sont analysées au regard des budgets carbones sectoriels fixés pas la SNBC, en s'appuyant sur les dernières données de l'inventaire national des émissions de gaz à effet de serre du Citepa (format SECTEN).

À des fins de parangonnage, les trajectoires des émissions sectorielles françaises sont comparées à celles de l'Union européenne et des pays voisins. Les données mobilisées provenant des inventaires nationaux transmis à la CCNUCC, la répartition sectorielle ne correspond pas exactement au format SECTEN utilisé par la SNBC et analysé dans le reste du rapport, mais a été construite de manière à s'en rapprocher le plus possible.

Ce chapitre revient ensuite sur l'action publique sectorielle marquante en 2020 et analyse son alignement avec la trajectoire de réduction prévue par la SNBC. Enfin, une analyse des écarts entre les politiques et mesures prises par le gouvernement depuis 2015 et les orientations de politiques publiques fixées par la SNBC2 permet de juger le niveau de mise en œuvre des objectifs de la SNBC

3.1 TRANSPORTS

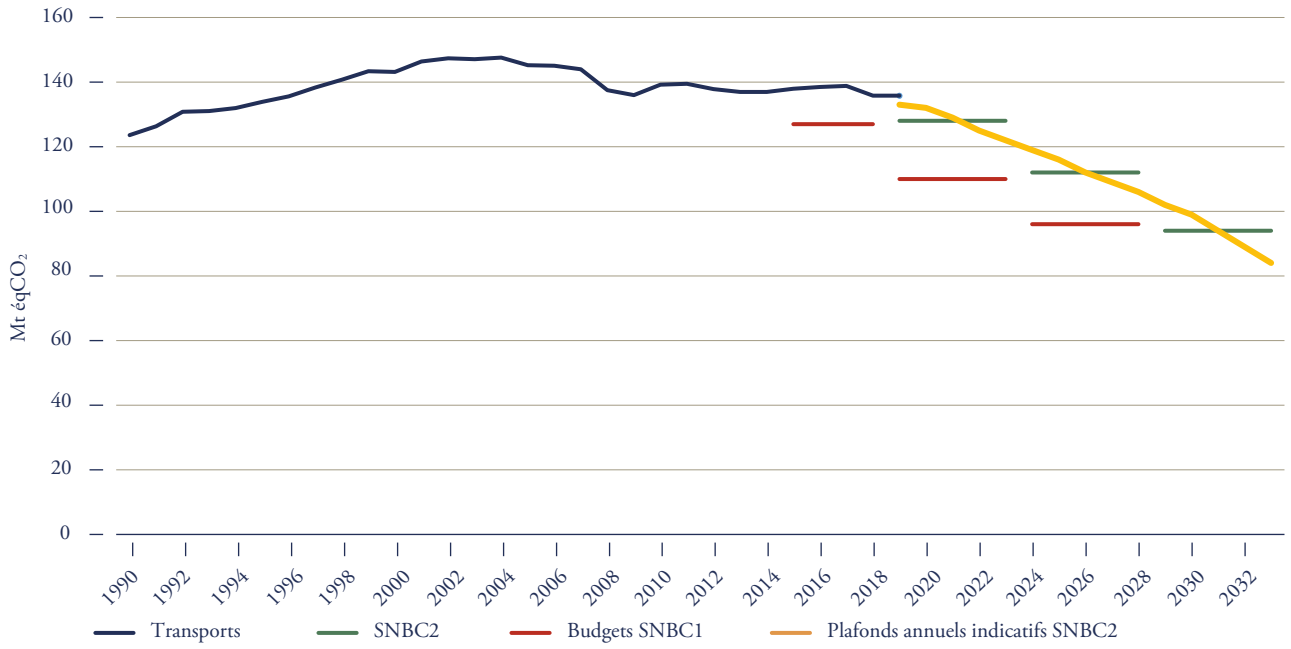
Le Haut conseil pour le climat prévoit de publier prochainement un rapport consacré aux mobilités et aux flux de marchandises, avec un ensemble de recommandations pour leur décarbonation et leur adaptation au changement climatique. Cette section pose un certain nombre de constats et d'interrogations qui seront approfondis dans ce rapport spécial.

3.1.1 UN SECTEUR DONT LES ÉMISSIONS NE SONT PAS SOUS CONTRÔLE, NI EN EUROPE NI EN FRANCE

Le secteur des transports en France est le premier contributeur aux émissions de gaz à effet de serre territoriales avec une part de 31 % en 2019, soit 136 Mt éqCO_2. Les émissions du secteur sont stables entre 2018 et 2019. Elles sont en légère baisse depuis 2015, avec une diminution de 1,5% entre 2015 et 2018. La crise sanitaire a entrainé une forte diminution conjoncturelle des émissions des transports en France. Selon les estimations préliminaires du Citepa, elles auraient ainsi diminué de 16 % entre 2019 et 2020. La baisse est encore plus marquée pour le transport aérien international, où les émissions chuteraient de 55 %, alors qu'elles étaient en hausse de 5 % entre 2018 et 2019.

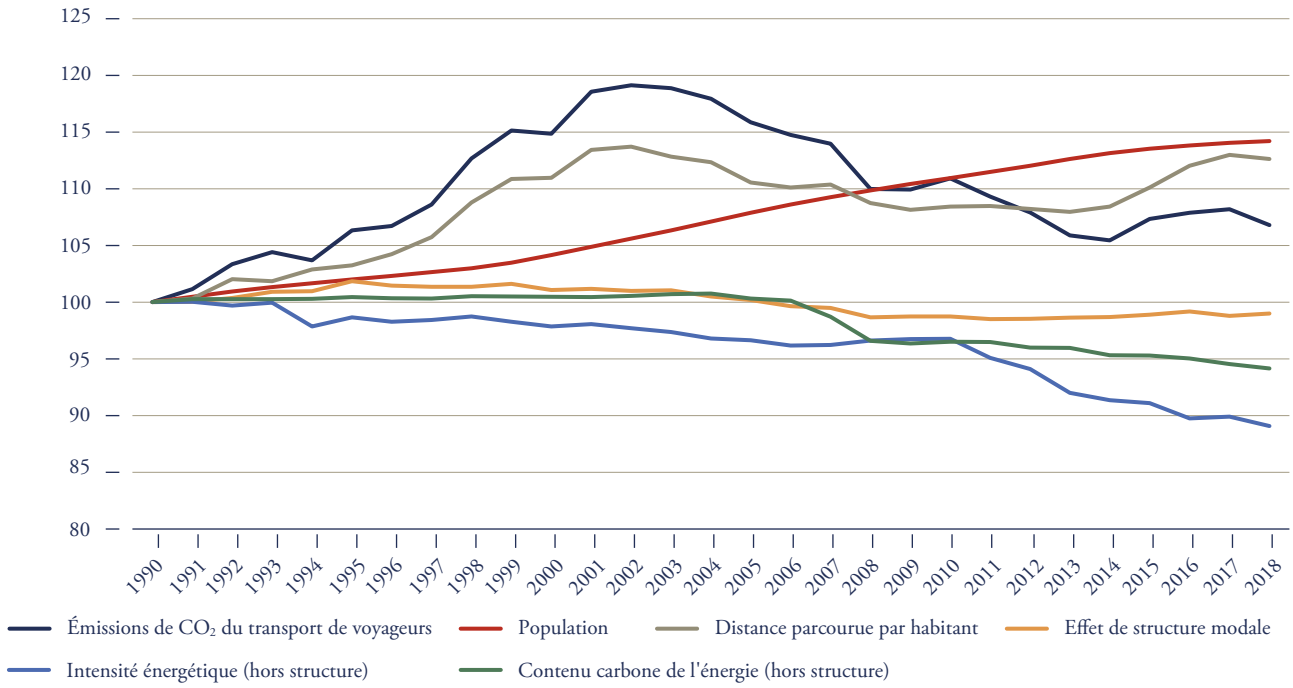
Le respect de la trajectoire SNBC pour le secteur nécessite une forte accélération du rythme de réduction des émissions. Le premier budget carbone sectoriel sur la période 2015-2018 a été dépassé de 43 Mt éqCO_2. Pour l'année 2019, la part annuelle indicative attribuée au secteur par la SNBC 2 a quant à elle été dépassée de 2,8 Mt éqCO_2. Alors que la SNBC vise un rythme de réduction annuelle situé entre 3 Mt éqCO_2 et 4 Mt éqCO_2 sur la période 2021-2030, il n'a été que de 0,7 Mt éqCO_2/an sur la période du premier budget carbone. Une multiplication du rythme de réduction par cinq est donc nécessaire pour respecter la trajectoire SNBC.

Figure 3.1.1 – Émissions du secteur des transports en France
depuis 1990 et trajectoires SNBC



Source : Citepa, format Secten ; SNBC2.

Figure 3.1.2 – Décomposition de l'évolution des émissions de CO_2
du transport de voyageurs en France (tous modes, y compris véhicules étrangers, hors transport aérien international base 100 en 1990)



NB : Les émissions de CO_2 sont égales, à un facteur 100 près, au produit des autres grandeurs représentées. L'effet de structure modale indique l'effet de la répartition entre les différents modes de transport : véhicules particuliers, transports collectifs terrestres, aérien. Une évolution de cette répartition vers des modes de transports plus carbonés (transport routier individuel ou aérien) se traduit par une augmentation de la variable « effet de structure modale ».

Source : Service des données et études statistiques – Commissariat général au développement durable – Ministère de la Transition écologique

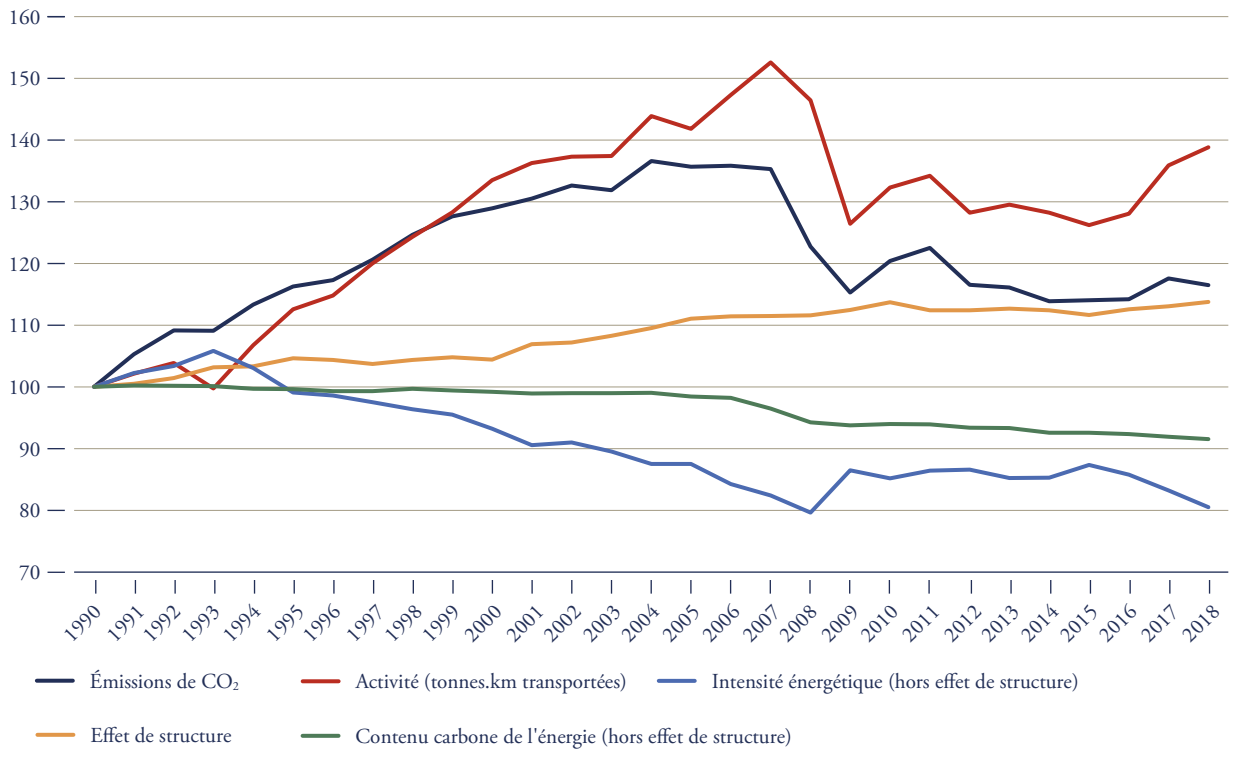
L'évolution des déterminants structurels des émissions ces dernières années s'inscrit dans les tendances historiques de plus long terme[90] : les distances parcourues et tonnes transportées augmentent, compensées par des gains en efficacité énergétique et une réduction du contenu carbone de l'énergie, le report modal jouant un rôle négligeable (transport de voyageurs) ou défavorable (transport de marchandises).

- Pour le transport de voyageurs, le principal facteur poussant à la hausse les émissions sur la période 2015-2018 est l'augmentation des distances parcourues par habitant, qui ont crû de 2,3 %. Après une hausse de 14 % entre 1990 et 2002, elles avaient pourtant entamé une décroissance jusqu'en 2008, avant de se stabiliser sur la période 2008-2014. À l'inverse, l'amélioration de l'efficacité énergétique (diminution de l'intensité énergétique de 2,2 % sur la période) et la diminution du contenu carbone de l'énergie (-1,2 % ; *via* notamment l'augmentation de la part des agrocarburants) contribuent à la diminution des émissions. La structure modale (répartition entre véhicules particuliers, transports collectifs terrestres, et aérien) est stable et a donc un effet négligeable sur l'évolution des émissions, et ce depuis 2015 comme depuis 1990.

- Pour le transport de marchandises, le principal facteur poussant à la hausse les émissions entre 2015 et 2018 est l'augmentation de l'activité (+10 % de tonnes.km transportées), poursuivant la tendance historique (+39 % de tonnes.km transportées entre 1990 et 2018). À l'inverse, l'efficacité énergétique continue de s'améliorer avec une diminution de l'intensité énergétique de 7,9 % entre 2015 et 2018, portée par un meilleur remplissage des poids lourds (hausse de 5,8 % du tonnage moyen) et une moindre consommation unitaire par poids lourd (-2,7 %). Le report modal, quant à lui, continue de s'effectuer en direction du transport routier (+2 points de part modale quand le ferroviaire perd 1,6 points et le fluvial 0,4 points)[91], donc dans un sens défavorable à la réduction des émissions.

Depuis 2015, les émissions de gaz à effet de serre des transports européens ont augmenté pour se situer, en 2018, à 23 % au-dessus des niveaux de 1990[92]. Après un pic atteint pour l'UE en 2007, les émissions du secteur ont diminué lors

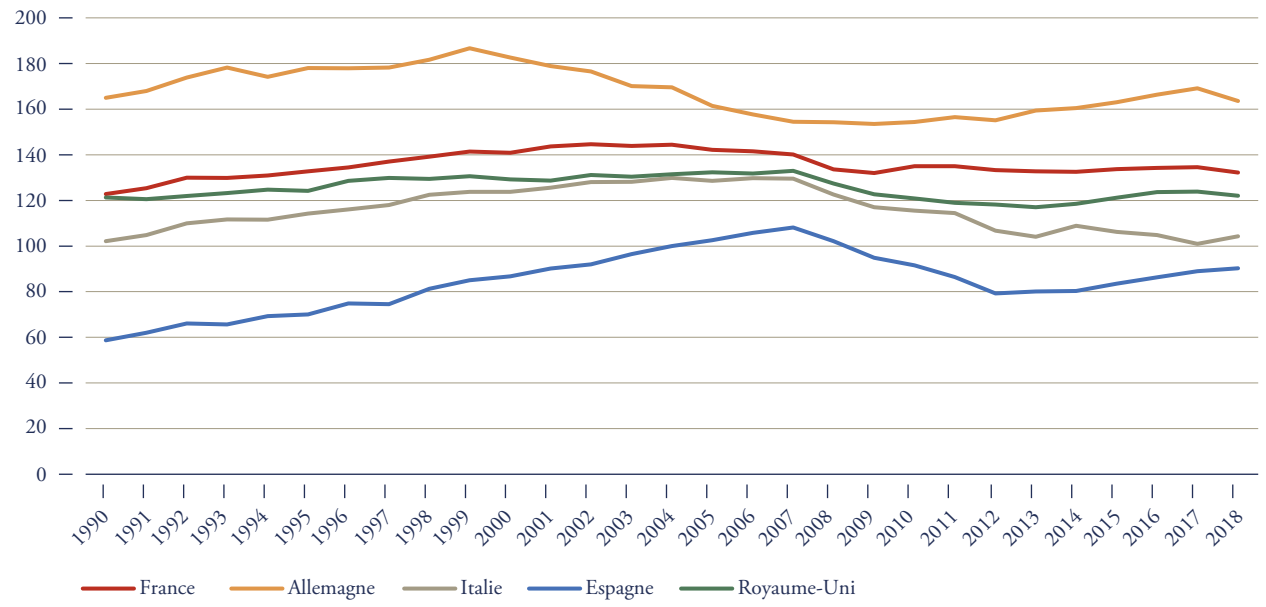
Figure 3.1.3 – Décomposition de l'évolution des émissions de CO_2 **du transport de marchandises (base 100 en 1990)**



NB : Les émissions de CO_2 sont égales, à un facteur 100 près, au produit des autres grandeurs représentées. L'effet de structure indique l'effet de la répartition entre les différents modes de transport : routier, ferré, fluvial. Une évolution de cette répartition vers des modes de transports plus carbonés (transport routier) se traduit par une augmentation de la variable « effet de structure ».

Source : Service des données et études statistiques – Commissariat général au développement durable – Ministère de la Transition écologique

Figure 3.1.4 – Émissions des transports **sur la période 1990-2018 (Mt éqCO$_2$)**



Source : Agence européenne de l'environnement, Eurostat.

de la crise économique et financière, et ce jusqu'en 2013. Elles sont depuis reparties à la hausse, avec une progression pour l'ensemble des 27 pays de l'UE de 4,3 % entre 2015 et 2018. Cette évolution est hétérogène au sein des pays européens : sur cette période de quatre ans, l'Espagne voit ses émissions progresser de 8,1 %, tandis que celles de l'Allemagne sont quasiment stables (+0,6 %), quand les émissions des transports français et italiens diminuent légèrement (-1,3 % et -1,8 %).

Si le transport routier constitue la plus grande part des émissions du secteur, les émissions du transport aérien augmentaient rapidement avant la crise sanitaire. En 2018, le transport routier représentait 95 % des émissions des transports de l'UE hors transports internationaux (maritime et aérien). Entre 2015 et 2018, les émissions européennes du secteur routier ont cru de 4,0 %, avec toutefois des différences entre pays : +5,5 % en Espagne, +0,5 % en Allemagne, -1,7 % en France et -2,6 % en Italie. Les vols intérieurs, s'ils représentent moins de 2% des émissions des transports domestiques de l'UE, ont vu leurs émissions augmenter de 12,7 % entre 2015 et 2018, allant de +7,1 % pour l'Italie à +21,6 % pour l'Espagne (+10,6 % pour la France).

Les émissions des vols internationaux, quant à elles, sont à la fois substantiellement plus importantes en niveau, et progressent encore plus vite. Additionner les émissions du transport aérien international aux émissions du transport domestique européen fait augmenter ces dernières de 15,7 % pour l'année 2018. De plus, entre 2015 et 2018, les émissions du transport aérien international ont crû de 19,9 % pour l'UE, avec toutefois de fort contrastes : +26,2 % en Espagne contre +3,5 % en France, aboutissant *in fine* à un niveau d'émissions des transports aériens internationaux en 2018 proches pour les deux pays (18,5 Mt éqCO$_2$ pour l'Espagne, 17,9 Mt éqCO$_2$ pour la France).

3.1.2 L'ACTION PUBLIQUE FAVORABLE AUX ORIENTATIONS DE LA SNBC POUR LE SECTEUR DES TRANSPORTS EST INSUFFISANTE

L'année 2020 a été marquée par une évolution réglementaire importante avec l'entrée en vigueur des normes européennes d'émissions de CO$_2$ pour les véhicules neufs, et par un fort soutien au secteur automobile dans le cadre du plan « France Relance ». Pour l'ensemble du marché européen, les niveaux moyens d'émissions de CO$_2$ des voitures neuves sont passés de 122 g/km (selon la norme NEDC[93]) en 2019 à un niveau estimé de 107 g/km en 2020. Cela équivaut à une diminution de 15 g/km en un an, alors que, de 2015 à 2019, le taux de réduction était d'environ 0,6 g/km de CO$_2$ par an[94]. La réglementation européenne prévoit par la suite un renforcement des cibles d'émissions en 2025 et 2030[95]. Si la réduction des émissions des véhicules neufs mérite d'être saluée, l'effort

restant à faire pour un marché automobile entièrement décarboné reste important. De plus, au-delà du marché des véhicules neufs, il s'agit également d'accélérer le renouvellement du parc existant (voir également la section 3.1.3.2). En outre, la manière dont la réglementation tient compte du poids des véhicules[96] ou des émissions des véhicules hybrides rechargeables[97] est source d'effets pervers (véhicules lourds favorisés) et réduit son impact environnemental (décalage important entre émissions théoriques et émissions réelles des véhicules électriques rechargeables).

Les mécanismes de soutien à la décarbonation des flottes de véhicules sont largement mobilisés sans qu'il ne soit possible de juger de leur efficacité. Le secteur routier a fortement bénéficié du plan de relance, avec notamment un renforcement et un élargissement du bonus automobile et de la prime à la conversion[98]. Ces instruments souffrent toutefois d'un déficit d'évaluation, rappelé à plusieurs reprises par la Cour des comptes[99]. En conséquence, il n'est souvent pas possible de juger de leur efficacité environnementale, et plus généralement de l'ensemble de leurs effets. Évaluer régulièrement les instruments de soutien à la transition des flottes permettrait d'améliorer leur calibrage, et ainsi de maximiser leur contribution aux orientations de la SNBC.

L'absence de plan d'action en faveur d'une trajectoire de prix du carbone croissant pour l'ensemble du secteur des transports constitue un écart majeur par rapport à la SNBC (orientation T1) et donc un point d'attention important. Dans le cadre de son rapport annuel 2020, le Haut conseil pour le climat avait sollicité l'Ademe pour mettre en lumière l'écart à la trajectoire de décarbonation de la SNBC causé par le gel de la taxe carbone, et notamment dans le secteur des transports[100]. Pallier le gel de la taxe carbone constitue un défi pressant pour que la France atteigne ses objectifs climatiques (voir encadré 2.1).

La crise sanitaire, en raison de son impact différencié sur les modes de transport, affecte significativement l'action publique en faveur du report modal, qui reste un défi à relever. État et collectivités se sont s'appuyés sur un contexte favorable aux mobilités douces pour amplifier et pérenniser leur dynamique (voir section 3.1.3.1). Le report modal vers le fret ferroviaire reste un défi majeur (voir section 3.1.3.4), et les actions mises en œuvre jusqu'à présent ne semblent pas en mesure d'atteindre l'objectif de doublement de sa part modale[101].

Enfin, la diminution importante des déplacements[102], le recours massif au télétravail[103] ainsi que la croissance du e-commerce[104] pendant la crise sanitaire constituent des bouleversements dans les pratiques de mobilité que le Haut conseil pour le climat prévoit d'analyser en profondeur dans un prochain rapport spécialement consacré aux mobilités. Toutefois, il est d'ores et déjà possible d'attirer l'attention sur les risques d'effets rebond liés en particulier au télétravail[105]. De plus, l'essor du e-commerce invite à être toujours plus attentif aux enjeux de décarbonation du secteur de la logistique, et notamment la logistique urbaine.

3.1.3 RETOUR SUR QUATRE THÉMATIQUES MOBILITÉ QUI ONT MARQUÉ LES DOUZE DERNIERS MOIS

3.1.3.1 - Vélo : un engouement conjoncturel à convertir en une transformation structurelle

Le vélo a été plébiscité par les Français au sortir du premier confinement. D'après l'organisme Vélo et territoires, la fréquentation des pistes cyclables a augmenté de 27 % lors de la période post-confinement par rapport à l'année précédente[106]. Au premier trimestre 2021, dans un contexte sanitaire toujours difficile, l'usage de vélos mesuré par le nombre de passages était supérieur de 32 % à la même période de 2019. Le vélo permet en effet de se déplacer tout en limitant les risques de contamination. D'après une étude réalisée par le cabinet McKinsey[107], le risque d'infection est devenu le premier critère de choix de mode de transport suite à la pandémie de COVID-19, devant le temps de trajet. La soutenabilité du mode de transport reste en revanche un critère très secondaire dans le choix du mode de transport.

La pratique du vélo a été encouragée par la mise en place de 1 000 km de pistes cyclables temporaires, les fameuses coronapistes, auxquelles s'ajoutent l'ouverture de 1 784 km de pistes cyclables en 2020 dans le cadre du Schéma national des Véloroutes[108]. Les coronapistes en particulier ont permis d'augmenter l'usage du vélo dans les villes européennes, mesuré par le nombre de vélos en circulation, de 11 % à 48 % en moyenne[109]. D'autres mesures, déjà en cours avant la crise sanitaire ou mises en place à l'occasion de celle-ci, ont également eu pour ambition d'encourager la pratique du vélo : développement de stationnement sécurisé, identification des vélos pour lutter contre le vol, subvention à la réparation de vélo ou à l'achat de vélo à assistance électrique (VAE), etc. En outre, la forte croissance du marché des VAE (+29 % en 2020[110]) laisse espérer un élargissement à la fois de la population de cyclistes et également des types de déplacement réalisés à vélo.

Compte tenu des nombreux bienfaits du vélo, en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre mais aussi de lutte contre la pollution atmosphérique ou encore de bénéfices pour la santé, l'enjeu pour les pouvoirs publics est d'encourager au maximum le report modal en sa faveur, et plus généralement en faveur des mobilités actives. Le premier défi consiste à pérenniser les évolutions enclenchées suite à la crise sanitaire, telles que les coronapistes. À moyen terme, la dynamique favorable aux vélos invite à reconsidérer les objectifs du plan vélo, et étudier dans quelles mesures ils peuvent être rehaussés, en tenant compte de l'ensemble des bénéfices apportés par la pratique cycliste. En effet, si les statistiques sur le vélo en Europe sont encore lacunaires[111], elles suggèrent toutefois une pratique du vélo en France inférieure à la moyenne européenne en 2019, et très loin de pays tels que les Pays-Bas, la Suède ou encore l'Allemagne[112].

3.1.3.2 - Voitures électriques : accélérer l'électrification tout en intégrant l'ensemble des enjeux économiques, sociaux et environnementaux

L'entrée en vigueur des normes d'émissions de CO_2 sur les véhicules neufs a contribué à augmenter significativement la part de marché des véhicules électrifiés sur le marché européen, dont la France. En incluant les véhicules hybrides rechargeables, elle est passée de 3 % en 2019 (2 % en ne considérant que les véhicules totalement électriques) à 11 % en 2020 (6 % pour le tout électrique), la France se situant dans la moyenne européenne. Les pays les plus avancés en Europe sont la Norvège, avec une part de marché des véhicules électrifiés de 75 % en 2020, dont deux tiers de véhicules à batteries, l'Islande (46 %), la Suède (32 %) et les Pays-Bas (25 %).

L'électrification du parc de véhicules est incontournable dans l'atteinte de la neutralité carbone et la transformation du marché des véhicules neufs n'en constitue qu'une des dimensions. Un autre aspect, corrélé mais distinct, est le renouvellement du parc existant. Au 1er janvier 2020, 38,2 millions de voitures étaient en circulation en France (dont 0,4 % de véhicules tout électrique), avec un âge moyen de 10,2 ans, ce dernier suivant une tendance haussière depuis plusieurs décennies[113]. Décarboner les transports nécessite à la fois d'accélérer la transformation du marché automobile du neuf et, parallèlement, accélérer le renouvellement du parc automobile, en étant toutefois particulièrement attentif à l'empreinte carbone des véhicules tout au long de leur cycle de vie. En outre, d'autres dimensions sont également essentielles, telles le développement de points de recharge privés ou ouverts au public.

L'électrification du parc de véhicules a des implications économiques, sociales, budgétaires et environnementales qui nécessitent une attention particulière des pouvoirs publics. La production automobile française est actuellement dominée par les véhicules thermiques, qui nécessitent davantage de main d'œuvre que les véhicules électriques[114]. De plus, les véhicules recourant aux carburants fossiles génèrent des revenus fiscaux importants pour l'État et les collectivités, principalement via la TICPE[115], auxquels ne sont pas soumis les véhicules électriques. Pourtant, la fiscalité sur les carburants contribue à internaliser en partie les dommages hors CO_2 causés par les véhicules, qu'ils soient électrifiés ou non : accidents, usage des infrastructures routières, congestion, bruit, émissions de particules fines liées au freinage[116]. Enfin, les subventions aux véhicules électriques tendent à être régressives[117], ce qui peut poser une difficulté au regard des enjeux de justice sociale. Sur ce dernier aspect, le gouvernement a mis en place plusieurs mesures de soutien au changement de véhicules des ménages aux revenus modestes. La réussite de la décarbonation des transports dépendra entre autres de leur effectivité.

3.1.3.3 - Maitriser l'étalement urbain : une réflexion systémique sur l'offre et la demande de mobilité

Le projet de loi climat et résilience a été l'occasion de débats sur l'objectif de zéro artificialisation nette, la sobriété foncière et la maitrise de l'étalement urbain. Comme souligné dans la SNBC, le desserrement des formes urbaines a un impact fort sur les émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports. L'éloignement de l'habitat des zones d'emplois et de commerces, ou encore la dispersion géographique des lieux de vie et d'activité, conduisent à une hausse systémique de la demande en transports, et de toutes les externalités qui lui sont liées, dont les émissions de gaz à effet de serre. À l'inverse, l'internalisation des coûts environnementaux et sociaux des transports invitent à un rééquilibrage de leur place dans notre société. Cela implique de travailler sur les transitions institutionnelles, réglementaires, ou encore sémantiques, qui permettent à l'ensemble des ménages et aux entreprises de s'épanouir dans une organisation sociale compatible avec la sobriété foncière.

3.1.3.4 - Fret et logistique : le défi du report modal

La part modale du fret ferroviaire en France est faible en comparaison des autres pays européens. En 2019, elle s'élevait à 12,1 %, contre 23,7 % en moyenne dans l'Union européenne (UE 27), 26,6 % en Allemagne, 34,4 % en Suisse, et même 49,1 % aux Pays-Bas[118]. Le réseau ferré français se situe pourtant dans la moyenne européenne en matière de densité par rapport à la population ou la superficie[119]. Sur ce dernier indicateur, l'Allemagne et la Suisse se distinguent avec un nombre de kilomètres de lignes pour 100 km^2 deux fois plus élevé que la France (respectivement 11 et 13 contre 5,2 km de lignes pour 100 km^2 en France[120]).

Le plan « France relance » prévoit 4,7 milliards d'euros pour relancer et développer le fret ferroviaire en France[121a]. Mais le fret ferroviaire ne bénéficie pour l'heure que d'environ 200 millions d'euros spécifiquement fléchés, le reste allant à la modernisation et mise en sécurité du réseau ou au maintien de petites lignes[121b]. La filière, elle, estime à 15 milliards d'euros l'effort nécessaire pour réussir à doubler la part modale du fret ferroviaire d'ici 2030[122]. Plus généralement, une hausse de la part modale du rail nécessite une amélioration de sa compétitivité en matière de coût et de qualité de service. Pour la compétitivité coût, le fret ferroviaire pâtit de la sous-tarification des coûts externes du transport routier de marchandises[123]. Concernant la qualité de service, le développement d'infrastructures interopérables et d'une offre de produits innovants, s'appuyant sur la digitalisation et la multimodalité, sont des pistes prometteuses[124]. Le développement du fret ferroviaire mobilise les pouvoirs publics à différentes échelles : nationale, territoriale, et également européenne, la Commission européenne ayant pour objectif l'ouverture des marchés ferroviaires à la concurrence, l'interopérabilité des réseaux nationaux, et le développement des réseaux ferrés[125]. La question se pose donc de la bonne cohérence des actions aux différentes échelles, et de leur adéquation avec les objectifs climatiques.

3.1.4 LACUNES DES POLITIQUES PUBLIQUES

- **T1 :** donner au secteur des signaux prix incitatifs

LOREM IPSUM DOLOR SIT AMET, CONSECTETUER ADIPISCING ELIT, SED DIAM NONUMMY NIBH

- **T2 :** fixer des objectifs clairs et cohérents avec les objectifs visés pour la transition énergétique des parcs
- **T3 :** accompagner l'évolution des flottes pour tous les modes de transport
- **T4 :** soutenir les collectivités locales et les entreprises dans la mise en place d'initiatives innovantes
- **T5 :** encourager le report modal en soutenant les mobilités actives et les transports massifiés et collectifs (fret et voyageurs) et en développant l'intermodalité
- **T6 :** maîtriser la hausse de la demande de transport

- **Politiques publiques :** alignées avec l'orientation SNBC. **Objectifs :** probablement atteints.
- **Politiques publiques :** partiellement alignées avec l'orientation SNBC. **Objectifs :** incertitudes non négligeables sur leur réalisation.
- **Politiques publiques :** éloignées de l'orientation SNBC. **Objectifs :** risques importants d'en dévier significativement.
- **Politiques publiques :** impossible de juger de leur contribution à SNBC. **Objectifs :** atteinte impossible à anticiper.

MESSAGES CLÉS

- Le secteur des transports en France est le premier contributeur aux émissions de gaz à effet de serre territoriales avec une part de 31 % en 2019, soit 136 Mt éqCO_2. Si le transport routier constitue la plus grande part des émissions du secteur, les émissions du transport aérien augmentaient rapidement avant la crise sanitaire.
- Le respect de la trajectoire SNBC pour le secteur nécessite une forte accélération du rythme de réduction des émissions, qui doit être multiplié par cinq dès 2021 par rapport au rythme observé sur la période du premier budget carbone (2015-2018).
- Entre 2015 et 2018, les distances parcourues par les individus et les tonnes de marchandises transportées augmentent, tandis que les gains en efficacité énergétique et en réduction du contenu carbone de l'énergie se poursuivent, le report modal jouant un rôle négligeable (transport de voyageurs) ou défavorable (transport de marchandises).
- Les mécanismes de soutien à la décarbonation des flottes de véhicules sont largement mobilisés, notamment dans le cadre de France Relance, sans qu'il soit possible de juger de leur efficacité.
- La crise sanitaire, en raison de son impact différencié sur les modes de transport, affecte significativement l'action publique en faveur du report modal, qui reste un défi à relever. Les coronapistes ont contribué à augmenter la pratique du vélo, dont le potentiel doit être pleinement exploité. Le report modal vers le fret ferroviaire reste un défi majeur au vu de l'objectif de doublement de sa part modale.
- L'action publique est encore insuffisante à la bonne réalisation des orientations de la SNBC pour le secteur des transports. Sur les cinq orientations sectorielles analysées par le HCC, deux ne sont pas engagées de manière substantielle, et trois ne le sont que de manière partielle.

3.2 BÂTIMENTS

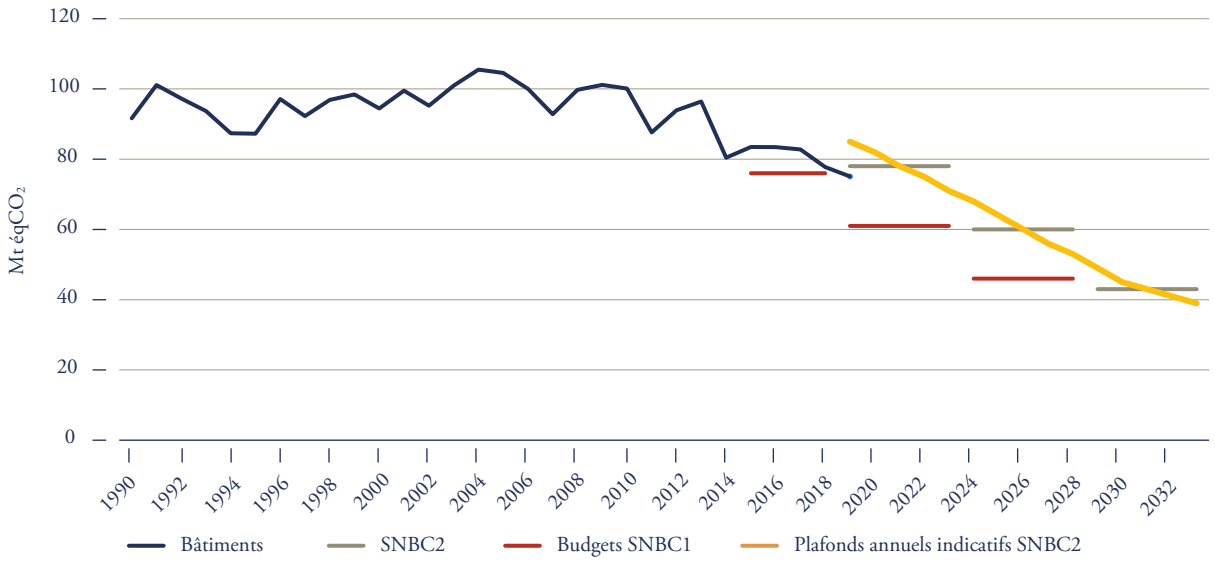
3.2.1 LA FRANCE ET L'EUROPE AU DÉFI DE DÉCARBONATION DE LEURS PARCS DE BÂTIMENTS

Les émissions du secteur des bâtiments représentaient 17 % des émissions territoriales de gaz à effet de serre de la France en 2019, soit 75 Mt éqCO_2. Les émissions du secteur ont décru de 3,4 % entre 2018 et 2019. Elles sont en diminution continue depuis 2015, avec une baisse de 6,8 % entre 2015 et 2018.

La trajectoire SNBC pour le secteur prévoit une augmentation de la vitesse de réduction des émissions par rapport à la période du premier budget carbone (2015-2018). La méthodologie de calcul des émissions utilisée par le Citepa pour le secteur a changé en 2021, avec une partie des émissions qui sont maintenant affectées au secteur de l'industrie manufacturière et de la construction. Cette évolution conduit à une correction annuelle à la baisse des émissions d'en moyenne 5,6 Mt éqCO_2 sur la période du premier budget carbone. En conséquence, le dépassement du premier budget carbone, qui était de 45,8 Mt éqCO_2 avec l'ancienne méthode de calcul, n'est plus que de 23,5 Mt éqCO_2 avec la nouvelle méthode. De même, l'objectif indicatif annuel de la SNBC 2 pour l'année 2019, de 85 MtCO_2, était déjà respecté en 2015 selon la nouvelle méthode de calcul. Ces changements méthodologiques empêchent de faire une analyse sur la compatibilité des niveaux d'émissions avec les prochains budgets sectoriels SNBC, ce qui devrait être rectifié dans la SNBC 3. Toutefois, il est possible de s'intéresser au rythme de diminution des émissions visé dans la SNBC 2. Celui-ci est de 3,5 Mt éqCO_2 / an sur la période du deuxième budget carbone (2019-2023), soit un rythme significativement plus élevé que celui réalisé pendant la période du premier budget carbone, qui était de 1,9 Mt éqCO_2 / an.

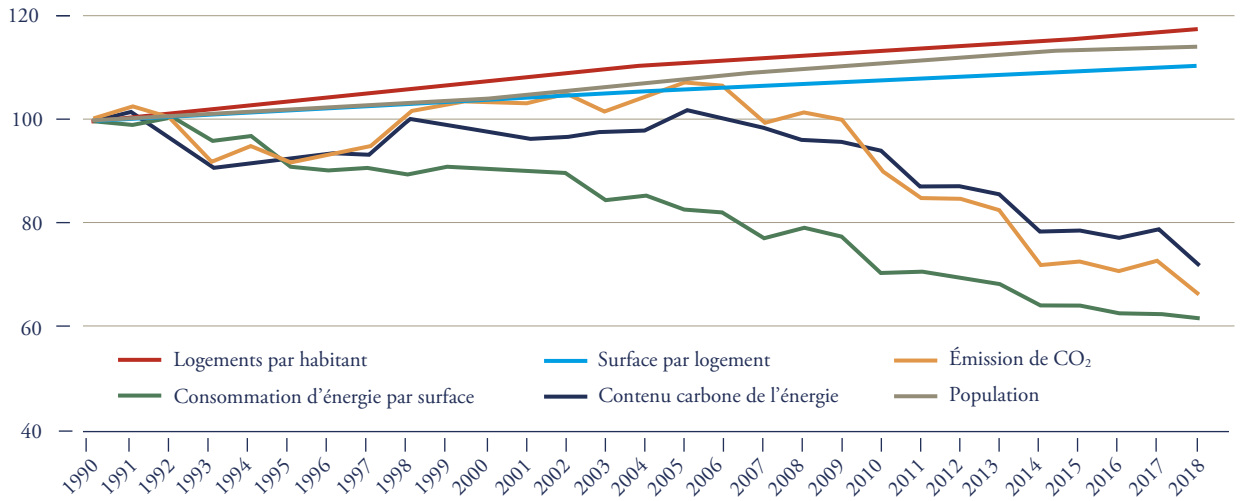
L'évolution des déterminants structurels des émissions du chauffage résidentiel ces dernières années s'inscrit dans les tendances historiques de plus long terme[126] : l'intensité carbone des énergies de chauffage utilisées diminue et l'efficacité thermique des bâtiments s'améliore,

Figure 3.2.1 – Émissions du secteur des bâtiments en France **depuis 1990 et trajectoires SNBC**



Source : Citepa, format Secten ; SNBC2.

Figure 3.2.2 – Décomposition de l'évolution des émissions de CO_2
liées au chauffage résidentiel en France (base 100 en 1990, données corrigées des variations climatiques, émissions directes et indirectes)

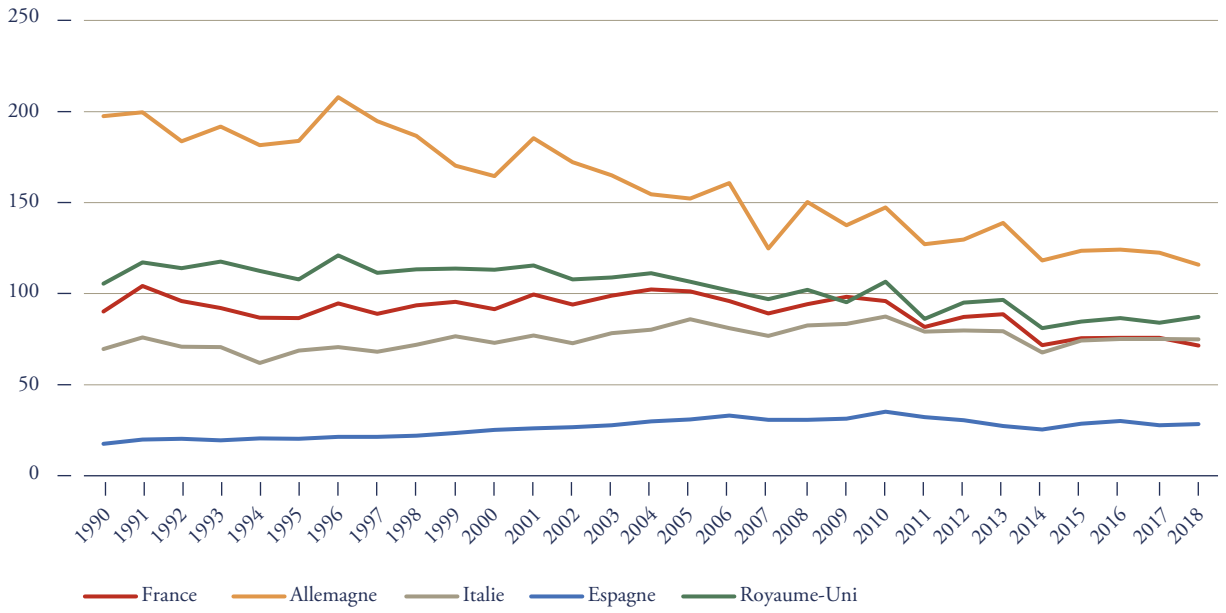


NB : Les émissions de CO_2 sont égales, à un facteur 100 près, au produit des autres grandeurs représentées.

Source : Service des données et études statistiques – Commissariat général au développement durable – ministère de la Transition écologique

contribuant ainsi à réduire les émissions, malgré la hausse continue de la surface totale de logements. Le chauffage, l'eau chaude sanitaire et la cuisson domestique représentent la plus grande part des émissions des bâtiments résidentiels (89 % des émissions en 2019), et une majorité des émissions totales du secteur (55 % en 2019), le secteur résidentiel comptant pour environ 3/5 des émissions des bâtiments. Les émissions liées spécifiquement au chauffage peuvent être décomposées en considérant la population, le nombre de logements par habitant, la surface par

Figure 3.2.3 – Évolution des émissions des bâtiments
sur la période 1990-2018 (base 100 en 2018)



Source : Agence européenne de l'environnement, EU greenhouse gas inventory,

logement, la consommation d'énergie par surface, et le contenu carbone de l'énergie. Ces deux dernières variables ont diminué de respectivement 4,0 % pour la consommation d'énergie par surface et 7,9 % pour le contenu carbone de l'énergie entre 2015 et 2018. Cela poursuit la tendance historique, avec des réductions respectives de 35 % et 21 % entre 1990 et 2015. Les diminutions récentes s'expliquent à la fois par une meilleure performance énergétique des bâtiments neufs, la rénovation énergétique des bâtiments anciens, ainsi qu'un recul du fioul domestique en faveur de système de chauffage à l'intensité carbone moindre. À l'inverse, d'autres facteurs tendent à freiner la baisse des émissions des bâtiments. Entre 2015 et 2018, le nombre de logements par habitant a ainsi augmenté de 1,7 %, et la surface par logement de 0,8 %, poursuivant ainsi leur progression continue depuis 1990.

Les émissions des bâtiments européens ont diminué de 2,4 % entre 2015 et 2018, et sont maintenant 26% en-dessous de leur niveau de 1990. Avec une réduction des émissions de 5,5 % entre 2015 et 2018, la France fait mieux que la moyenne européenne, mais moins bien que l'Allemagne (-6,3 %). L'Italie (+0,8 %) et l'Espagne (-1,1%) ont des émissions stables, tandis que celles du Royaume-Uni sont à la hausse (+3,0 %). Depuis 2010, tous ces pays observent une tendance baissière des émissions liées à l'usage des bâtiments, allant de -14,4 % pour l'Italie à -25,6 % pour la France

3.2.2 UNE ACTION PUBLIQUE NON ALIGNÉE AVEC LA SNBC ET SOUFFRANT DE CARENCES DANS SES OUTILS DE PILOTAGE

Le dispositif public en faveur de la décarbonation des bâtiments a connu des évolutions structurantes notables ces derniers mois. Mais elles ne vont pas toujours dans le sens des orientations de la SNBC, restent parfois insuffisantes, ou comportent un niveau d'incertitude important quant à leur effectivité.

L'interdiction des chaudières au fioul pour les bâtiments neufs à partir du 1er juillet 2021, et pour les bâtiments existants un an plus tard[i], marque une étape importante vers la décarbonation de la phase d'usage des bâtiments (orientation B1 de la SNBC). Toutefois, la conversion des bâtiments ayant recours au fioul vers les modes de chauffage privilégiés par la SNBC (principalement réseaux de chaleur, pompe à chaleur et biomasse) n'est pas garantie en l'état actuel des mesures prises et envisagées par le gouvernement. Le recours à des signaux prix plus incitatifs, identifiés comme levier d'action dans la SNBC pour l'orientation B1, ne sont actuellement pas considérés dans le plan d'action climat publié par le ministère de la Transition écologique[ii]. En conséquence, les risques de verrouillage dans des modes de chauffage carbonés, comme le gaz naturel, et de sous-développement des infrastructures de réseaux de chaleur (voir section 3.2.3.3), sont importants.

Concernant les bâtiments anciens, la refonte du diagnostic de performance énergétique (DPE) et son introduction dans le projet de loi climat et résilience lui confèrent un rôle central dans le pilotage de la politique de rénovation énergétique. Une telle évolution suscite cependant plusieurs réserves importantes :

- les seuils énergétiques des étiquettes A et B du nouveau DPE ne sont pas alignés avec les définitions réglementaires d'un bâtiment basse consommation (BBC)[iii], alors que l'atteinte du niveau BBC est un des objectifs fixés dans la SNBC (orientation B2).

- L'évolution de la prise en compte de l'électricité dans le nouveau DPE fait sortir environ 600 000 logements chauffés à l'électricité de la catégorie des passoires énergétiques et des ayant-droits aux aides afférentes[iv]. Pour les ménages concernés souffrant de précarité énergétique, un tel changement réduit leur accès à la rénovation alors même que leurs conditions d'habitation n'ont pas changé. Cette évolution est particulièrement malheureuse dans un contexte économique incertain et dégradé, en particulier pour les ménages précaires[v].

- Le DPE est un instrument informationnel dont la capacité à mesurer précisément la performance énergétique des bâtiments est limitée par les contraintes inhérentes à son utilisation, Le DPE doit en effet fournir un descriptif global de la performance et des caractéristiques énergétiques d'un bâtiment pour un coût réduit et en un temps limité. Si son intérêt n'est plus à démontrer, il ne peut pas pour autant se substituer à des mesures plus fines de la performance énergétique d'un bâtiment à l'issue d'une rénovation.

Le plan de relance prévoit 6,7 Mrd € d'investissement affectés à la rénovation énergétique des logements et des bâtiments tertiaires sur la période 2021-2022[vi], qui

couvrent cependant en partie d'autres aspects (mise aux normes de sécurité et d'accessibilité, confort, restructuration de logements sociaux, etc.). L'atteinte des objectifs de la SNBC suppose un montant annuel d'investissements publics et privés dans la rénovation énergétique des seuls logements de 24 Mrd € d'ici quelques années, contre 15 aujourd'hui[vii], avec des retombées positives en matière d'emploi et de développement économique[127]. L'apport du plan de relance sera d'abord jugé par sa capacité à :

- optimiser l'efficience de la dépense publique en la ciblant sur les rénovations performantes, complètes et compatibles BBC (seulement 3 % aujourd'hui) ;
- développer les solutions financières globales associant aides et prêts afin de permettre à tous les ménages d'accéder à la rénovation ;
- afficher dès à présent la prolongation durable des cadres de soutien sur la décennie pour maximiser l'impact de ces mesures sur le nécessaire développement des filières professionnelles.

L'année 2021 doit également voir la publication de la nouvelle réglementation pour les bâtiments neufs, la réglementation environnementale 2020 (RE 2020), qui doit entrer en vigueur au 1er janvier 2022. Elle s'inscrit dans l'orientation B3 de la SNBC qui vise à accroître les niveaux de performance « énergie et carbone » des bâtiments neufs dans les futures réglementations environnementales. Son succès dépendra, entre autres, de sa bonne mise en œuvre, ce qui nécessite un suivi et un contrôle rigoureux, d'autant plus que le degré d'application de la précédente réglementation, la RT 2012, n'avait pu être évalué précisément[viii].

Enfin, l'appareillage statistique ne permet toujours pas de suivre de manière fiable et précise l'évolution de la performance énergétique du parc de bâtiments français en tenant compte des enjeux de transition juste. La première publication de l'Observatoire national de la rénovation énergétique[ix] donne par exemple une estimation du nombre de passoires énergétiques très inférieure à celle de la dernière étude sur le sujet. Si une analyse est faite de l'écart constaté entre les deux estimations, il n'est toutefois pas possible à ce stade de se prononcer avec confiance sur un chiffre fiable concernant cette catégorie de logements. Par ailleurs, la prise en compte des caractéristiques socio-économiques des ménages est insuffisante pour apprécier les évolutions de la réglementation au regard des enjeux de transition juste.

3.2.3 RETOUR SUR QUATRE THÉMATIQUES « BÂTIMENTS » DES DOUZE DERNIERS MOIS

3.2.3.1 - La rénovation complète et performante : des bénéfices environnementaux, économiques et sociaux

L'Ademe a montré, dans une étude publiée en janvier 2021, l'importance d'une approche holistique du parcours de rénovation, qui doit être réalisée en un nombre limité d'étapes pour atteindre le niveau BBC[x]. Ce rapport définit la rénovation performante d'un bâtiment comme un ensemble de travaux permettant au parc bâti d'atteindre *a minima* le niveau BBC rénovation ou équivalent, sans mettre en danger la santé des occupants, en préservant le bâti de toute pathologie liée à ces travaux, et en assurant le confort thermique et acoustique, été comme hiver. Le rapport souligne la nécessité d'une approche globale de la rénovation, consistant en une analyse architecturale et technique pour définir les bouquets de travaux pertinents et anticiper la bonne gestion des interfaces et des interactions entre postes de travaux. Enfin, le rapport montre qu'au-delà de deux étapes dans le parcours de rénovation, l'atteinte du niveau BBC est compromise.

La rénovation performante contribue pleinement aux objectifs de sobriété énergétique de la SNBC, levier d'action majeur dans la stratégie de décarbonation de la France (voir aussi l'orientation E2 de la section « Production d'énergie »). Les bénéfices d'une rénovation performante sont multiples : facture énergétique réduite, confort thermique amélioré, qualité de l'air intérieur assurée. Les bénéfices en matière de santé et de bien-être sont considérables pour les ménages en situation de précarité énergétique[xi]. Par ailleurs la rénovation énergétique favorise la reprise économique en raison de son empreinte en emploi[xii]. Afin d'assurer l'équilibre économique de la rénovation performante et un usage optimal des ressources publiques, une bonne articulation entre incitations économiques (subventions et taxes) et ingénierie financière (solutions de crédits) est nécessaire.

3.2.3.2 - La rénovation énergétique du secteur tertiaire au service de la reprise économique

La rénovation des bâtiments publics constitue un volet important du plan de relance. Ainsi, une enveloppe de 4 Mrd €

est mise à disposition des collectivités territoriales et de l'État[xiii], toutefois loin d'être limitée à la seule dimension énergétique. Pour les seuls bâtiments publics de l'État, ce sont plus de 4 000 projets de rénovation représentant près de 8 Mrd € qui ont été proposés dans le cadre de l'appel à projets[xiv], ce qui constitue un premier indicateur encourageant. Début mai 2021, la cartographie montrait cependant des niveaux d'engagement très différents entre ministères, avec une forte présence des ministères de la Recherche, de l'Intérieur ou des Armées. Il serait souhaitable de voir une dynamique se dessiner autour des 63 000 implantations du bâti scolaire aux enjeux forts en terme de confort thermique, acoustique et de qualité d'usage.

3.2.3.3 - Le développement des réseaux de chaleur : un équilibre économique mis à mal par le gel de la taxe carbone

Les réseaux de chaleur sont appelés à prendre une part beaucoup plus importante dans le mix de chauffage français. Ils contribuent à la décarbonation de la consommation de chauffage, dans la mesure où la production de chaleur est réalisée à partir d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R). L'ADEME estime le potentiel de production de chaleur décarbonée *via* les réseaux à 67 TWh annuellement[xv], soit 4,5 fois plus que le niveau de livraison de chaleur renouvelable atteint en 2019 (15 TWh)[xvi]. Le taux de raccordement des bâtiments à un réseau de chaleur EnR&R reste en effet relativement faible en France comparé à celui d'autres pays européens : de l'ordre de 6 % pour une moyenne européenne à 13 % en secteur résidentiel et tertiaire, 13 % également en Allemagne, 18 % en Autriche, et même près de 50 % pour le Danemark et la Finlande[xvii].

La progression de la production de chaleur renouvelable est très modérée sur dix ans (+9 % entre 2009 et 2019, où elle atteint 25,6 TWh)[xviii]. La LTECV fixe un objectif de 39,5 TWh pour 2030, soit une multiplication de par 2,6 en onze ans. De plus, la PPE envisage une part des EnR&R dans la production de chaleur de 65 % en 2030, soit une livraison totale de chaleur visée de 61 TWh.

L'accélération du développement des réseaux de chaleur nécessite de s'appuyer sur un ensemble cohérent de mesures ayant trait à l'organisation des territoires, ainsi que des instruments économiques, informationnels, et des obligations réglementaires. La PPE en recense un certain nombre sur lesquelles le gouvernement peut s'appuyer. De plus, le rapport du Haut conseil pour le climat de novembre 2020, « Rénover mieux : leçons d'Europe », décrit l'approche territoriale développée aux Pays-Bas et en tire des leçons pour renforcer l'action française au niveau territorial.

Une attention particulière doit être portée à la compétitivité des réseaux de chaleur. En effet, selon une étude de l'association AMORCE[xix], pour les logements collectifs, réseaux de chaleur et chaudières à gaz collectives à condensation avaient en moyenne un coût global très proche en 2017. Alors que la trajectoire d'évolution de la taxe carbone devait contribuer à améliorer la compétitivité des réseaux de chaleur par rapport au gaz, son gel depuis 2019 a compromis cette évolution. En conséquence, et conformément à l'orientation B1, un soutien financier accru est nécessaire à court terme pour améliorer l'équation économique des

Tableau 3.2.4 – Lacunes **des politiques publiques**

🟠	**B1 :** guider l'évolution du mix énergétique sur la phase d'usage des bâtiments existants et neufs vers une consommation énergétique totalement décarbonée
🔴	**B2 :** inciter à une rénovation de l'ensemble du parc existant résidentiel et tertiaire afin d'atteindre un niveau BBC équivalent en moyenne sur l'ensemble du parc
🟢	**B3 :** accroître les niveaux de performance énergie et carbone sur les bâtiments neufs dans les futures réglementations environnementales
⚫	**B4 :** viser une meilleure efficacité énergétique des équipements et une sobriété des usages

🟢 **Politiques publiques :** alignées avec l'orientation SNBC.
Objectifs : probablement atteints.

🟠 **Politiques publiques :** partiellement alignées avec l'orientation SNBC.
Objectifs : incertitudes non négligeables sur leur réalisation.

🔴 **Politiques publiques :** éloignées de l'orientation SNBC.
Objectifs : risques importants d'en dévier significativement.

⚫ **Politiques publiques :** impossible de juger de leur contribution à SNBC.
Objectifs : atteinte impossible à anticiper.

réseaux de chaleur, tout en planifiant une reprise de la trajectoire de hausse de la taxe carbone en l'accompagnant de mesures de justice sociale.

3.2.3.4 - Au-delà de la rénovation : la sobriété énergétique et la maitrise de l'effet rebond

La consommation énergétique des bâtiments, et les émissions de gaz à effet de serre associées, sont le produit de la performance énergétique intrinsèque des bâtiments et de leurs équipements tels que les ménages et les entreprises en font usage. La sobriété énergétique dans les bâtiments du point de vue des usagers comporte plusieurs dimensions : bonne utilisation des équipements à disposition, entretien régulier du bâtiment pour maintenir ses performances énergétiques, sobriété dans la consommation de services énergétiques (exemple : températures de chauffage ou de climatisation modérées).

Si l'information et la sensibilisation des occupants sont essentielles à un usage sobre des bâtiments, elles ne sont toutefois pas les seuls leviers à disposition des pouvoirs publics. Ainsi, le plan d'action climat du ministère de la Transition écologique comporte un axe en faveur de l'écoconception des produits, qui s'appuie notamment sur la réglementation européenne. Cette dernière fixe des normes de performance énergétique minimale et impose un étiquetage énergétique obligatoire pour plusieurs catégories d'équipements électriques. De même, le signal prix et la mise en lumière d'économies d'énergie réalisées via des changements comportementaux sont des leviers d'action à mobiliser[128].

MESSAGES CLÉS

- Les émissions du secteur des bâtiments représentaient 17 % des émissions territoriales de gaz à effet de serre de la France en 2019, soit 75 Mt éqCO_2.
- La trajectoire SNBC pour le secteur prévoit une augmentation de la vitesse de réduction des émissions par rapport à la période du premier budget carbone (2015-2018).
- L'évolution des déterminants structurels des émissions du chauffage résidentiel ces dernières années s'inscrit dans les tendances historiques de plus long terme : l'intensité carbone des énergies de chauffage utilisées diminue et l'efficacité thermique des bâtiments s'améliore, contribuant ainsi à réduire les émissions, malgré la hausse continue de la surface totale de logements.
- De fortes évolutions structurelles ont été mises en œuvre ces dernières années à travers des politiques publiques qui affichent leur volonté d'intégrer plus fortement l'enjeu climatique. Néanmoins certaines options retenues (nouveaux seuils du DPE notamment) pourraient fragiliser la mise en œuvre des objectifs de la SNBC sur le long terme.
- Malgré l'attention portée au secteur par le plan de relance, la pérennité et la montée en puissance des moyens financiers destinée à la rénovation énergétique restent à démontrer dans les années à venir. En outre, les mesures de soutien public doivent davantage se concentrer sur les rénovations performantes et complètes, en cohérence avec la SNBC.

3.3 INDUSTRIE

3.3.1 DES RÉDUCTIONS D'ÉMISSIONS À RENFORCER

Les émissions du secteur industriel représentent 84 Mt éqCO_2 en 2019 et comptent pour 19 % des émissions totales de GES de la France. Le secteur de l'industrie manufacturière et de la construction est un moteur de la décarbonation de l'économie française. Ses émissions ont diminué de 41 % entre 1990 et 2019, contre 10 % pour les autres secteurs (total national hors industrie) (voir figure 3.3.1). La décarbonation de l'industrie ralentit néanmoins légèrement depuis 2011. Le rythme de réduction annuel moyen des émissions s'élève à -1,6 % par an sur la période 2011-2019, contre -1,8 % par an sur 1990-2010. Sur la dernière décennie, la diminution des émissions est principalement portée par la chimie et les minéraux non-métalliques et matériaux de construction, suivis par l'agroalimen-

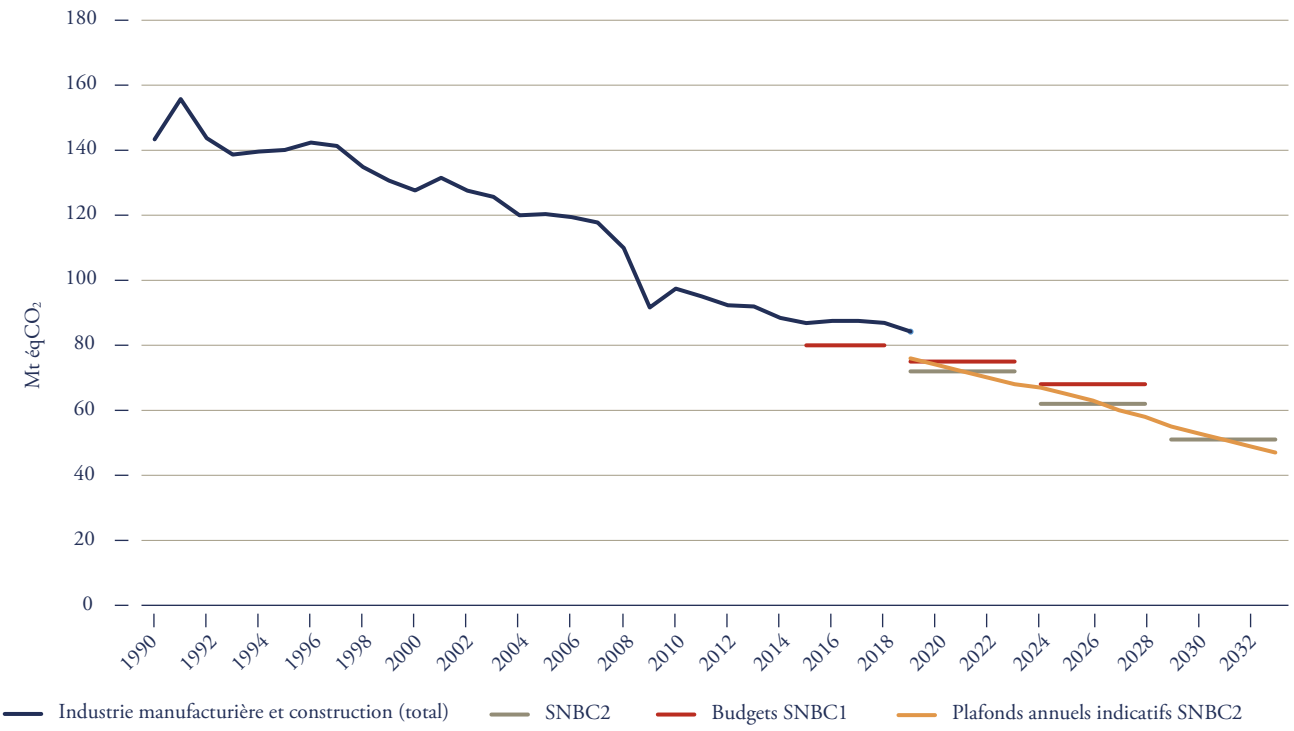
taire et par la métallurgie des métaux ferreux. En 2019, la baisse des émissions de l'industrie se poursuit (-2,6 Mt éqCO_2, -3,0 %).

Le secteur industriel français a été affecté par la crise sanitaire[129]. En conséquence, ses émissions se sont réduites en 2020. La consommation d'énergie (y compris construction, mais hors hauts-fourneaux) y a chuté de 7,6 % et la production industrielle de -10,5 %[130]. Les consommations industrielles de produits pétroliers et de gaz naturel ont respectivement diminué de 12,5 % et de de 3,5 %[131]. Les émissions de l'industrie auraient ainsi chuté de 8 Mt éqCO_2 ou 10 % en 2020 par rapport à 2019 selon les estimations préliminaires de Citepa.

Des changements méthodologiques importants ont été apportés au secteur de l'industrie dans la dernière édition de l'inventaire national pour le rapprocher des données de consommation du bilan énergétique réalisé le ministère de la Transition écologique. Des émissions ont été transférées du secteur des bâtiments vers celui de l'industrie, concernant l'autoconsommation énergétique de certaines branches. Le secteur de l'industrie apparait en conséquence plus émetteur que dans les précédentes éditions de l'inventaire. **Ce changement d'attribution n'ayant pas été reporté dans les budgets sectoriels de la SNBC, la comparaison entre les émissions réalisées et les plafonds sectoriels de la SNBC doit être interprétée avec prudence** (cf. section 1.1.1 et 1.2). Pour l'industrie, l'écart au premier budget carbone est passé de 4 Mt éqCO_2 (selon le précédent inventaire du Citepa) à 33 Mt éqCO_2 selon le présent inventaire. En 2019, les émissions du secteur industriel excèderaient la tranche indicative fixée par la SNBC2 de 8 Mt éqCO_2.

La SNBC2 vise une réduction de 35 % des émissions du secteur en 2030 par rapport à 2015 et de 81 % à l'horizon 2050. Afin de respecter la trajectoire fixée par la SNBC2, la réduction des émissions de l'industrie doit augmenter pour atteindre une baisse de 2,6 % par an en moyenne sur la période 2020-2025, puis s'accélérer pour atteindre une baisse de 4,2 % par an d'ici 2030. Le rythme de réduction annuel moyen des émissions s'élevait à -1,6 % par an sur la période 2011-2019.

Figure 3.3.1 – Évolution des émissions du secteur de l'industrie en France **depuis 1990 et budgets carbone**



Source : Citepa, format Secten ; SNBC2.

Depuis 2010, la baisse des émissions de CO_2 dans l'industrie se fait dans un contexte de légère augmentation de la valeur ajoutée du secteur et s'explique principalement par l'amélioration des procédés et par la diminution du contenu carbone de l'énergie[132] (voir figure 3.3.2) :

- L'amélioration des procédés se reflète par les gains d'efficacité énergétique réalisés dans les procédés de fabrication.

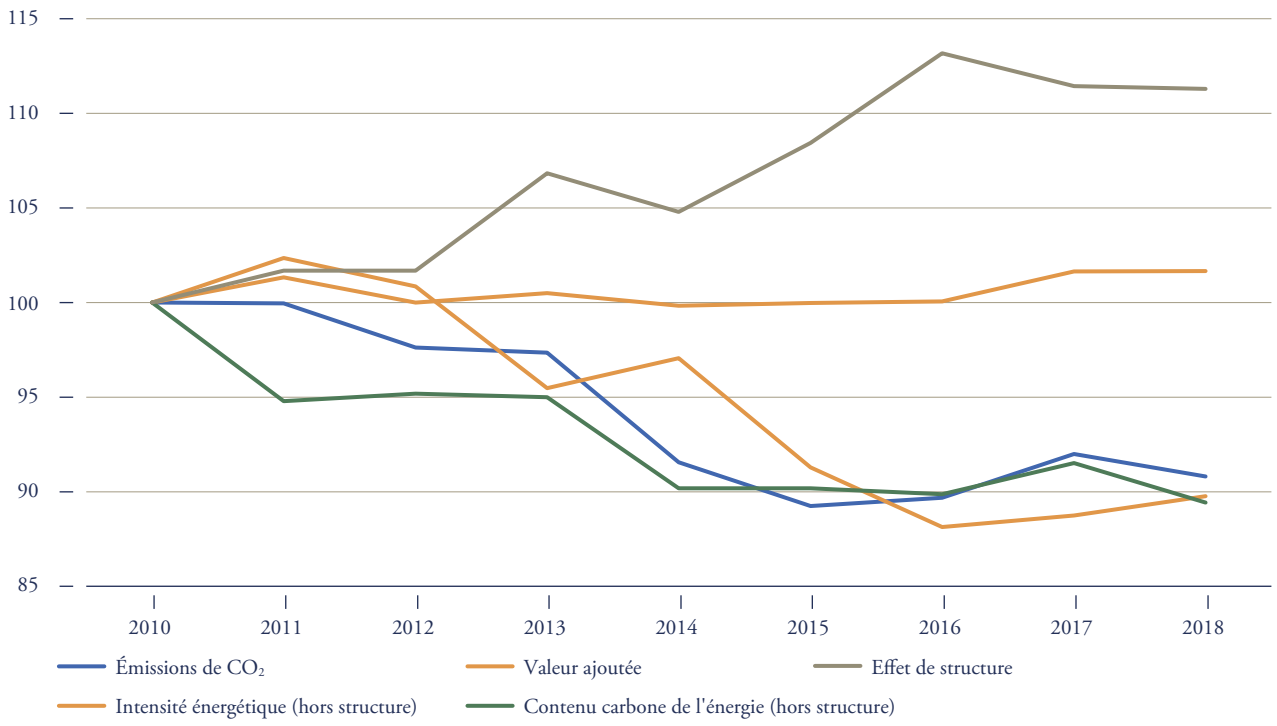
- La diminution du contenu carbone de l'énergie se poursuit. La consommation de charbon diminue dans le secteur. La consommation finale d'énergies renouvelables thermiques et déchets y augmente, bien que sa part dans le secteur reste très faible. La consommation de gaz naturel demeure stable dans ce secteur depuis 2011.

- Ces progrès ne sont que partiellement compensés par une hausse de la part des sous-secteurs industriels les plus émetteurs. L'effet de structure, qui mesure le poids relatif des différents sous-secteurs industriels, montre que l'évolution des parts relatives des sous-secteurs industriels a conduit à augmenter les émissions du secteur dans son ensemble.

Entre 1990 et 2018 la baisse des émissions du secteur industriel français (-37 %) est supérieure à la moyenne de l'Union européenne (-33 %) (voir figure 3.3.3). L'Allemagne, qui a des émissions de l'industrie supérieure à la France et ses voisins, montre une réduction de ses émissions légèrement inférieure (-30 %). Le Royaume-Uni est le pays qui a le plus décarboné les émissions du secteur (-51 %). La décarbonation de son industrie y est plus précoce à la suite des vagues de libéralisation des économies à la fin des années 1990. L'Espagne fait figure d'exception dans ce panorama. Le recyclage des excédents de la balance courante allemande en crédits en Espagne a dopé le secteur de la construction dans ce pays. La crise financière de 2008 a ensuite abouti à l'éclatement de la bulle immobilière espagnole, réduisant fortement les émissions provenant de la construction.

La décarbonation du secteur de l'industrie est complexe du fait de la diversité des industries couvertes. La chimie

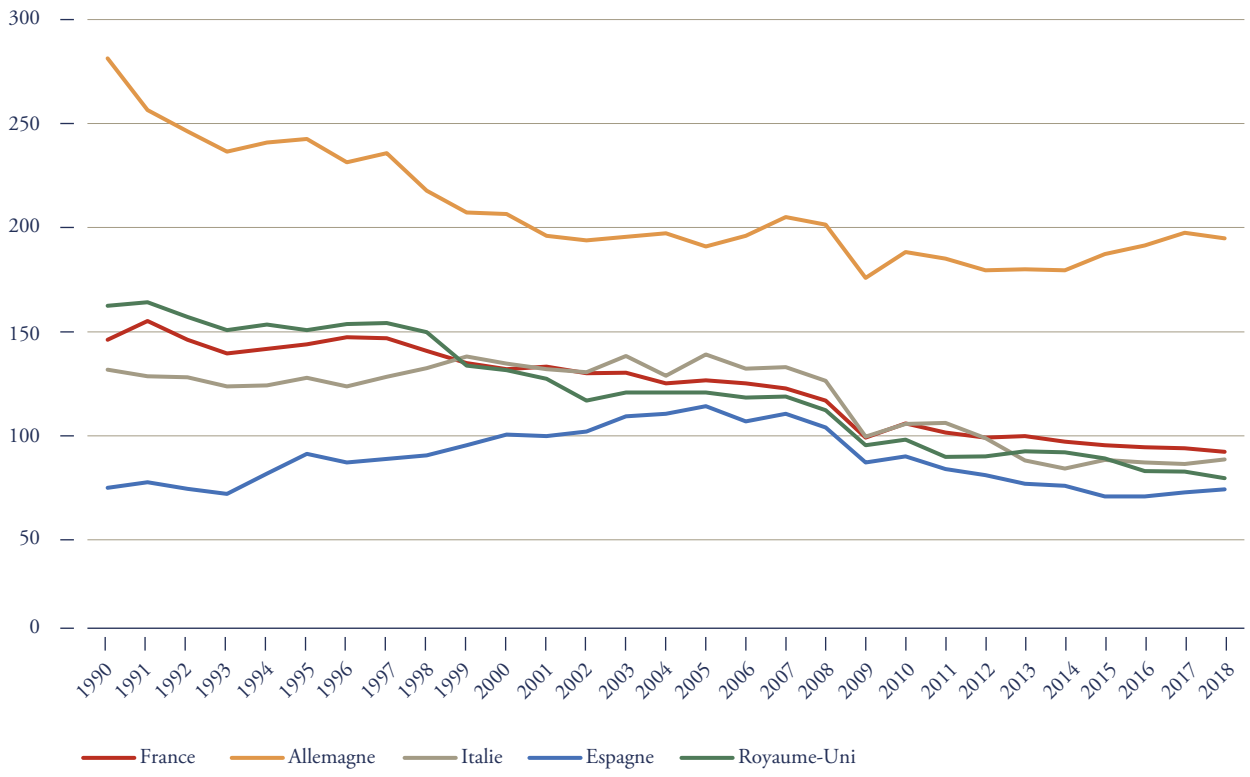
Figure 3.3.2 – Décomposition de l'évolution des émissions de CO_2 **du secteur de l'industrie en France métropolitaine depuis 2010 (base 100 en 2010)**



NB : certaines données sont indisponibles pour la France entière à partir de 2010.

Source : SDES, émissions de CO_2 liées à l'énergie, données 1990-2018

Figure 3.3.3 – Évolution des émissions de l'industrie dans différents pays européens **depuis 1990 (en millions de tonnes de éqCO_2)**



Source : Agence européenne de l'environnement, EU greenhouse gas inventory, https://www.eea.europa.eu/themes/climate/eu-greenhouse-gas-inventory

ne fait pas face aux mêmes défis de décarbonation que la sidérurgie, le textile ou l'agro-alimentaire, et chaque sous-secteur fait place à un large panel de sous-sous-secteurs. Au sein de la chimie, les émissions liées à la production d'engrais ne rencontrent pas des mêmes problématiques que celles générées par la chimie organique (pétrochimie, plastique, etc.), la chimie fine ou encore la chimie de spécialité (peinture, colle, etc.)[133].

Du fait d'émissions incompressibles, il n'est pas pour le moment envisagé une décarbonation totale à l'horizon 2050 dans la SNBC2. Seule la consommation d'énergie devrait être décarbonée d'ici 2050. La production de produits minéraux, métallurgie, certains procédés chimiques et des gaz fluorés sont des sous-secteurs à émissions considérés comme étant incompressibles. Selon la SNBC2, les émissions résiduelles du secteur devront être captées à l'aide d'installations de capture et stockage du carbone (CSC), une technique peu mature, ou compensées par le rehaussement des puits de carbone (voir section 3.4).

La complexité du secteur de l'industrie appelle à des efforts conséquents et des politiques nationales ambitieuses allant dans le détail de chaque sous-secteur voire à un niveau inférieur, pour compléter les incitations produites par le SEQE. En France, 84 % des émissions de ce secteur sont assujetties au régime du SEQE. Les émissions non couvertes par le SEQE dans le secteur de l'industrie le sont, pour certaines, par des taxes intérieures à la consommation sur les hydrocarbures. Il existe néanmoins des exemptions. Ainsi, selon l'indicateur I3 IP2 de la SNBC2 qui renseigne sur la « *part des émissions industrielles soumises à des prix du carbone et niveaux de prix correspondants* »[134], pour l'année 2019, 8 % des émissions du secteur de l'industrie sont totalement exonérées d'un signal-prix carbone, 18 % sont soumises à la tarification du SEQE uniquement (25 € en moyenne sur 2019), 72 % sont soumises à une tarification d'environ 33 €/tCO_2 combinant le prix sur le SEQE et/ou des taux réduits de taxes intérieures de consommation et de leur composante carbone, et seules 2 % des émissions sont assujetties à une tarification supérieure à 58 €/tCO_2.

Encadré 3.1

Le secteur du ciment

La production de ciment génère 10 Mt éqCO_2 par an et représente 12 % des émissions de GES de l'industrie, 2 % des émissions françaises et 4 % de l'énergie thermique consommée par le secteur[135]. Ses émissions sont concentrées sur la fabrication du clinker. Deux tiers des émissions sont émises par la décarbonation du calcaire lors de la calcination. Ces émissions de procédé ne peuvent que partiellement être abattues par des technologies d'efficacité énergétique ou de changement de mix énergétique.

Entre la période pré-SNBC (2011-2014) et la période du premier budget carbone (2015-2018), les émissions du secteur ont été réduites de 3 %. La réduction des émissions de ce secteur est largement portée par le SEQE, bien qu'il ait bénéficié d'une sur-allocation de quotas jusqu'en 2018. L'orientation I2 de la SNBC vise explicitement à la réduction des émissions du ciment par le développement de technologies de rupture. Les émissions du secteur ciment en France sont néanmoins en très légère hausse de 0,6 % entre 2018 et 2019, passant de 10,35 Mt éqCO_2 à 10,42 Mt éqCO_2[136]. Cette hausse des émissions accompagne l'augmentation de la production métropolitaine de clinker de 1,2 %[137].

Il existe 27 sites de production de clinker en métropole en 2020. La valeur économique produite est faible et rentable uniquement sur de courtes distances : il est généralement considéré qu'au-delà de 200 kilomètres, le coût de transport dépasse la valeur du produit. Le taux de rentabilité étant de 6 % contre 8 % pour le reste de l'industrie, cette industrie intensive en énergie n'offre pas les conditions économiques propices à l'investissement bas carbone, même si un tiers des cimenteries et 50 % de la production nationale de clinker fonctionnent déjà sur le procédé le plus efficace à ce jour (la fabrication en voie sèche avec précalcinateur).

Compte tenu des spécificités économiques du secteur et des avancées en termes de procédé de production, il n'est guère aisé de décarboner ce secteur. Des leviers spécifiques à celui-ci ont néanmoins été identifiés notamment par l'ADEME :

- La baisse du taux de clinker de 78 % à 58 % en 2050[138] ;
- La substitution de combustibles fossiles ;
- La modernisation des cimenteries au niveau des meilleures techniques disponibles, mais le coût est très élevé, de l'ordre de 100 M € à 200 M € par usine, coût dépendant du site et des rénovations nécessaires ;
- L'approfondissement du recyclage mais les filières de collecte, de tri et les technologies d'intégration sont peu matures. Ce point est d'autant plus crucial, car, si le béton vieillissant capte 10 % à 15 % du CO_2 émis lors de sa fabrication, en cas de concassage, jusqu'à 50 % des émissions générées lors du processus de production peuvent être récupérées pour ensuite être utilisé en granulats[139] ;
- Le développement de clinkers alternatifs bas-carbone mais le marché n'est à ce jour pas mature et les ressources pour de tels clinkers peuvent être limitées ;
- La capture et la séquestration du carbone, mais le coût est élevé et surtout, la facilité d'accès dépend de l'emplacement du site.

Selon l'Ademe, l'ensemble des technologies disponibles à court terme ne permettrait de diminuer les émissions du secteur du ciment que d'un tiers, chiffre s'élevant à 50 % avec le CSC. D'autres mesures complémentaires doivent être réfléchies.

3.3.2 POLITIQUES ET MESURES PRISES EN 2020

Le secteur de l'industrie bénéficie de plusieurs mesures en faveur du climat, principalement issues du plan de relance. Ainsi, 1,2 Mrd € sont mobilisés pour participer à la décarbonation de l'industrie. Cette enveloppe est dévolue à l'efficacité énergétique et à l'adaptation des procédés industriels ainsi qu'à la chaleur bas carbone extraite de la biomasse ou de la matière recyclée. En complément, BPI France propose pour 2,5 Mrd € de prêts pour la transition des entreprises, dont une partie dédiée à l'industrie. Le plan hydrogène, d'un montant de de 7 Mrd € (cf. section 3.5), doit participer à la décarbonation de ce secteur comme de ceux de l'énergie ou du transport. Il existe également différents programmes de l'Ademe comme le Fonds économie circulaire, actif depuis 2009, ou le cinquième appel à projet « combustibles solides de récupération » (CSR) qui vise à poursuivre le développement d'unités permettant la valorisation de 1,5 million de tonnes de CSR. Enfin, le respect de la réglementation sur les gaz fluorés est intégré au programme des inspections des installations classées pour 2020.

Parmi ces mesures, un point de vigilance concerne le recours à la biomasse afin de générer de la chaleur. La biomasse est sollicitée par de nombreux secteurs ce qui peut conduire à plusieurs difficultés : pression sur les terres, pollution atmosphérique, déforestation importée, coupes rases, etc. La traçabilité des produits et la soutenabilité des exploitations de biomasse en France comme à l'étranger doivent être assurées.

À l'échelle européenne, la révision actuelle du SEQE pourrait avoir des effets sur le secteur de l'industrie qui doivent être anticipés. Plusieurs effets sont à attendre de l'intégration des secteurs à émissions diffuses ou de la création d'un second marché connecté (voir chapitre 2.2).

Inversement aux politiques précédentes, plusieurs mesures spécifiques à l'industrie sont apparues en 2020 ayant un impact défavorable au climat. Dans le cadre de la loi de finance 2020, plusieurs réductions initialement prévues de tarifs pesant sur le charbon et le gaz ont été arrêtées. Elles ciblent les installations grandes entreprises consommatrices d'énergie assujetties ou non au SEQE et exerçant une activité considérée comme exposée à un risque important de fuite de carbone.

Tableau 3.3.3 – Lacunes **des politiques publiques**

- **I1 :** Accompagner les entreprises dans leur transition vers des systèmes de production bas-carbone et le développement de nouvelles filières
- **I2 :** Engager dès aujourd'hui le développement et l'adoption de technologies de rupture pour réduire et si possible supprimer les émissions résiduelles
- **I3 :** Donner un cadre incitant à la maîtrise de la demande en énergie et en matières, en privilégiant les énergies décarbonées et l'économie circulaire

- **Politiques publiques :** alignées avec l'orientation SNBC. **Objectifs :** probablement atteints.
- **Politiques publiques :** partiellement alignées avec l'orientation SNBC. **Objectifs :** incertitudes non négligeables sur leur réalisation.
- **Politiques publiques :** éloignées de l'orientation SNBC. **Objectifs :** risques importants d'en dévier significativement.
- **Politiques publiques :** impossible de juger de leur contribution à SNBC. **Objectifs :** atteinte impossible à anticiper.

MESSAGES CLÉS

- Le secteur de l'industrie a fortement réduit ses émissions nationales de gaz à effet de serre depuis 1990. Toutefois, le rythme de réduction des émissions s'est légèrement ralenti depuis 2011 et s'élève à 1,6 % par an en moyenne, alors que pour respecter les objectifs de le SNBC2, il serait nécessaire de réduire les émissions de 2,6 % par an en moyenne sur la période 2020-2025, puis d'atteindre une baisse de 4,2 % par an d'ici 2030.

- La baisse des émissions sur la dernière décennie est principalement due à l'amélioration des procédés de production et à la diminution du contenu carbone de l'énergie dans un contexte de légère augmentation de la valeur ajoutée du secteur.

- Entre 1990 et 2008, la baisse des émissions du secteur industriel en France est supérieure à la moyenne européenne, hormis le Royaume Uni.

- France Relance intègre en partie mais insuffisamment les enjeux de transition bas-carbone de l'industrie. Les besoins de financement de la filière sont conséquents étant donné les différences importantes au sein des filières.

- Les orientations de politiques publiques définies par la stratégie nationale bas-carbone sont engagées pour le secteur de l'industrie, mais la plupart des actions sont récentes ou en cours de développement et restent à implémenter.

3.4 AGRICULTURE, SOLS ET FORÊTS

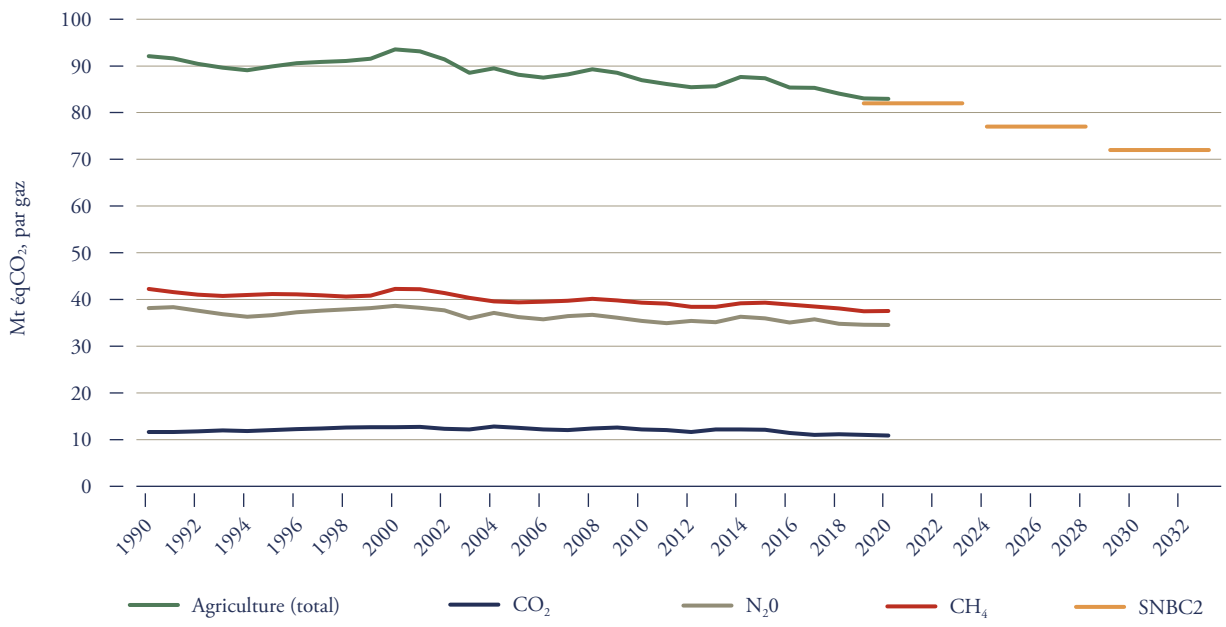
3.4.1 LES ÉMISSIONS DU SECTEUR AGRICOLE NE DIMINUENT PAS ASSEZ VITE POUR REMPLIR LES OBJECTIFS DE LA SNBC2

Les émissions du secteur agricole français représentent 83 Mt éqCO_2 en 2019 et comptent pour 19 % des émissions totales de GES de la France. Alors qu'il est très encadré par la Politique Agricole Commune (PAC), ce secteur enregistre de faibles réductions d'émissions, traduisant la prise en compte marginale des objectifs climatiques. Depuis 1990, les émissions du secteur agricole ont diminué de 9,8 % (voir figure 3.4.1). Le poids du secteur dans les émissions totales a néanmoins augmenté de 2 points de pourcentage reflétant ainsi sa difficile décarbonation. Par rapport aux autres secteurs, les émissions de l'agriculture sont principalement composées de méthane (45 %) et de protoxyde d'azote (42 %) et le CO_2 y est minoritaire (13 %).

Les émissions du secteur de l'agriculture ont amorcé leur décrue à partir des années 2000, qui se poursuit en 2019 (-1,0 Mt éqCO_2, -1,2 %). En 2019, cette diminution est principalement portée par les réductions des émissions de méthane (-1,6 %), suivies de celles de protoxyde d'azote (-0,7 %). Les émissions de méthane (CH_4) diminuent du fait de la poursuite de la réduction de la taille du cheptel (-2,3 % entre 2018 et 2019[140]), dans un contexte d'intensification des rendements laitiers, et de baisse de la consommation nationale de viande de boucherie (-2,1 % entre 2018 et 2019[141]) (voir figure 3.4.2). La diminution des émissions de protoxyde d'azote (N_2O) a été moindre que celle du méthane, malgré une baisse de -14,4 % de la livraison d'engrais minéraux azotés à l'agriculture lors de la campagne 2018-2019 par rapport à la précédente campagne. Il semble donc que les agriculteurs aient épandu plus d'engrais azotés qu'ils n'en ont acheté, probablement du fait de fluctuations des prix relatifs des engrais azotés et des productions végétales[142].

Le secteur de l'agriculture respecte globalement les budgets carbone sectoriels assignés par la SNBC. Toutefois, l'ambition de décarbonation portée par le secteur reste faible et le rythme de réduction est insuffisant au vu des enjeux à venir. Le secteur de l'agriculture ne dépasse que légèrement le premier budget carbone (2015-2018) fixé par la SNBC1 (voir section 1.2). Il respecte son budget carbone indicatif de 2019 et devrait respecter celui de 2020 alors que le rythme annuel moyen de réduction des

Figure 3.4.1 – Évolution des émissions **du secteur agricole depuis 1990**

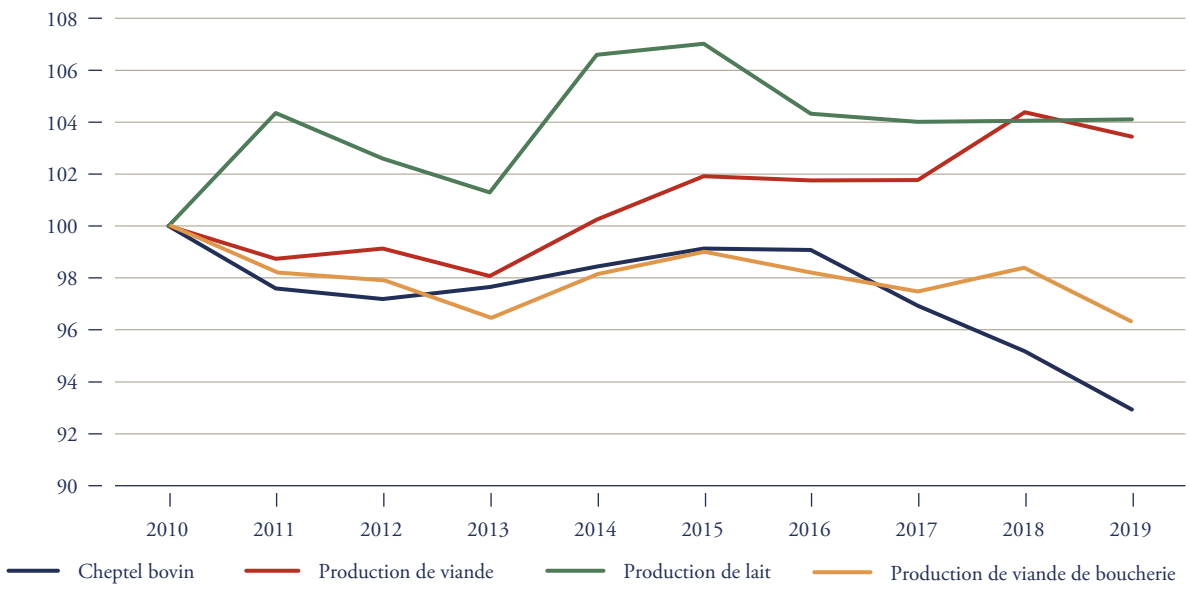


Source : Citepa, format Secten, traitement des données HCC.

émissions s'est établi à -0,5 % entre 2010 et 2019, démontrant ainsi que l'ambition de décarbonation du secteur était jusqu'à présent faible. Le rythme de décarbonation devra néanmoins augmenter à l'avenir : les rythmes de décarbonation pour les troisième et quatrième budgets carbone s'établissent respectivement à -1,3 % et -1,6 % par an. La SNBC2 vise une réduction de 17 % des émissions du secteur en 2030 par rapport à 2015 et de 45 % à l'horizon 2050, hors utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF).

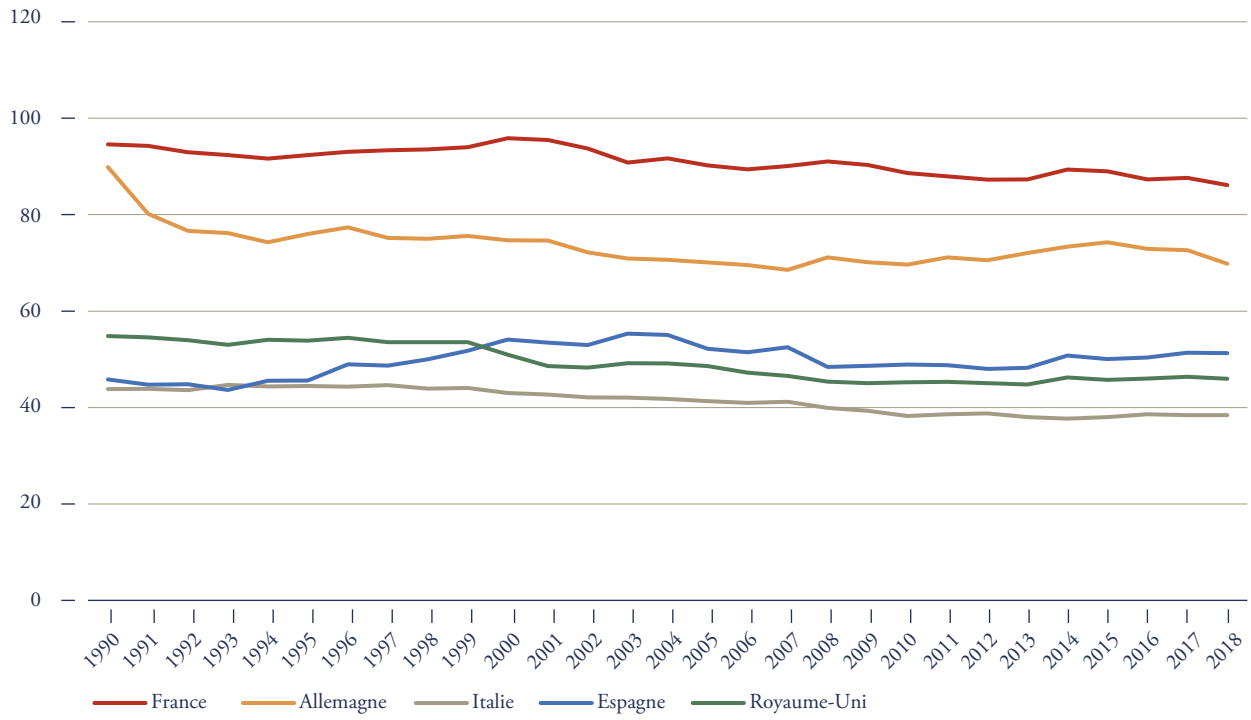
En comparaison avec les pays voisins européens, mis à part l'Espagne, la France a réduit moins vite les émissions agricoles des différents GES depuis 1990. La situation est inverse à partir de 2010 : la France réduit davantage ses émissions que ses voisins (voir figure 3.4.3).

Figure 3.4.2 – Indicateurs **du secteur agricole (base 100 en 2010)**



Source : Agreste, traitement des données HCC.

Figure 3.4.3 – Évolution des émissions du secteur agricole
dans différents pays européens depuis 1990



Source : Agence européenne de l'environnement, EU greenhouse gas inventory, **https://www.eea.europa.eu/themes/climate/eu-greenhouse-gas-inventory, traitement des données HCC**

- **Depuis 1990, le rythme de réduction des émissions françaises du secteur est inférieur à celui de la moyenne de l'UE27 qui a été stimulé par les baisses très fortes des pays d'Europe de l'Est durant la décennie 1990** (jusqu'à -60 % en 2018 par rapport à 1990 pour la Lettonie et la Bulgarie). Les émissions de ces pays tendent à augmenter depuis 2005. Tous GES confondus, la baisse des émissions pour la France est de 9 % en 2018 par rapport à 1990 contre -22 % pour l'Allemagne et -12 % pour l'Italie. Les Pays-Bas montrent des progrès importants en diminuant leurs émissions de 20 % sur la période. Seule l'Espagne a vu ses émissions croître sur la période (+12 %), en partie à cause de l'augmentation de son cheptel bovin et porcin[143].

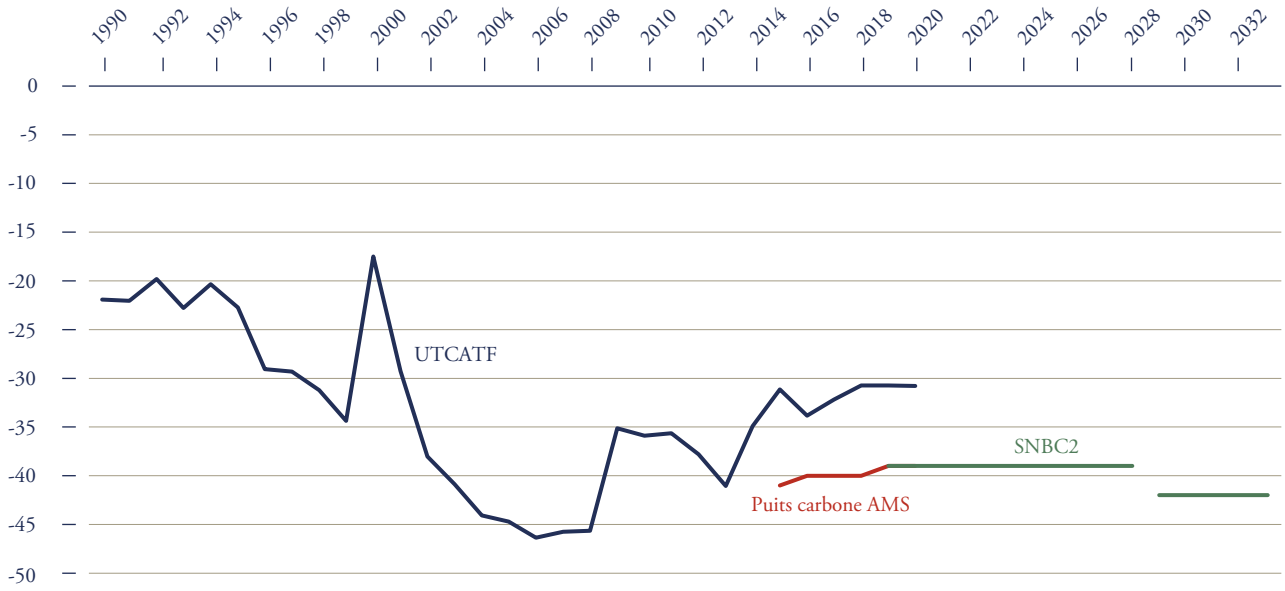
- **Sur la dernière décennie, les émissions du secteur agricole français ont diminué, alors que les émissions des pays de son voisinage stagnent voire sont en légère hausse.** À l'échelle européenne, les émissions du secteur sont en légère augmentation (+1,3 % en 2018 par rapport à 2010) contre une baisse de près de 2,8 % en 2018 par rapport à 2010 en France. Les Pays-Bas voient à nouveau des réductions d'émissions importantes sur la période : entre 2010 et 2018, les émissions de leur secteur agricole ont baissé de 8,2 %.

3.4.2 DES PUITS DE CARBONE MIS EN DIFFICULTÉ

L'UTCATF constitue un élément essentiel pour atteindre la neutralité carbone. Il comprend l'ensemble des sous-secteurs (forêt, usages et gestion des sols) pouvant capter du carbone sous forme organique mais également en déstocker. Les capacités de stockage de l'UTCATF ont augmenté au total de 40 % entre 1990 et 2019, ce chiffre masque néanmoins une décroissance du puits net depuis 2006.

Pour l'année 2019, les puits nets de carbone observés dans le secteur UTCATF sont significativement plus

Figure 3.4.4 – Évolution du secteur UTCATF depuis 1990 en Mt éqCO_2, (inventaire Citepa) **trajectoire SNBC et puits carbone extrapolé lors de la réalisation du scénario AMS**



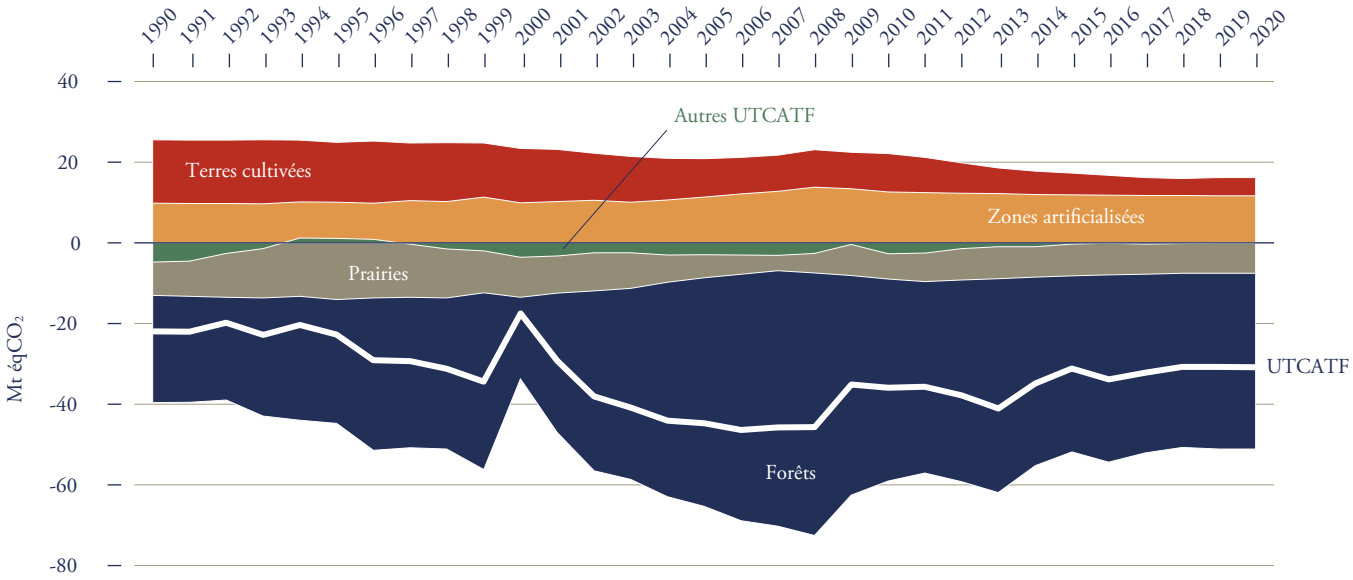
Lecture : une valeur négative indique un stockage net de carbone, soit un puits de carbone pour l'atmosphère.

Source : Citepa, format Secten, traitement des données HCC.

faibles que ceux qui avaient été retenus par le scénario de référence de la SNBC2. L'inventaire national des émissions de gaz à effet de serre du Citepa estime l'UTCATF à un puits net de 30,7 Mt éqCO_2 contre 39 Mt éqCO_2 selon le scénario AMS de la SNBC2. Les puits de l'inventaire représentent ainsi moins de 80 % de ceux retenus par la SNBC2 (voir figure 3.4.4).

Cet écart important s'explique principalement par un défaut d'observation de données récentes du secteur UTCATF, qui se répercute sur l'ensemble de la trajectoire fixée par la SNBC2. Il existe donc des enjeux importants de mise en cohérence des inventaires d'émissions et des trajectoires modélisées obligeant à redessiner la trajectoire vers la neutralité carbone[144]. L'UTCATF

Figure 3.4.5 – Évolution du secteur UTCATF **par sous-secteurs depuis 1990**



Lecture : trait plein indique le bilan net des déstockages (cultures, par exemple) et des stockages (forêt, prairies).

Source : Citepa, format Secten, traitement des données HCC.

suit une méthodologie particulière contrairement aux autres secteurs de l'inventaire. Il n'est pas estimé sur la base de données d'activités, mais sur la base de surfaces d'utilisation des terres et les données consolidées du secteur UTCATF ne sont disponibles qu'après trois années. Des ajustements méthodologiques ont également régulièrement lieu. Ces éléments expliquent l'importante différence pour l'UTCATF entre le scénario retenu dans les SNBC et l'inventaire national.

Les sous-secteurs des forêts, des prairies et de l'artificialisation des sols sont responsables d'un stockage net de carbone plus faible qu'anticipé au moment de l'élaboration de la SNBC2 (voir figure 3.4.5) :

- **La diminution de la capacité de stockage de la forêt en est la cause première.** Sa capacité de stockage dépend à la fois de la surface couverte et de la croissance nette des peuplements, laquelle est déterminée par l'âge, les modes d'exploitation et les prélèvements de bois effectués. **Les récoltes de bois ont fortement augmenté depuis 2015 dans plusieurs pays européens comme la France**[145], à l'origine d'un déstockage de carbone[146]. Par ailleurs **le nombre et la fréquence des sécheresses, tempêtes voire incendies affectent directement les conditions de vie des arbres** ce qui est de ce fait favorable au développement des insectes xylophages, notamment les scolytes[147]. En France métropolitaine, chaque année, le volume de bois mort s'élève à environ 9 millions de mètres cubes (à comparer à 90 millions de m^3 de bois produits chaque année)[148]. Les crises sanitaires récentes liées aux conditions climatiques ont aggravé cette mortalité forestière[149]. À titre illustratif, en 2020, 3,3 millions de m^3 de bois ont été déclassés dans la région Grand-Est[150]. Les dommages sont doublement pénalisants : pour les puits de carbone et pour l'usage du bois en bois d'œuvre. Cette tendance qui tend à expliquer une part de la dégradation des puits forestiers, reste encore peu visible dans les résultats d'inventaire[151]. Or, elle est sans doute appelée à augmenter (voir chapitre 4 sur l'adaptation et partie 3.4.3 ci-dessous) et peut remettre en cause une partie des gains attendus d'un stockage de carbone dans l'écosystème forestier national. En outre, **la plus grande forêt française, qui se situe en Guyane, est également menacée. Elle est victime d'une dégradation (altération des qualités de la forêt) et d'une déforestation liée aux activités minières et à l'élevage**. Elle subit aussi les impacts dus à la sécheresse[152].

- **Les prairies dont le potentiel de stockage a diminué jouent également un rôle.** Composé des prairies en herbe (prairies permanentes), des haies, des prairies arbustives et des bosquets, leur capacité nette de stockage n'atteint plus que la moitié de leur potentiel des années 1990 (7,5 Mt éqCO_2 en 2019 contre 13 Mt éqCO_2 en 1990) suite à des conversions importantes en terres cultivées. Ces terres cultivées, catégorie qui comprend les prairies temporaires (prairies de cinq ans ou moins), stockeraient au contraire davantage de carbone du sol que par le passé.

- **L'artificialisation des sols est une source croissante d'émission du secteur UTCATF :** 11,7 Mt éqCO_2 ont ainsi été libérées en 2019 en France contre 9,9 Mt éqCO_2 en 1990[153]. Selon l'enquête Teruti, depuis 1982[154], l'augmentation de la surface artificialisée en France est en moyenne de 57 600 hectares par an – soit un peu moins d'un millième du territoire. La surface de sols artificialisés est passée de 2,9 millions d'hectares (Mha) à 5 Mha en France métropolitaine (+72 %) entre 1982 et 2018. Dans le même temps, la population n'a crû que de 19 %[155]. En France, l'artificialisation des sols représente 2,7 % des émissions nationales brutes en 2019. La poursuite des tendances actuelles en matière d'artificialisation à l'horizon 2050 pourrait conduire à un déstockage cumulé équivalent à 75 % des émissions annuelles de 2015[156]. L'artificialisation n'est pas un phénomène équitablement réparti sur le territoire. La consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers – leur disparition – est plus forte dans les métropoles et aux abords des côtes. Enfin, la France apparaît proportionnellement plus artificialisée que ses voisins lorsque les surfaces artificialisées sont rapportées aux populations des principaux États membres de l'UE[157].

À l'échelle mondiale, la déforestation importée ainsi que la dégradation des forêts mondiales sont à l'origine d'un déstockage massif de carbone. L'Amazonie, le Cerrado, le bassin du Congo, la Malaisie et l'Indonésie sont les principaux lieux de la déforestation.

- **L'Union européenne est le deuxième acteur mondial de la déforestation importée.** Elle contribue à 16 % de la déforestation mondiale importée en 2017 (contre 10 % en 2004[158]). La Chine représente à elle seule un quart de la déforestation mondiale importée, l'Inde 9 % et les États-Unis 7 %. Les importations de l'UE auraient conduit à déforester 9 millions d'hectares entre 1990 et 2008[159] ou 3,5 Mha entre 2005 et 2017. Cela représente 1 807 millions de tonnes de CO_2 sur cette période de 12 ans, soit 40 % des émissions annuelles de l'UE[160]. L'Allemagne, l'Italie,

l'Espagne, le Royaume-Uni, les Pays-Bas, la France, la Belgique et la Pologne sont ensemble responsables de 80 % de la déforestation importée de l'UE.

- **La France est principalement concernée par ses importations de soja à destination de l'alimentation animale** (plus de trois millions de tonnes par an, une tonne de soja importé en France correspondant 0,52 t éqCO_2[161]) **et d'huile de palme pour le diesel**[162]. 27 Mt éqCO_2 seraient ainsi à ajouter à l'empreinte carbone de la France[163-164]. La France est en cinquième position en termes d'émissions importées liées à la production de soja entre 2010 et 2015[165].

- **En outre, la dégradation des forêts est peu prise en compte à ce jour et a des effets délétères en termes d'émissions de gaz à effet de serre.** Des données satellitaires récentes montrent 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[166].

3.4.3 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'AGRICULTURE FRANÇAISE

Le changement climatique a des impacts sur les niveaux de production agricole. En France et en Europe, ses conséquences sont le plus souvent négatives. Les rendements des récoltes de céréales plafonnent depuis plusieurs années. Lors des canicules et sécheresses[167], entre 1961 et 2018, les pertes de récoltes ont été multipliées par trois à l'échelle de l'UE.

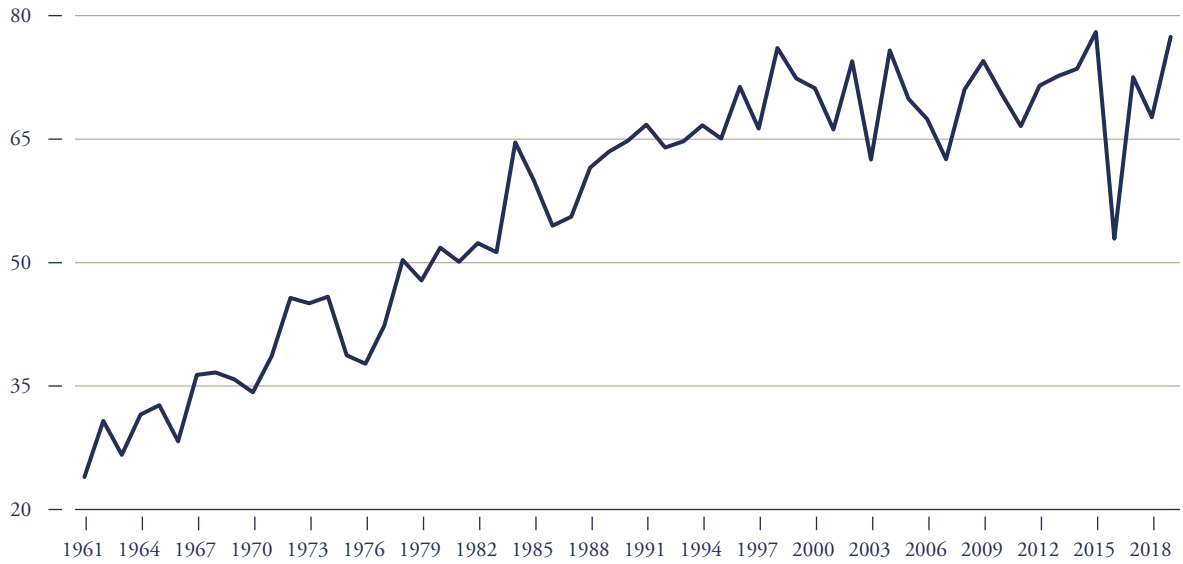
En France, les conséquences du changement climatique sur la variabilité des rendements des grandes cultures sont visibles. En 2016, la baisse de rendement du blé due à de fortes précipitations au printemps, après un hiver doux, est estimée à 32 % par rapport à 2015, soit une perte de récolte double pour le blé par rapport à l'épisode caniculaire de 2003. La production de 2020 subit également une baisse de 26,2 % par rapport au niveau de 2019 pour les grandes cultures et de 18,4 % par rapport à la moyenne 2015-2019[168]. La fréquence de ce type d'évènement extrême augmente dans les projections climatiques[169].

À l'échelle européenne, 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, passant d'une réduction moyenne de production par évènement de 2 % (1964-1990) à 7 % (1991-2015)[170]. Les sécheresses historiques et les vagues de chaleur associées de la période 1964 à 2015 ont réduit les rendements céréaliers européens de 9 % en moyenne, tandis que les vagues de chaleur l'ont fait de 7 %. Or le nombre de sécheresses et de vagues de chaleur signalées est passé de 13 au cours de la période 1964-1990 à 62 entre 1991 et 2015, et leur sévérité augmente.

Trente-huit inondations ont eu lieu entre 1964 et 1990, contre 103 entre 1991 et 2015. Les précipitations intenses qui causent des inondations génèrent un engorgement en eau des sols, une baisse du rayonnement solaire et des maladies fongiques qui affectent les rendements des cultures, comme cela a été observé en 2016. Le réchauffement climatique conduit à des floraisons plus précoces au printemps, à une période où les risques de gelée sont encore importants. Les dégâts des gelées deviennent ainsi plus forts : en 2016, une gelée au moment de la floraison du blé a aggravé les dégâts dus à un hiver exceptionnellement pluvieux et doux, un phénomène amené à se reproduire plus fréquemment selon les scénarios climatiques comme les situations de canicule et de sécheresse qui ont causé une chute du rendement notamment en 2003[171]. **Les situations de type hiver doux conjuguées à un printemps très pluvieux ont abouti en 2016 à de fortes chutes de rendement.** 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)[172]. Déjà en 2020, l'année agricole a été marquée par des records de température de janvier à août et par de forts contrastes pluviométriques, avec des excès de pluies à l'automne 2019, suivis de sécheresse au printemps 2020 ayant entraîné une chute de production des grandes cultures[173] - le rendement moyen du blé serait en net recul à 68,4 q/ha contre 79,1 q/ha en 2019 - et une baisse marquée des exportations françaises de céréales[174].

Les sécheresses affectent également les élevages via la réduction des ressources alimentaires (fourrages, ensilages de maïs, grains, etc.) et des ressources en eau des troupeaux. Les éleveurs de ruminants sont particulièrement affectés par la réduction de la croissance de l'herbe et les pertes de cultures fourragères en cas de sécheresse, qu'il s'agisse de cultures pluviales, ou de cultures irriguées

Figure 3.4.6 – Rendements agricoles
en France du blé de 1961 à 2019 (en quintaux par hectare)



Source : Banque mondiale, **https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/AG.YLD.CREL.KG?locations=FR**

(comme le maïs) puisque le recours à l'irrigation est souvent limité par des arrêtés préfectoraux visant à conserver les ressources en eau. De plus, 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 importante. De fortes températures entraînent aussi des risques plus élevés de rupture de la chaîne du froid pour les produits alimentaires.

De fait, la réalité de l'influence forte du changement climatique sur l'agriculture est désormais reconnue par tous les acteurs[176], et les nouvelles politiques publiques en cours d'élaboration tentent de proposer des outils favorisant la diminution des émissions et/ou le stockage de carbone, comme la gestion agronomique et économique de l'adaptation de l'agriculture.

3.4.4 DE NOUVEAUX ÉLÉMENTS DE POLITIQUES PUBLIQUES

La réforme de la Politique agricole commune à venir (2023-2027) est le sujet phare de l'année en cours. À l'échelle nationale, dans le cadre du Plan de relance principalement mais pas uniquement, le gouvernement français déploie des stratégies et des mesures visant à transformer le modèle agricole. Les acteurs privés mobilisés lors des États généraux de l'alimentation, et par la loi EGalim qui a suivi, ont élaboré des stratégies de filière dont certaines commencent à prendre en compte le changement climatique.

3.4.4.1 - Une politique agricole commune 2023-2027, dont les déclinaisons nationales, en construction, doivent prendre en compte les objectifs et les impacts climatiques

Aujourd'hui, la Politique agricole commune (PAC) représente environ 40 % du budget européen, c'est donc l'une des plus importantes politiques communes de l'UE. La PAC est divisée en deux piliers : le premier pilier, qui concentre plus des deux tiers du budget, concerne les aides directes aux agriculteurs ; le second pilier consacré au développement rural comprend des aides spécifiques pour les zones à handicaps

naturels (par exemple, les zones de montagne) ou encore l'agriculture biologique et des mesures dites agro-environnementales. Contrairement au premier pilier, le second pilier doit nécessairement être co-financé par les États membres.

Alors que les 27 pays de l'UE préparent leurs Plans stratégiques nationaux déclinant la nouvelle Politique agricole commune (2023-2027), en dialogue avec la Commission européenne, dans le respect du cadre communautaire adopté fin 2020, la réduction des émissions du secteur agricole en Europe fait partie des objectifs. Pour verdir la PAC et amorcer les changements structurels des systèmes alimentaires vers une agriculture compatible avec l'atteinte de la neutralité carbone en 2050, plusieurs propositions sont à disposition des décideurs[177]. Ces pistes sont complémentaires d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières tel que voté par le Parlement européen en mars 2021, et d'une politique alimentaire globale. Par exemple, il pourrait s'agir de :

- **Réaffecter des soutiens du premier pilier en faveur de la lutte contre le changement climatique.** Les mesures de l'éco-régime sont des aides du premier pilier qui pourraient représenter 25 % des paiements directs d'ici 2025. Elles pourraient être concentrées sur des paiements pour services environnementaux finançant des biens d'intérêt commun comme le climat et la biodiversité. La liste des pratiques agricoles potentielles comprend les pratiques d'agriculture biologique, l'agroécologie comme la rotation des cultures avec des légumineuses ou les système d'élevage extensifs à base d'herbe. Certaines pratiques éligibles peuvent également contribuer à un meilleur stockage de carbone organique dans les sols, avec par exemple l'agriculture de conservation et l'utilisation extensive de prairies permanentes[178]. Certaines de ces pratiques (non labour, maintien des prairies permanentes, diversification des cultures) feraient partie du plan stratégique national, qui entend aussi recourir pour l'écorégime à la certification HVE. Toutefois, le cahier des charges du label HVE n'apporte aucun engagement en matière d'atténuation du changement climatique[179]. Il faudrait donc revoir le plan stratégique national pour une utilisation plus ambitieuse de l'écorégime en faveur de la lutte contre le changement climatique.

- **Renforcer la conditionnalité des aides aux agriculteurs, en application du principe « pollueur-payeur ».** Dans les deux piliers, les aides pourraient, par exemple, être conditionnées à la conservation de sols à stock de carbone organique élevé (prairies permanentes ; surfaces d'intérêt écologique, comme les tourbières), à l'usage de légumineuses fixant biologiquement l'azote atmosphérique (et permettant de réduire ensuite les épandages d'engrais azotés) et de couverts végétaux absorbant l'azote et apportant du carbone organique au sol[180]. D'autre part, un durcissement des critères des mesures de « Bonnes conditions agricoles et environnementales » (BCAE) existantes et l'introduction de nouvelles BCAE ciblant l'état du sol, l'usage limité d'engrais et les émissions de GES des structures agricoles permettraient d'octroyer les aides de manière plus ciblée.

- **Il importe de réserver et de sanctuariser une part substantielle de ces aides relevant tantôt du seul budget européen, tantôt d'un cofinancement avec les États-membres** pour contribuer à l'atténuation et à l'adaptation au changement climatique, avec des objectifs déclinés à la fois à l'échelle européenne et à l'échelle locale.

3.4.4.2 - Le développement des stratégies de filières

Les plans de développement et de transformation des filières agricoles et agroalimentaires identifient les évolutions envisagées. Le climat y apparait surtout dans une perspective d'atténuation[181]. Plusieurs filières insistent sur la contribution potentielle de l'agriculture au stockage du carbone dans la biomasse et dans les sols. Les solutions d'atténuation proposées sont nombreuses : la couverture permanente du sol, les cultures intermédiaires, le développement et l'allongement des prairies temporaires, l'agroforesterie, etc. Les enjeux d'adaptation ne sont abordés que sous l'angle technique et de l'innovation. La recherche de variétés plus résistantes est ainsi fréquemment citée par les filières végétales. En outre, la formation et le conseil sont présents dans les recommandations des plans.

Les plans de filière peuvent être d'importants leviers de la transformation des systèmes agricoles et alimentaires, depuis l'agriculture jusqu'à la consommation. Mais ces plans d'action s'inscrivent pour le moment dans une perspective de court à moyen terme et n'offrent pas une analyse systémique des transformations qui seraient bénéfiques pour les enjeux climatiques (adaptation, atténuation). Ces plans de filières sont encore insuffisamment développés sur ces aspects. De plus, ils ne témoignent pas de l'implication et de la responsabilisation des acteurs à ce stade. Seules les filières laitières et piscicoles abordent le changement climatique selon une approche globale. À ce stade, l'agroécologie ne constitue pas un levier central des plans, même si certaines filières mentionnent la nécessité de transition. Diversification des cultures, systèmes de polyculture élevage ne sont cités par exemple que rarement. Or ils permettent d'agir sur l'atténuation et sur l'adaptation. Si la préparation de plans de filières constitue une avancée significative, ces plans devraient inclure des mesures incitatives pour changer d'échelle.

Encadré 3.2

Label bas-carbone

Le Label bas-carbone est opérationnel en France depuis septembre 2019. Il vise à guider des investissements vers des projets volontaires et locaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Une fois labellisés, les projets génèrent des crédits carbone à hauteur du CO_2 équivalent évité ou séquestré. Ces crédits peuvent être vendus à des entreprises, des collectivités ou des citoyens volontaires. Ils rémunèrent les agriculteurs s'étant inscrits dans ces projets. Le label bas carbone fournit un cadre de suivi compatible avec l'inventaire national, de notification et de vérification des réductions d'émissions. Il apporte aussi une traçabilité des financements.

Des projets seront labellisés bas-carbone s'ils permettent d'aller au-delà de la réglementation et des pratiques usuelles, soit au-delà de la situation de référence. Ils doivent se référer à une méthodologie approuvée au préalable par le ministère de la Transition écologique. Les réductions d'émissions doivent faire l'objet d'une vérification par un tiers indépendant selon une méthodologie approuvée par le MTE. À ce jour, 87 projets agricoles sont labellisés bas-carbone (dont ceux de l'association France Carbonagri qui porte une méthodologie pour les élevages), soit un nombre très faible au regard du potentiel du label en termes de nombre d'exploitations agricoles susceptibles de s'engager dans la transition bas carbone, de modèles économiques pour la valorisation des crédits carbone générés et d'effets à long terme sur le bilan carbone des exploitations et des filières. La réalisation de diagnostics carbone et la rédaction de plans d'actions pour des exploitants agricoles nouvellement installés sont prévus de manière complémentaire par les « Bons Diagnostics Carbone », une mesure du plan de relance dont la méthodologie doit encore être précisée.

3.4.4.3 - Les nouvelles mesures gouvernementales

Le rapport annuel 2020 du Haut conseil pour le climat formulait plusieurs propositions d'actions afin de mettre le secteur agricole sur la trajectoire de la neutralité carbone. Il s'agissait :

1. **De favoriser le stockage du carbone dans les sols** en ralentissant le retournement des prairies et le drainage des zones humides, en favorisant l'agroforesterie ainsi qu'en stockant le carbone dans les sols des grandes cultures grâce à l'adoption de pratiques agroécologiques.

2. **De développer un plan protéines végétales ambitieux** pour l'alimentation animale et humaine. Cette proposition vise deux objectifs. D'une part, les cultures de légumineuses permettent de diminuer les apports en azote tout en augmentant le stockage du carbone dans les sols. D'autres part, le développement d'une filière française peut substituer par une production nationale les importations de soja et ainsi contribuer à la lutte contre la déforestation importée.

3. **D'adopter des pratiques spécifiques dans l'élevage** pour réduire les émissions de CH_4 tout en accompagnant la valorisation énergétique.

4. **D'intervenir par l'offre alimentaire et les contrats de filières** afin d'entraîner des changements de consommation et de formulation des aliments dans des objectifs environnementaux ou de santé publique. Le développement d'une filière française de protéines végétales répond à ces deux objectifs.

Depuis la publication de ce rapport, **plusieurs mesures ont été prises ou sont en cours d'adoption par le gouvernement même si les financements nationaux du secteur restent globalement faibles**. En reprenant les quatre propositions du rapport de 2020, il est possible de classer les mesures gouvernementales :

- Dans le cadre de France Relance, le groupe de mesures « Transition agricole » prévoit des aides à l'adaptation de la forêt au changement climatique. Ce groupe de mesures diverses est doté de 1,2 Mrd €. Cependant,

toutes les mesures ne sont pas favorables au climat, 421 M € ne le sont pas[182].

- Le Plan protéines végétales vise la production agricole en cherchant à substituer les engrais azotés par le développement de cultures de légumineuses fixatrices d'azote. En outre, le deuxième volet du plan est consacré à l'accompagnement de projets de recherche développement relevant de l'obtention variétale d'espèces légumineuses. Une stratégie nationale pour les protéines végétales est prévue par France Relance. Ce plan en faveur de l'indépendance protéinique cible des mesures d'adaptation et d'atténuation[183]. Le Plan protéines végétales concerne également l'offre alimentaire. L'offre de protéines végétales produites en France pourrait cibler particulièrement la consommation humaine, ce qui pourrait limiter l'effet de substitution avec des protéines végétales importées liées à la déforestation, ces dernières étant surtout utilisées pour l'alimentation animale.

- La nouvelle programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) revoit à la baisse les ambitions de développement de la filière biométhane : 6 TWh en 2023 contre 8 TWh précédemment, et une fourchette allant de 14 à 22 TWh en 2028 selon la capacité de la filière à faire baisser ses coûts de production.

- Dans le projet de loi climat et résilience, une trajectoire de réduction des émissions liées à l'utilisation des engrais azotés devrait être arrêtée et complétée par un régime de taxation sous conditions à partir de 2024.

- Les financements du plan « France Relance » contribuent à la sensibilisation aux labels HVE (haute valeur environnementale) et bio avec l'opération « 1 000 Restaurants durables ». Toutefois, **les cahiers des charges de l'agriculture biologique et du label HVE[184] ne comprennent pas d'engagements en faveur de mesures réduisant les émissions de gaz à effet de serre ou stockant du carbone**. La quantification des émissions de l'agriculture biologique par rapport à celles de l'agriculture conventionnelle est cependant sujette à débat, notamment lorsqu'elle repose uniquement sur des analyses du cycle de vie (outil AgriBalyse). Par ailleurs, la loi AGEC (anti-gaspillage et économie circulaire) permet **l'expérimentation de l'affichage environnemental des produits alimentaires** afin de déterminer les méthodes les plus susceptibles d'être retenues pour déployer un affichage environnemental harmonisé par secteur. L'objectif est de fournir au consommateur une information environnementale lisible, fiable et objective, qui lui permette d'orienter ses choix vers une consommation alimentaire plus respectueuse de l'environnement. Le financement du développement de projets alimentaires territoriaux d'ici 2022 par France Relance participerait également aux transitions alimentaires nécessaire pour accompagner la réduction des émissions de GES du secteur. Le projet de loi climat et résilience a adopté l'obligation de proposer un menu végétarien par semaine dans toutes les cantines scolaires. Ces options végétariennes hebdomadaires peuvent être un soutien important au développement des filières de protéines végétales. Il est souhaitable que cette mesure soit étendue à la restauration collective privée. De plus, dans le cadre de ce projet de loi, la dimension climatique doit être intégrée au Programme national de l'alimentation et de la nutrition.

Au-delà des recommandations soutenues dans le rapport 2020 du HCC, France Relance prévoit d'autres mesures comme le renouvellement des agroéquipements. Pour autant, la transformation du secteur de l'agriculture est peu soutenue par France Relance[185]. Même en ajoutant les dotations du groupe de mesures « biodiversité, lutte contre l'artificialisation », (1,25 Mrd €, mais seuls 783 M € sont favorables à l'atténuation et à l'adaptation) qui affectent indirectement le secteur agricole – l**es mesures dédiées au secteur agricole et favorables au climat ne représentent au plus que 1,5 % du plan de relance**[186].

3.4.5 LACUNES DES POLITIQUES PUBLIQUES

Les orientations de la SNBC recoupent les catégories de mesures gouvernementales analysées ci-dessus. Néanmoins certaines sont formulées de manière différente. Cette évaluation est développée dans l'annexe 3.4.

Tableau 3.4 – Lacunes **des politiques publiques**

Évaluation	Orientation de la SNBC
🔴	**A1 :** « Réduire les émissions directes et indirectes de N_2O et CH_4, en s'appuyant sur l'agroécologie et l'agriculture de précision »
🟠	**A2 :** « Réduire les émissions de CO_2 liées à la consommation d'énergie fossile et développer l'usage des énergies renouvelables »
🟠	**A3 :** « Développer la production d'énergie décarbonée et la bioéconomie pour contribuer à la réduction des émissions de CO_2 françaises, et renforcer la valeur ajoutée du secteur agricole »
🔴	**A4 :** « Stopper le déstockage actuel de carbone des sols agricoles et inverser la tendance, en lien avec l'initiative 4p1000, les sols pour la sécurité alimentaire et le climat »
🟠	**A5 :** « Influencer la demande et la consommation dans les filières agro-alimentaires en lien avec le Programme national de l'alimentation et de la nutrition (PNAN) »
🟠	**A6 :** « Améliorer les méthodologies d'inventaires et de suivi »

🟢 **Politiques publiques :** alignées avec l'orientation SNBC.
Objectifs : probablement atteints.

🔴 **Politiques publiques :** éloignées de l'orientation SNBC.
Objectifs : risques importants d'en dévier significativement.

🟠 **Politiques publiques :** partiellement alignées avec l'orientation SNBC.
Objectifs : incertitudes non négligeables sur leur réalisation.

⚪ **Politiques publiques :** impossible de juger de leur contribution à SNBC.
Objectifs : atteinte impossible à anticiper.

MESSAGES CLÉS

- Le secteur agricole réduit lentement ses émissions de GES, mais n'est toujours pas en ligne avec les budgets carbone futurs de la SNBC2. Des efforts significatifs doivent être produits pour réduire les émissions de CH_4 et de N_2O, préserver les espaces agricoles et forestiers de l'artificialisation des sols et amplifier largement les mesures de séquestration du carbone dans les sols et la biomasse.

- Les forêts françaises souffrent du changement climatique. Entre 2015 et 2019, elles n'ont capté que les trois quarts du carbone anticipé. Or, elles constituent un puits de carbone essentiel et participent grandement à l'atteinte de la neutralité carbone. Une stratégie de long terme pour préserver les forêts françaises tout en relançant la filière bois sans nuire aux puits de carbone doit être mise en place.

- La déforestation importée est à l'origine d'un déstockage massif de carbone dans les pays de production. La France est principalement impliquée par ses importations de soja à destination de l'alimentation animale (plus de trois millions de tonnes par an) et d'huile de palme pour le biodiesel.

- Les rendements de nombreuses cultures stagnent et sont soumis à des aléas climatiques dont la fréquence et la sévérité augmentent. Face aux impacts du changement climatique, les politiques d'adaptation sont indispensables pour le secteur agricole. Cela plaide pour la mise en œuvre de politiques d'atténuation et d'adaptation pensées de manière conjointe.

- Afin d'impliquer plus fortement les acteurs du secteur dans la lutte contre le changement climatique, des incitations devraient rémunérer les actions des filières en faveur de l'atténuation des émissions. Le Plan Stratégique National pour la future PAC doit évoluer afin d'augmenter l'ambition des mesures d'écorégime pour l'atténuation du changement climatique. Au-delà des incitations économiques destinées aux agriculteurs, il est nécessaire d'envisager plus largement les transformations systémiques en mettant en œuvre des mécanismes engageant également les acteurs du conseil, de la coopération, de la transformation et de la distribution. C'est un des grands enjeux de la future politique agricole commune (2023-2027) et une opportunité majeure pour l'atténuation des émissions de GES et le stockage de carbone.

- Des outils de formation et de diagnostic des options d'adaptation et d'atténuation des exploitations agricoles doivent être généralisés.

3.5 TRANSFORMATION D'ÉNERGIE

3.5.1 TENDANCES FRANÇAISES ET EUROPÉENNES

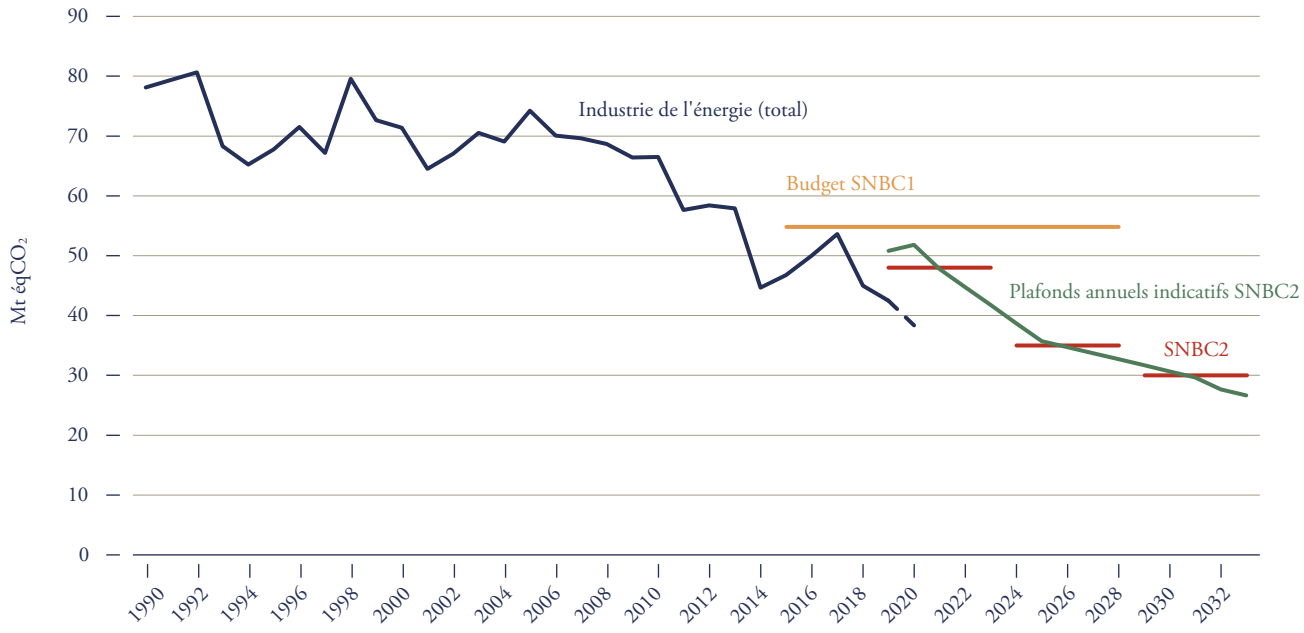
Les émissions du secteur de la transformation d'énergie représentent 42 Mt éqCO_2 en 2019 et comptent pour 10 % des émissions totales de GES de la France. Ce secteur enregistre une baisse importante de ses émissions depuis 1990 (-46 %), essentiellement concentrée sur la dernière décennie (voir figure 3.5.1). Le rythme de réduction annuel moyen des émissions s'élève à 4,9 % par an sur la période 2011-2019, contre 0,6 % par an sur 1990-2010. Les émissions du secteur de la transformation d'énergie poursuivent leur baisse en 2019 (-5,6 %). Différents facteurs ont contribué à la baisse enregistrée sur la dernière décennie : l'action des mesures d'efficacité énergétique, notamment liées à la réglementation thermique 2012, et le rôle accru des énergies renouvelables dans le mix énergétique. La chute exceptionnelle des émissions en 2014 s'explique par une année parmi les plus chaudes enregistrées en France selon Météo France. Corrigée des variations météorologiques, la consommation électrique est néanmoins restée relativement stable.

La production d'électricité compte pour 47 % des émissions en 2019, ce qui en fait le principal contributeur en termes d'émissions du secteur. Viennent ensuite le sous-secteur du raffinage du pétrole qui correspond à 21 % des émissions de 2019, puis celui des réseaux de chaleur urbains (9 % des émissions). Les 23 % restantes sont majoritairement dues aux incinérateurs d'ordures ménagères dont l'énergie finale est récupérée afin d'être transformée en chaleur ou en l'électricité et, pour une part moindre, au procédé d'extraction et de distribution des combustibles fossiles.

Le secteur de la transformation d'énergie respecte les budgets carbone sectoriels assignés par la SNBC, principalement du fait d'un manque d'ambition de celle-ci. Il s'agit du seul secteur dont les émissions réalisées sont significativement inférieures aux budgets carbone sectoriels (voir figure 3.5.1 et chapitre 1.2). Sur la période du premier budget carbone, les émissions cumulées sur 2015-2018 sont inférieures à l'objectif fixé par la SNBC1 de 25 Mt éqCO_2. Sur la période du second budget carbone, les objectifs 2019 et 2020 de la SNBC2 ont également été respectés, avec des émissions inférieures de 8 et 13 Mt éqCO_2 aux tranches indicatives sectorielles de la SNBC2. Les budgets carbone sectoriels de l'énergie sont néanmoins peu ambitieux du fait d'une absence de discussion à propos du nucléaire et des renouvelables, la SNBC ne prenant pas parti. À l'image des autres budgets carbone sectoriels qui traduisent la vision d'une transition, le secteur de l'énergie doit développer une stratégie de décarbonation claire lors de la prochaine révision de la SNBC.

En 2020, les émissions de GES du secteur électrique poursuivent leur tendance baissière et diminuent de près de 10 % par rapport à 2019, selon les estimations provisoires du Citepa. Cette diminution résulte en partie de la baisse de la demande durant la crise du COVID19, ainsi que par un moindre recours aux énergies fossiles (charbon, gaz, fioul). Si les diverses mesures sanitaires ont entrainé une baisse des besoins en électricité[187], la diminution des émissions de gaz à effet de serre de la production électrique a pour explication la réduction de la sollicitation des centrales à charbon, fioul et gaz dont la production est en retrait de 10,6 % sur une année. Selon le bilan électrique de RTE[188], la génération d'électricité à partir du gaz, qui représente la grande majorité de production thermique fossile, a diminué de 10,4 % sur 2020 par rapport à 2019 (-4 TWh). La production d'électricité à partir de charbon et de fioul a diminué respectivement de 12,7 % et de 13,3 % en 2020. En termes d'émissions, un quart de la baisse des émissions de la production d'électricité en 2020 s'explique par la diminution de la consommation de charbon. RTE n'anticipe pas une baisse de la consommation de charbon en 2021, mais cette activité a vocation à cesser en 2022 avec les fermetures des dernières centrales fonctionnant au charbon (voir encadre 3.3). Une exception a été néanmoins formulée par le gouvernement en 2020 pour prolonger l'activité de la centrale de Cordemais, autorisée à produire de l'électricité à partir de charbon à hauteur de 10 % de ses capacités originelles.

Figure 3.5.1 – Évolution des émissions du secteur de l'énergie en France depuis 1990 **et plafond d'émissions prévus par la SNBC**



Source : Citepa, format Secten

Encadré 3.3

Transition juste et centrales au charbon

La loi énergie climat du 8 novembre 2019 prévoit l'arrêt de la production d'électricité à partir du charbon d'ici 2022. Les cinq centrales à charbon françaises sont réparties sur quatre sites distincts appartenant à deux groupes (EDF et Uniper). Leur usage est largement limité aux pics hivernaux. Elles représentent 1,8 % de la production d'électricité mais 31 % des émissions du secteur, soit un peu moins de 2 % des émissions nationales. La sortie du charbon pour la France n'est pas un enjeu central mais reste important d'un point de vue symbolique, en particulier vis-à-vis des pays où l'usage du charbon est bien plus important.

La fermeture des centrales à charbon est, en revanche, un cas emblématique de la conduite de la transition du point de vue de ses conséquences sur l'emploi. Certes, le volume d'emploi lié aux filières d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) est bien plus important que celui des emplois directs détruits suite à la fermeture des centrales à charbon[a]. En 2017, on estime à 24 600 le nombre d'emplois directs des filières EnR&R (hors éolien offshore) dans les quatre régions étudiées et à 5 900 à l'échelle des quatre départements concernés. Bien qu'il y ait plus d'emplois créés que les 670 emplois directs et les 740 indirects concernés pas la fermeture des centrales à charbon, ce ne sont pas forcément les mêmes compétences qui sont recherchées dans les nouveaux emplois « verts » que dans les anciens emplois « gris ».

Afin d'assurer la reconversion des salariés dont l'emploi est détruit, le gouvernement a prévu des mesures d'accompagnement détaillées dans l'ordonnance n°2020-921 publiée au Journal officiel

du 30 juillet 2020[b]. Le décret n° 2021-297 du 18 mars 2021[c] vient préciser les modalités d'application de ces mesures pour chacune des trois catégories de salariés concernés (congé de reclassement, d'accompagnement, cellule d'accompagnement spécifique).

Il y a bien un effort spécifique du gouvernement, en complément des dispositifs obligatoires et volontaires mis en place par les employeurs et les branches professionnelles concernées. Les dispositifs existants en matière d'emploi et de formation professionnelle dont certains ont été renforcés dans le cadre du plan de relance (notamment le dispositif ProA de reconversion ou de promotion par l'alternance) pourront également être mobilisés. L'exemple des centrales à charbon montre que la transition juste en matière d'emploi dépend non seulement des mesures spécifiques mises en place mais aussi du traitement général du chômage et de la formation.

a (ADEME (2019). Carpène L., Martinez N., Weber-Haddad V., Marchés et emplois liés aux filières EnR&R dans les territoires impactés par la fermeture d'une centrale à charbon **https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/marches-emplois-enr-fermeture-centrales-charbon-2019-synthese.pdf** et ADEME, IN NUMERI (2018).Marchés et emplois dans le domaine des énergies renouvelables, Situation 2014-2016. **https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/marches-emplois-secteur-enr-recuperation-2019.pdf**

b **https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000042169426/**

c Décret n° 2021-297 du 18 mars 2021 relatif aux conditions d'application de l'ordonnance n° 2020-921 du 29 juillet 2020 portant diverses mesures d'accompagnement des salariés dans le cadre de la fermeture des centrales à charbon, NOR : TRAT2100611D, JORF n°0068 du 20 mars 2021, **https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2021/3/18/TRAT2100611D/jo/texte**

Le développement du nucléaire dans les années 1990 puis celui des énergies renouvelables à partir de 2005 ont contribué à la réduction du contenu carbone de l'énergie consommée[189] (voir graphique 3.5.2). **Au-delà de la sortie du charbon, la décarbonation du secteur de l'énergie implique de substituer le gaz par les énergies bas carbone. Le changement de vecteur énergétique ne doit pas conduire à des investissements dans de nouvelles centrales fossiles comme le remplacement des centrales charbon par de nouvelles centrales gaz qui aboutiraient à des effets de verrouillage sociotechnique.**

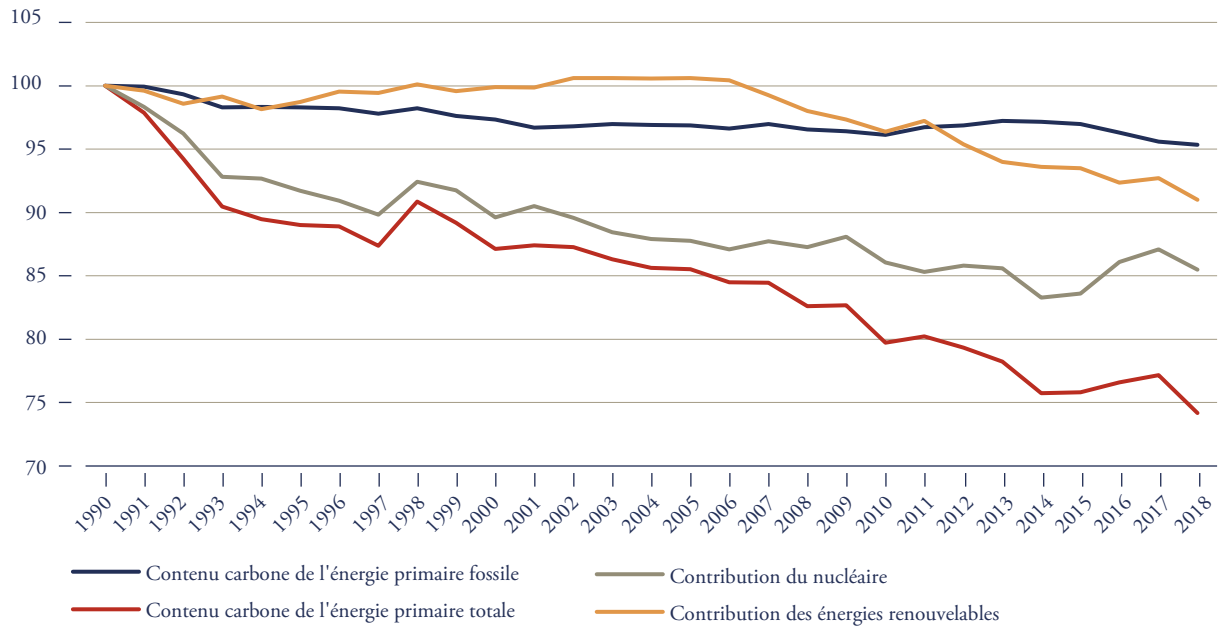
- **Jusqu'au milieu des années 2000, la baisse du contenu carbone des émissions du secteur énergie est principalement due à la hausse de la production de nucléaire**, avec plusieurs réacteurs additionnels mis en service.

- **Depuis 1990, le gaz s'est progressivement substitué au charbon ou aux produits pétroliers utilisés dans certains secteurs comme l'industrie, le résidentiel ou la production d'électricité.** De 29,4 TWh en 1990, la production d'électricité à partir du charbon a tendanciellement baissé pour ne représenter que 1,4 TWh en 2020. Celle du gaz est passée de 2,8 TWh à 34,5 TWh sur la même période[190]. Le facteur d'émission du gaz étant estimé à 400 g éqCO_2/kWh et celui du charbon à 1 000 g éqCO_2/kWh[191], ce changement de vecteur a participé activement à la diminution des émissions territoriales de GES. Le recours au gaz contribue au cumul des émissions de CO_2. Il devra être substitué par des sources d'énergies bas carbone pour respecter l'objectif de neutralité carbone que la France s'est fixé.

- **À partir de 2005, les énergies renouvelables deviennent un moteur de la réduction du contenu carbone de l'énergie.** Le retour du bois-énergie et l'essor de nouvelles sources de production d'énergie, avec principalement les biocarburants, les pompes à chaleur et l'éolien, sont les principaux facteurs expliquant la baisse observée du contenu carbone.

Dans le secteur de l'énergie, la France a des émissions par habitant nettement inférieures à la moyenne de l'UE, et la baisse de ses émissions depuis 1990 se situe au-dessus de la moyenne européenne (voir graphique 3.5.3). À l'échelle européenne, le rebond suite à la crise de 2008-2009 demeure une exception dans une tendance globalement baissière des émissions des pays membres qui débute en 2006. Cette réduction est structurelle mais reste insuffisamment planifiée à l'échelle européenne pour permettre une décarbonation totale et se conformer au rehaussement des objectifs de la Commission européenne

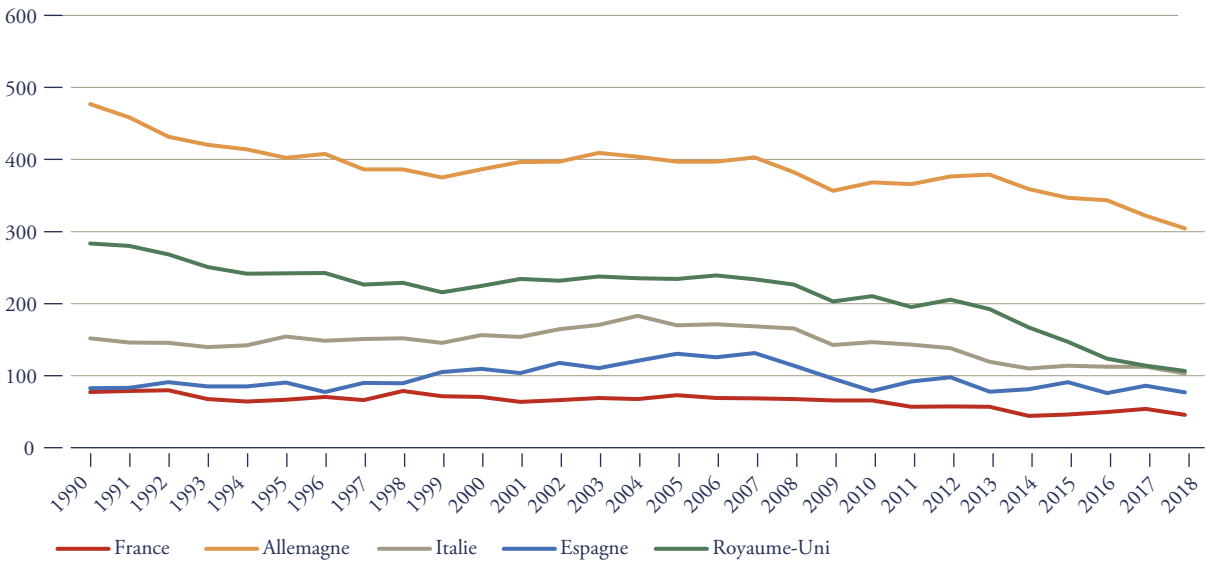
Figure 3.5.2 – Décomposition du contenu CO_2 **de l'énergie primaire en France depuis 1990**



(voir chapitre 2). La France a un niveau d'émissions par habitant nettement en-dessous de la moyenne européenne grâce à sa forte composante en énergie nucléaire. La baisse de ses émissions depuis 1990 (-41 %) se situe au-dessus dans la moyenne européenne (-32 %). Le Royaume-Uni est le pays qui a le plus décarboné ce secteur (-60 %), du fait d'un large plan de déploiement d'énergie décarbonée, éolien offshore en tête, à la suite de politiques climatiques complétant les effets du SEQE[192]. Le charbon comme source d'énergie primaire et largement utilisé dans les années 1980 y a presque disparu même si les centrales à charbon servent, à ce jour, à stabiliser le réseau électrique.

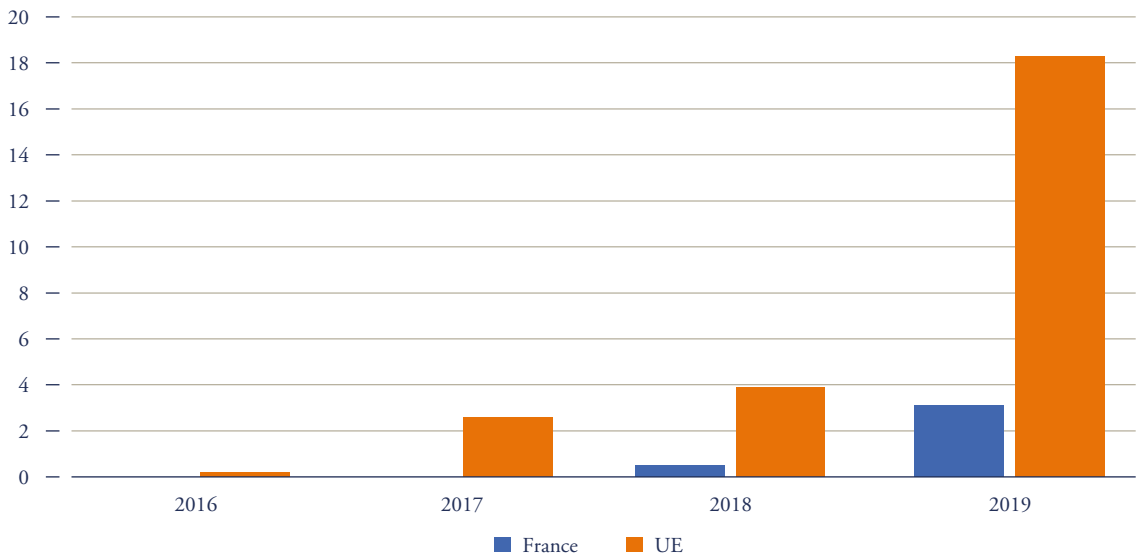
Depuis la déclaration conjointe entre MM. Trump et Juncker du 25 juillet 2018[193], les importations de gaz sous forme de gaz naturel liquéfié (GNL) par méthanier, dont ceux issus des schistes d'Amérique du Nord, augmentent en France comme en Europe, ce qui accroît l'empreinte

Figure 3.5.3 – Émissions du secteur énergétique en Europe **depuis 1990 (en Mt éqCO_2)**



Source : Agence européenne de l'environnement, EU greenhouse gas inventory, **https://www.eea.europa.eu/themes/climate/eu-greenhouse-gas-inventory**

Figure 3.5.4 – Importation de GNL en provenance des États-Unis
(en milliards de mètres cubes)



Source : BP Statistical Review of World Energy, 2016, 2017, 2018, 2019 et 2020.

carbone. La première importation européenne de gaz naturel liquéfié des États-Unis s'est faite en 2016 avant de s'accélérer significativement à la suite de la déclaration conjointe entre les États-Unis et l'Union européenne de juillet 2018[194]. Les importations de GNL en provenance des États-Unis sont ainsi passées de 0,2 Mrd m^3 en 2016 à 18,3 Mrd m^3 en 2019 à l'échelle de l'Union européenne et du Royaume-Uni, et de 0,5 Mrd m^3 en 2018 à 3,1 Mrd m^3 en 2019 en France (voir figure 3.5.4)[195]. Ces importations demeurent toutefois minoritaires. Elles représentent près de 14 % des importations de GNL en France et 17 % de ceux de l'UE et du Royaume-Uni en 2019. Rapportées à la consommation totale de gaz, elles ne correspondent plus qu'à 7 % pour la France et 4 % pour l'UE-28.

Le gaz fossile, liquéfié ou non, ne peut pas être considéré comme une solution bas carbone. De plus, le développement de terminaux méthaniers peut conduire à des effets de verrouillage. Deuxième consommateur de gaz à l'échelle mondiale, l'Union européenne fait face au défi de sa sécurité énergétique : la production indigène de gaz de l'Union a diminué significativement (39 % entre 2007 et 2017[196]) et l'élimination progressive des centrales au charbon dans l'UE s'accélère. Pour y faire face, elle cofinance ou s'est engagée à cofinancer des projets d'infrastructure de GNL, d'une valeur globale supérieure à 638 millions d'euros[197]. Ainsi, selon l'Agence internationale de l'énergie, les importations de gaz fossile vers l'Europe pourraient augmenter à mesure que la production régionale diminuera, prolongeant la tendance observée à partir de 2014[198]. Or si le gaz est moins polluant que les autres énergies fossiles, investir dans des terminaux pourrait ne pas inciter à suffisamment décarboner le secteur voire conduire à des coûts échoués pour un montant de 87 Mrd € dont 53 Mrd € rien que pour les gazoducs planifiés[199]. La production de gaz de roche mère pourrait en outre contribuer à la hausse des émissions, principalement à travers les émissions fugitives, aboutissant à une hausse de l'empreinte carbone de la France et réduisant significativement les avantages attendus de la substitution du charbon par du gaz, ou du simple usage du gaz importé par gazoduc.

3.5.2 POLITIQUES ET MESURES PRISES EN 2020

Le secteur de la transformation d'énergie fait d'une part l'objet d'une politique dédiée, la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), et d'autre part est assujetti au marché carbone européen (SEQE) qui, par son signal-prix, doit mener à la décarbonation du secteur.

- **Les objectifs pour le secteur de la transformation d'énergie ont été fixés par la loi de transition énergétique pour la croissance verte, modifiée par la loi énergie climat de 2019, et sont déclinés par décret dans le cadre des PPE.** Quatre grands objectifs sont

fixés dans la loi : une part de 23 % en énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie en 2020 (laquelle correspond à la consommation des seuls utilisateurs finals, en excluant la transformation, le transport, la distribution et le stockage d'énergie) ; une part de 33 % au moins d'ici 2030, avec une déclinaison de cet objectif par vecteur énergétique (électricité, chaleur et froid, carburants) ; la multiplication par cinq de la quantité de chaleur et de froid d'origine renouvelable dans les réseaux de chaleur à l'horizon 2030 ; l'atteinte en 2035 de 50 % de production électrique d'origine nucléaire (contre 67,1 % en 2020[200]).

- **Ce secteur est également encadré à l'échelle européenne.** L'Union européenne s'est fixé des objectifs de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique dans le cadre du Paquet énergie-climat adopté en 2008. Les premiers sont déclinés au niveau des États membres (voir encadré 2.4 du chapitre 2). Concernant la réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'Union européenne dispose d'un marché carbone commun à toute la zone (SEQE), couvrant notamment la production d'électricité.

Peu de mesures récentes se rapportent au secteur de la transformation d'énergie. Deux d'entre elles peuvent néanmoins être citées :

- **La loi de finance 2020 augmente le soutien budgétaire aux énergies renouvelables[201], passant de 4,5 Mrd € en 2015 à 7 Mrd € en 2020.** 7,4 Mrd € sont attendus en 2021[202]. Si le déploiement de moyens supplémentaires est à saluer, ces montants restent inférieurs aux montants d'investissement nécessaires au respect de la SNBC identifiés par I4CE. Le retard est évalué pour les énergies renouvelables électriques à 1,8 Mrd € pour 2020 et 620 M € pour 2021[203]. En outre, ces montants ne font réduire les émissions que s'ils viennent en substitution aux énergies fossiles via la production de chaleur renouvelable, l'efficacité énergétique et la sobriété. Le déploiement des énergies renouvelables permet aussi d'augmenter la production d'électricité bas-carbone totale disponible pour alimenter les autres secteurs, sauf lorsqu'il remplace la production nucléaire.

- **Dans le cadre du projet de loi climat et résilience**, dans sa version déposée par le gouvernement en février 2021, **l'article 22 doit permettre la déclinaison de la PPE en fixant des objectifs régionaux de développement des énergies renouvelable, après concertation avec les régions concernées**. Les régions devront par la suite réviser leur SRADDET pour les mettre en compatibilité avec les objectifs régionaux décidés. La production d'énergie décentralisée a pour effet d'agir sur l'efficacité énergétique en limitant les pertes dues aux transports. Elle permet en outre de structurer un bouquet d'options énergétiques garantissant davantage de résilience aux territoires.

Encadré 3.4

Comment penser la sobriété comme levier de la transition bas-carbone ?

La SNBC définit la sobriété comme une « réduction de la consommation d'énergie par des changements d'ordre comportemental ». Or la sobriété énergétique doit également viser à réduire les consommations d'énergie par des changements d'organisation collective qui facilitent les changements de comportement.

Une société engagée dans la sobriété énergétique modifie ses normes sociales, ses besoins individuels, et ses dispositifs collectifs au profit d'une réduction volontaire et organisée des consommations – et donc de la production – d'énergie[204]. Cette notion doit être déployée dans chacun des secteurs. De plus, l'optimisation de la réduction des impacts implique de commencer par réduire les besoins, avant même les questions d'efficacité ou de substitution des vecteurs énergétiques.

La sobriété permet de lutter contre des effets rebond. Par exemple, les progrès réalisés grâce à l'efficacité unitaire de nos appareils peuvent être annulés par une augmentation plus rapide des usages[205]. Avant de penser à l'efficacité ou au déploiement des énergies renouvelables, il est nécessaire de réfléchir en premier lieu aux besoins énergétiques, aux usages de l'énergie par la société. Puis, pour gagner en efficacité, il faut « remonter » la chaîne de transformation énergétique et s'intéresser aux meilleurs moyens de transformation de l'énergie afin de prévenir le maximum de pertes ou des émissions diffuses.

3.5.3 LACUNES DES POLITIQUES PUBLIQUES

Les orientations de la SNBC recoupent les catégories de mesures gouvernementales analysées ci-dessus. Néanmoins certaines sont formulées de manière différente. Cette évaluation est détaillée en annexe 3.5.

Évaluation	Orientation de la SNBC
🟠	**E1 :** Décarboner et diversifier le mix énergétique notamment *via* le développement des énergies renouvelables (chaleur décarbonée, biomasse et électricité décarbonée)
🟠	**E2 :** Maîtriser la demande via l'efficacité énergétique et la sobriété et lisser la courbe de demande électrique en atténuant les pointes de consommation saisonnières et journalières
🔴	**E3 :** Préciser les options pour mieux éclairer les choix structurants de long terme, notamment le devenir des réseaux de gaz et de chaleur

🟢 **Politiques publiques :** alignées avec l'orientation SNBC.
Objectifs : probablement atteints.

🟠 **Politiques publiques :** partiellement alignées avec l'orientation SNBC.
Objectifs : incertitudes non négligeables sur leur réalisation.

🔴 **Politiques publiques :** éloignées de l'orientation SNBC.
Objectifs : risques importants d'en dévier significativement.

⚪ **Politiques publiques :** impossible de juger de leur contribution à SNBC.
Objectifs : atteinte impossible à anticiper.

Encadré 3.5

L'hydrogène

Le développement d'une filière hydrogène bas carbone est perçue par les décideurs publics et privés comme une piste permettant d'atteindre la neutralité carbone. L'hydrogène est un vecteur énergétique et non une source d'énergie. Comme l'électricité, il peut potentiellement permettre de décarboner les usages s'il est produit avec peu d'émissions de gaz à effet de serre. Or sa production est à ce jour fortement carbonée : dans le monde, elle est effectuée à 95 % à base de combustibles fossiles (reformage du méthane, gazéification du charbon, etc.). Il présente néanmoins des caractéristiques différentes de l'électricité : il est stockable et sa densité énergétique offre des caractéristiques intéressantes.

La France comme l'Union européenne mettent en place des plans pour faire émerger une filière hydrogène. La stratégie française pour le développement de l'hydrogène présentée en septembre 2020[206], pilotée par le Conseil national de l'hydrogène depuis 2021, s'inscrit dans la continuité du plan hydrogène de 2018[207]. Elle mobilise 7,2 Mrd € pour déployer 6,5 GW de capacité de production d'hydrogène bas carbone à 2030. Ces fonds doivent contribuer à décarboner l'industrie, à développer des mobilités lourdes à l'hydrogène et à soutenir la recherche et la formation. Ils pourraient conduire à un gain d'environ 3 Mt éqCO2 pour l'industrie à horizon 2030 selon une étude du BCG[208]. Le plan français de 2020 participe à une dynamique européenne de développement de l'hydrogène. La Commission européenne a en effet publié sa stratégie pour l'essor de la filière en juillet 2020[209]. Elle vise, d'ici 2024, à installer 6 GW d'électrolyseurs pour produire un million de tonnes d'hydrogène par an. À 2030, il s'agira de produire 10 Mt d'hydrogène à partir de deux fois 40 GW d'électrolyseurs installés respectivement au sein de l'UE et en-dehors de la zone.

La Commission européenne estime que les investissements cumulés dans les capacités de production d'hydrogène renouvelable en Europe pourraient se situer entre 180 et 470 Mrd € d'ici 2050[210]. D'autres États-membres élaborent ou disposent déjà d'une stratégie hydrogène. La France est le pays qui attend le plus de production d'hydrogène par milliard d'euros dépensés. Il est pertinent de

s'interroger sur la correcte évaluation de l'ambition au regard des moyens envisagés. En outre, une vigilance s'impose : si les électrolyseurs sont reliés au réseau électrique, l'hydrogène ne sera pas plus décarboné que l'électricité du réseau. De plus, si les électrolyseurs sont uniquement connectés à des énergies renouvelables, les capacités prévues pourraient être alors sous-dimensionnées.

Tableau 3.1 – objectifs de production de capacité d'électrolyseurs **selon les pays et fonds alloués à ces objectifs**

	Objectifs 2030 (en GW)	Fonds alloués (en milliards d'euros)	Mds€ dépensés par GW
France	6,5	7,2	1,1
Pays-Bas	3,5	-	-
Allemagne	5	9	1,8
Italie	5	10	2,0
Espagne	4	8,9	2,2
Portugal	2,3	8	3,5
Autriche	1,5	-	-

Lecture : les pays surlignés sont en cours d'élaboration de leur stratégie hydrogène.

Source : **https://www.hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2021/04/Clean-Hydrogen-Monitor-2020.pdf**

Trois grandes catégories d'usages sont réservées à l'hydrogène :

- Les usages industriels, comme la désulfuration des carburants, la fabrication d'ammoniac pour la production d'engrais, l'utilisation de l'hydrogène comme agent de réduction dans la fabrication de l'acier, etc.
- Les usages énergétiques directs de l'hydrogène comme les piles à combustible pour la mobilité ou la production de chaleur.
- La fabrication de combustibles de synthèse faisant intervenir de l'hydrogène comme le méthane de synthèse, les combustibles liquides ou l'ammoniac-énergie.

Ces deux derniers usages peuvent être substitués avec d'autres vecteurs énergétiques décarbonés.

La filière hydrogène fait face à de nombreux défis. Ceux-ci sont d'ordre économique – compétitivité de la filière par rapport aux énergies fossiles et aux autres solutions bas carbone, le prix de la tonne de CO_2 étant déterminant[211] –, de durabilité – adéquation de la filière avec les capacités d'un système énergétique bas carbone et enjeux de standardisation –, techniques – planification et déploiement d'une infrastructure de distribution et de stockage demandant un acier spécial pour éviter les fuites, évolutions technologiques pour certains usages, mise à l'échelle, prise en compte des dépenses énergétiques spécifiques pour le stockage et la distribution – ou politiques – contribution à l'indépendance énergétique de la France ou, plus largement de l'UE, effet sur l'emploi, avantage coût/bénéfice du soutien public.

Les stratégies déployées demeurent des moyens pour soutenir la filière qui n'interrogent pas le rôle de l'hydrogène dans un système décarboné en 2050. Il est important de développer la filière hydrogène en même temps que la décarbonation de la production électrique afin que les infrastructures ne soient pas rentables avec de l'hydrogène carboné. Pour atteindre le plein bénéfice sur la baisse des émissions, le

déploiement de l'hydrogène ne doit pas ralentir la décarbonation des autres secteurs. Elle doit l'accélérer et être réalisée en parallèle. À l'horizon 2035, l'impact sur la consommation et l'insertion dans le système électrique de l'électrolyse dans les proportions prévues par les pouvoirs publics conduirait à une consommation supplémentaire de 30 TWh d'électricité par an pour une production annuelle d'environ 630 000 tonnes d'hydrogène. Cela représenterait moins de 5 % de la production électrique décarbonée prévue par la PPE. Par nature flexibles, les électrolyseurs peuvent s'effacer en cas de tension sur le système, ne contribueraient pas aux pointes de consommation et s'accordent particulièrement bien lors d'une production excédentaire des énergies renouvelables[212]. La flexibilité a néanmoins un inconvénient : les 6,5 GW d'électrolyseurs ne permettent pas d'assurer la substitution de l'hydrogène carboné produit actuellement par du décarboné, sauf à fonctionner en permanence ; or, si leur fonctionnement est continu, l'argument de flexibilité ne tient plus. Des capacités supplémentaires doivent donc être déployées.

En outre, il faut être vigilant à ne pas développer les usages de l'hydrogène à un rythme supérieur à la décarbonation des autres secteurs ou à la disponibilité en hydrogène décarboné. Le déploiement de l'hydrogène à base d'électrolyse nécessite une infrastructure complexe optimisant l'adéquation offre/demande et comprenant des capacités de production alimentées par des énergies décarbonée, un réseau de transport et de distribution connectant les capacités de production aux sites d'utilisation et un ensemble de moyens de stockage variées mis en réseau. À cet égard, il paraît judicieux de s'interroger sur la production locale d'hydrogène intégrée à des circuits courts, plutôt que sur un mode de production centralisée. L'angle infrastructure de la stratégie hydrogène paraît à ce jour insuffisamment pris en compte, notamment la vitesse de construction de nouvelles capacités de génération électrique bas carbone.

Enfin, il paraît important d'évaluer, à partir d'analyses en cycle de vie, les émissions induites par :

- L'adaptation du système gazier actuel, sachant que l'incorporation de l'hydrogène au méthane est limitée.
- Le déploiement d'un réseau dédié à l'hydrogène.
- Les implications des changements des usages.

MESSAGES CLÉS

- Le secteur de la transformation d'énergie a fortement réduit ses émissions nationales depuis 1990 et en particulier sur la dernière décennie, lui permettant de ne pas dépasser ses budgets carbone depuis 2015. La baisse en émissions provient d'une dynamique de substitution du charbon par l'énergie nucléaire, le gaz, et plus récemment par les énergies renouvelables. Ce secteur manque néanmoins d'une stratégie claire à l'horizon 2050.
- La France se situe mieux que la moyenne européenne en matière de réduction des émissions de ce secteur, et ses émissions sont plus basses que celles de ses voisins européens.
- La sollicitation croissante de gaz importé sous forme de gaz naturel liquéfié (GNL), en particulier ceux issus des schistes d'Amérique du Nord, pourrait annuler plus ou moins largement la baisse en émissions engagée dans ce secteur.
- Les budgets carbone ont jusqu'ici peu structuré la décarbonation du secteur de la transformation d'énergie car ils impliquent des rythmes de baisse inférieurs au rythme observé. Plusieurs options sont disponibles pour décarboner le secteur au-delà de sa trajectoire indicative SNBC.
- Les orientations de la stratégie nationale bas-carbone sont engagées mais ne permettent pas de garantir l'atteinte des objectifs climatiques, avec un manque d'ambition au niveau du déploiement des énergies renouvelables et de vision stratégique pouvant orienter les investissements.
- La sobriété n'est pas assez mobilisée par les pouvoirs publics bien qu'elle permette d'éviter les effets rebond et diminue les coûts des acteurs économiques.

RECOMMANDATIONS CHAPITRE 3

INDUSTRIE

1. Pérenniser les aides de France relance à destination d'innovations sectorielles ou d'innovations pouvant bénéficier à la plupart des sous-secteurs de l'industrie. Ces innovations doivent toutefois faire l'objet d'analyse en cycle de vie pour correctement en percevoir les gains et les en terme de bénéfice de réduction des gaz à effet de serre.

2. Finaliser les plans de transition des filières et les décliner au sein des secteurs avec l'engagement des entreprises.

3. Considérer une approche systémique de la décarbonation, en intégrant non seulement l'ensemble des techniques possibles mais également leur potentiel de déploiement et la dépense énergétique induite par ce déploiement.

AGRICULTURE

1. Conserver et accroître les stocks de carbone dans les sols agricoles et forestiers, et dans la biomasse. Pour cela, il faut inciter fortement à l'adoption de pratiques agroécologiques stockant du carbone dans les exploitations de grandes cultures et au ralentissement du retournement des prairies.

2. La dégradation de l'état de certaines forêts appelle à repenser les peuplements et la sylviculture pratiqués et là encore des incitations et conseils seront nécessaires pour accompagner propriétaires publics comme propriétaires privés pour augmenter le potentiel du puits de carbone forestier tout en relançant les filières bois.

3. Éviter une déforestation importée massive en développant des cultures de protéines végétales sur le sol national se substituant au soja importé destiné principalement à l'alimentation animale.

4. Accélérer la baisse des émissions de méthane (CH_4) de l'élevage, par des pratiques de gestion des troupeaux comme par la récupération des déjections animales.

5. Réduire les émissions de N_2O en incitant à la modération des apports d'engrais azotés dans les cultures.

6. Inciter les acteurs de la transformation et de la distribution à prendre en compte les émissions domestiques et importées dans leurs choix d'approvisionnement en développant des outils d'information du consommateur, tels que l'affichage environnemental.

7. Intégrer les enjeux climatiques dans les instruments des politiques alimentaires (Programme national de l'alimentation et de la nutrition, approvisionnements en restauration collective).

ÉNERGIE

1. Développer une vision d'ensemble pour la décarbonation complète du secteur, en particulier concernant la sortie du gaz et la production de chaleur décarbonée permettant d'informer les investissements publics et privés.

2. Assurer la sortie du charbon pour 2022 dans un contexte de transition juste, rehausser les financements des énergies renouvelables pour atteindre les objectifs européens tout en poursuivant les mesures de simplifications administratives.

3. Restreindre l'utilisation du GNL dans la limite des objectifs climatique de la France, en particulier la neutralité carbone en 2050 y compris pour les transports internationaux tel que recommandé par le HCC, et les objectifs d'empreinte carbone qui seront fixés après 2022.

4. Formuler et appliquer des politiques publiques de sobriété, au-delà de mesures symboliques car ce principe constitue un outil nécessaire à la cohérence, à la crédibilité et à l'efficience des mesures de lutte contre le changement climatique.

5. Procéder à des évaluations des capacités et de l'opportunité des nouveaux vecteurs énergétiques comme l'hydrogène décarboné en les inscrivant dans une vision plus globale du système énergétique.

6. Considérer une hausse de l'ambition de décarbonation du secteur au sein de la SNBC3, qui permettrait d'appuyer un rehaussement des objectifs 2030 de la France dans le cadre européen.

4. ADAPTATION : ANTICIPER ET RÉPONDRE AUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le climat change et cette évolution est très rapide. Les « événements rares » des années 1950 deviennent « normaux », les « événements extrêmes » de cette époque rejoignent la catégorie des « événements rares » et ce qui était impossible il y a soixante-dix ans ne l'est plus.

Certes, les sociétés humaines ont déjà fait face par le passé à la variabilité naturelle du climat, souvent au prix de lourdes pertes humaines et économiques. Toutefois, l'ampleur et la vitesse des évolutions actuelles sont inédites, en rupture par rapport à ce qu'a connu la Terre au cours des derniers millénaires.

En 2015, l'ONERC[213] établissait que 62 % de la population française était déjà exposée de manière forte ou très forte aux risques climatiques, tandis que la comparaison des indicateurs d'exposition[214] entre 2006 et 2015 montre une augmentation constante du nombre de communes fortement exposées. Les territoires ultramarins subissent une exposition forte sur plus de 90 % de leurs communes. Dans l'Hexagone, les régions PACA et Bretagne sont les plus exposées avec un nombre élevé de communes pour lesquelles au moins trois risques climatiques étaient identifiés, suivies par l'Île-de-France.

Dans un climat qui change, la gestion des crises qui se succèdent ne peut se réduire à des réponses ponctuelles, essentiellement réactives. Il est nécessaire d'adopter une logique préventive et d'utiliser les connaissances sur le changement climatique attendu au cours des prochaines décennies pour anticiper et se préparer. C'est le but de l'adaptation.

Introduite dans le rapport du GIEC en 2001, l'adaptation a d'abord été envisagée comme une réponse palliative à l'échec de l'atténuation, en lien avec la vulnérabilité, et largement réduite à une liste de mesures techniques. En 2014[215], le 5e rapport du GIEC introduit une approche dynamique et systémique[216]. **D'ajustement ponctuel à finalité essentiellement protectrice, l'adaptation devient transformationnelle et proactive. Cette vision ouvre la voie à des changements structurels à engager rapidement[217] pour répondre aux impacts en cours et futurs du changement climatique d'origine anthropique.**

4.1 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN FRANCE

4.1.1 DES RÉDUCTIONS D'ÉMISSIONS À RENFORCER

L'évolution des principales variables climatiques peut être évaluée à la fois dans leur comportement moyen et dans leurs valeurs extrêmes. Les études sur la détection et l'attribution des changements climatiques, des événements extrêmes et de leurs conséquences, permettent de déterminer si l'évolution statistique d'un type d'événement (probabilité d'observer des vagues de chaleurs, des épisodes de froid, des pluies intenses, etc.) est liée à la seule variabilité naturelle du climat ou au changement d'origine anthropique. Il est également possible de simuler les évolutions du climat à différents horizons temporels en fonction des scenarii d'émissions (cf. annexe 4.1 Événements extrêmes et changement climatique).

Le changement climatique est déjà observable. La hausse des températures moyennes en France atteint 1,7°C depuis 1900, avec une accentuation sensible du réchauffement au cours des trois dernières décennies.

Selon les régions, l'évolution des variables climatiques est plus ou moins accentuée. Les études montrent également un lien entre certains extrêmes et le changement d'origine anthropique. Ainsi, dans le climat actuel, la vague de chaleur de septembre 2020 a une durée de retour de l'ordre de 12 ans, alors que dans un climat non modifié, elle aurait été de l'ordre de 150 ans (soit

12 fois moins probable). Elle aurait aussi été moins chaude de 1,5°C. À l'horizon 2040, une telle vague de chaleur deviendra trois fois plus probable, avec une intensité augmentée de +1°C.

Le changement climatique d'origine anthropique a des conséquences sur l'intensité et la fréquence des extrêmes météorologiques et climatiques mais également sur la récurrence d'événements d'intensité moyenne, la date d'apparition des phénomènes et leur localisation. D'ici la fin du siècle, les vagues de chaleurs seront plus fréquentes, plus intenses, et étalées sur une période allant de mai à octobre. La fréquence des jours présentant un danger météorologique de feux de forêts augmente de façon constante, une saison propice aux incendies débutant au printemps et se terminant en automne, avec une progression vers le nord.

Les transformations du climat doivent en outre être envisagées dans leurs interactions, qui produisent des événements composites. Ainsi, le réchauffement implique une réduction du nombre de jours de gel, mais il induit également une floraison plus précoce. Le risque d'avoir des gelées au moment de la floraison, comme en avril 2021, augmente et avec lui, les dégâts sur la végétation et l'agriculture[218]. De même, les vagues de chaleur conjuguées à la sécheresse et aux vents accroissent les risques d'incendies.

Ces tendances vont se poursuivre en fonction du niveau de réchauffement. Ainsi, selon Météo-France[219], le nombre de jours de vagues de chaleur ou de canicules ou la durée des sécheresses, augmenterait avec une intensité dépendant fortement du scénario et de l'horizon temporel. En fin de siècle, le nombre de jours de vagues de chaleur pourrait doubler et ce dès 2050, avec tous les scénarios, mais être multiplié par un facteur 3 à 4 en RCP4.5 et 5 à 10 en RCP8.5[220]. En outre, les émissions passées de gaz à effet de serre affectent les composantes lentes du climat (océan, glaciers, calottes de glace), entraînant la poursuite inéluctable de l'élévation du niveau marin. Celle-ci est irréversible, mais son ampleur et sa vitesse dépendent des émissions de gaz à effet de serre et du réchauffement à venir.

Encadré 4.1

Les effets complexes du réchauffement climatique sur les précipitations en France[a]

À l'échelle planétaire, les projections sur les prochaines décennies montrent une hausse des précipitations dans les régions déjà humides, telles que la zone équatoriale ou l'Europe du Nord. Au contraire, les précipitations diminuent dans les régions les plus arides, telles que les déserts tropicaux ou le bassin méditerranéen. D'importantes disparités peuvent toutefois apparaître, liées notamment à la présence de relief.

Sur l'Europe de l'Ouest, les projections montrent bien un contraste entre le Nord où les précipitations augmentent et le Sud qui s'assèche. La localisation de la limite entre ces deux zones varie cependant d'un modèle à l'autre, induisant de larges incertitudes dans la bande de latitudes où se situe la France. Même à l'horizon 2100, et quel que soit le scénario d'émissions et donc le niveau de réchauffementconsidéré, les projections climatiques ne s'accordent pas sur le signe du changement des précipitations moyennes annuelles en France.

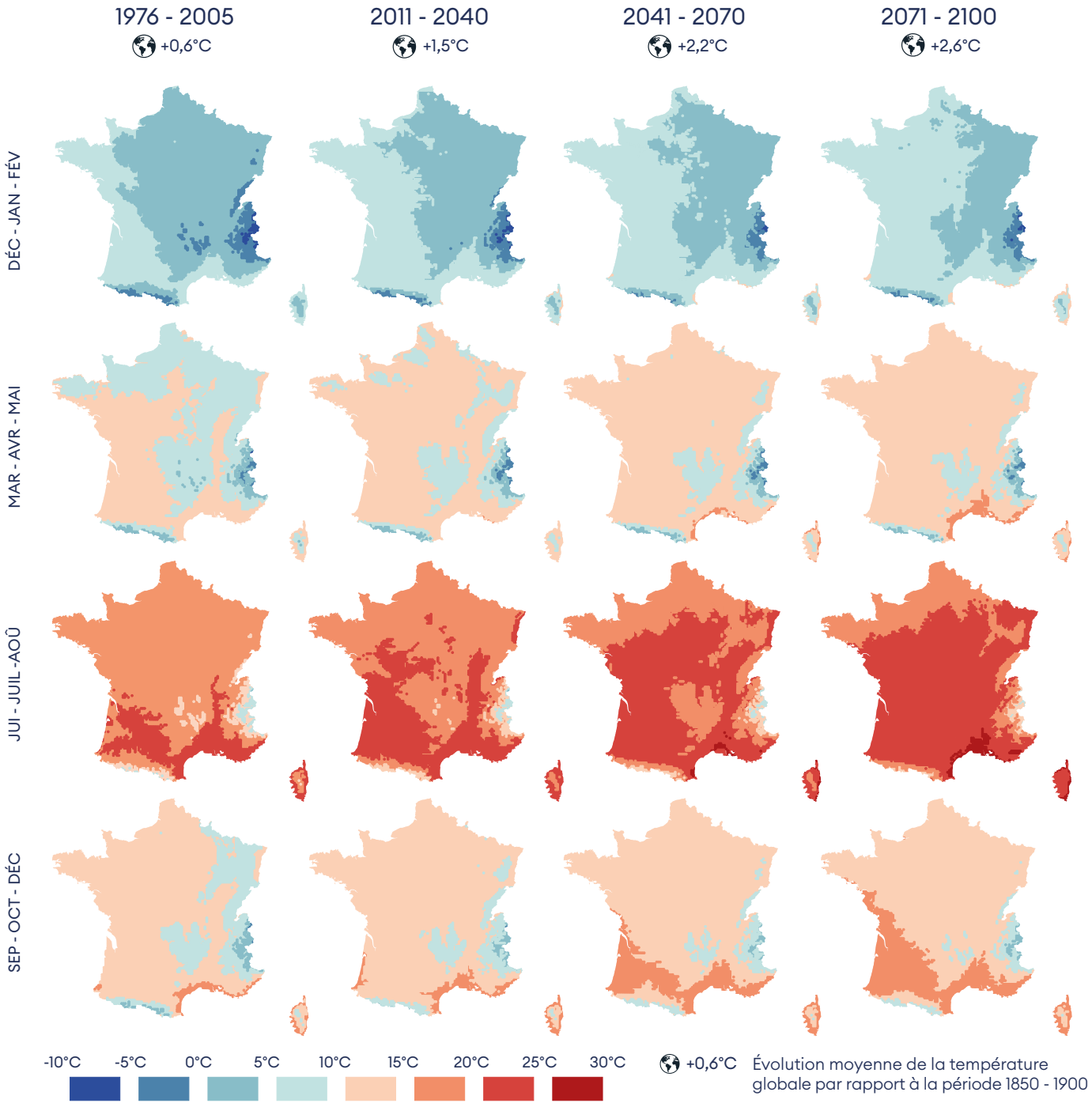
À l'échelle des saisons, certains éléments semblent tout de même se dégager, avec d'importantes répercussions sur l'ensemble du cycle de l'eau. En hiver, la plupart des projections suggèrent une augmentation des précipitations, marquée notamment sur le Nord-Est du pays, et qui devrait conduire à une hausse des débits hivernaux. À l'inverse, on s'attend à une baisse quasi systématique des précipitations en été. Cette baisse s'ajoute à un autre phénomène qui, lui, fait consensus au sein des modèles : l'augmentation de l'évapo-transpiration sous l'effet du réchauffement. Ainsi, il faudra dans tous les cas se préparer, d'une part, à des périodes d'étiages marqués et, d'autre part, à une intensification des sécheresses. Celles-ci pourraient être particulièrement sévères sur la moitié sud de la France. En montagne, les modifications de la couverture neigeuse vont avoir des conséquences sur les cours d'eau. De décembre à mars, le réchauffement se traduit par moins de neige et plus de pluie, menant à une augmentation des débits. De mars à juin, la diminution du stock nival conduit à une baisse du pic de fonte. De juillet à octobre, comme sur le reste du territoire, la baisse des précipitations cumulée au réchauffement entraîne une baisse des étiages.

Les projections soulignent aussi une accentuation des extrêmes. On constate déjà une augmentation de l'intensité et de la fréquence des événements pluvieux extrêmes sur le pourtour méditerranéen au cours des dernières décennies. Les projections confirment des tendances plutôt à la hausse, mais qui sont entachées de larges incertitudes, que les chercheurs travaillent actuellement à réduire.

a (Source : Météo France Climat HD **http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/le-climat-futur-en-franc**)

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR SAISON

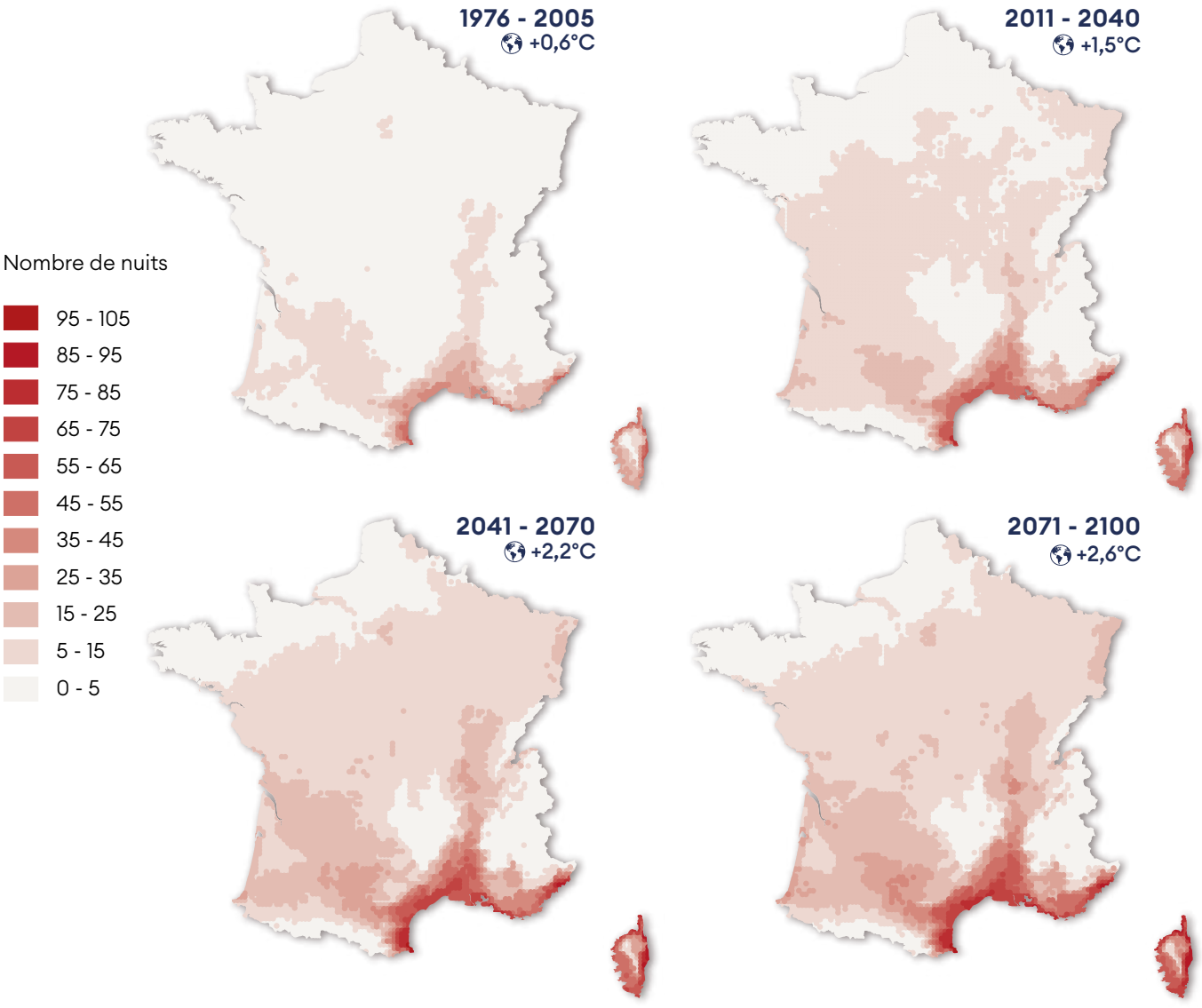
Le changement climatique est en marche. Le réchauffement des températures moyennes a progressé en toute saison, de façon plus prononcée en été et dans certaines régions. Le phénomène se poursuivra à l'avenir avec une intensité qui dépendra du réchauffement planétaire et donc des efforts d'atténuation. Les projections présentées correspondent à un scénario intermédiaire de réchauffement planétaire (2,6°C en fin de siècle) reflétant une action d'atténuation graduelle et impliquant des besoins d'adaptation croissants.



Source : Météo-France, @Gaëlle Sutton : médiane d'un ensemble de 10 projections climatiques pour le scénario d'émissions RCP4.5 (10 combinaisons de projections globales CMIP5 et régionales) sélectionnés parmi l'ensemble Euro-Cordex et corrigées de leur biais par la méthode ADAMONT à partir de l'analyse de données d'observation SAFRAN sur la période de référence 1976-2005.

NUITS AVEC TEMPÉRATURE MINIMALE SUPÉRIEURE À 20°C

Le réchauffement s'observe non seulement sur les températures moyennes et sur les maximales en journée mais aussi sur les minimales nocturnes. Les conséquences sanitaires de nuits au-dessus de 20°C plus nombreuses sont très importantes. L'organisme ne peut pas récupérer occasionnant une surmorbidité et une surmortalité chez les personnes vulnérables : personnes âgées, malades, sans abris, très jeunes enfants. Dans les villes, ce réchauffement nocturne est encore amplifié par l'effet d'îlot de chaleur urbain, qui peut cependant être réduit par des mesures d'adaptation adéquates (végétalisation, isolation, réduction de l'usage de la climatisation…).



Source : Météo-France, @Gaëlle Sutton : médiane d'un ensemble de 10 projections climatiques pour le scénario d'émissions RCP4.5 (10 combinaisons de projections globales CMIP5 et régionales) sélectionnés parmi l'ensemble Euro-Cordex et corrigées de leur biais par la méthode ADAMONT à partir de l'analyse de données d'observation SAFRAN sur la période de référence 1976-2005.

Lorsque les émissions mondiales anthropiques de CO_2 atteindront zéro net et que l'effet net des émissions non-CO_2 (autres gaz à effet de serre, aérosols) sera diminué, le niveau de réchauffement se stabilisera, et avec lui, ses conséquences immédiates. D'ici là, c'est l'augmentation du cumul des émissions anthropiques de CO_2 qui va piloter la poursuite de la hausse du niveau de réchauffement et ses multiples conséquences directes.

MESSAGES CLÉS

- Les caractéristiques du climat actuel (tendances, événements extrêmes ou à évolution lente) indiquent un changement par rapport aux décennies passées, en rupture avec la plage de variabilité naturelle du climat.
- L'évolution future du climat, et donc des impacts, dépendra de notre capacité à réduire les émissions de GES le plus rapidement possible.
- Quelles que soient les incertitudes, la mise en évidence de la causalité entre changement climatique d'origine anthropique et augmentation des risques demande d'élaborer, dès à présent, les politiques d'adaptation et de les mettre en œuvre.

4.1.2 LES IMPACTS D'UN CLIMAT QUI CHANGE

L'analyse des risques climatiques demande de regarder les évolutions dans la distribution des processus hydro-climatiques, qu'il s'agisse d'événements extrêmes à faible probabilité d'occurrence, qui ont un potentiel de destruction majeur, ou d'événements moyens ou faibles, mais dont la récurrence entraîne, par cumul, des pertes massives.

Les évolutions climatiques doivent aussi être mises en regard de l'occupation des sols. L'attractivité des littoraux ou de certaines vallées fluviales explique, par exemple, la forte exposition des habitations, infrastructures et entreprises au risque de submersion et d'inondation. Ces implantations peuvent évoluer en quelques décennies, en fonction des dynamiques démographiques ou économiques (vieillissement de la population, mobilités résidentielles, délocalisation/relocalisation/reconversion, etc.).

Le réchauffement climatique aura des conséquences sur les populations, par ses impacts sanitaires majeurs. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) l'identifie « *comme le plus grand risque, et la plus grande opportunité pour la santé publique du 21ème siècle* »[221]. Extrêmes climatiques et stress thermiques ont des effets directs sur les organismes vivants. La détérioration de la qualité de l'eau ou de la valeur nutritionnelle d'un certain nombre de productions agricoles auront potentiellement des impacts sur la santé. Plus largement, un climat qui change agira sur les voies de contaminations microbiennes, les maladies transmises par les vecteurs ou les rongeurs, les allergies, les maladies infectieuses, la santé mentale[222]. Tous les êtres vivants sont concernés. Le concept « *One health* » a d'ailleurs été développé dès les années 2000 pour rendre compte des interactions systémiques entre santé humaine, santé animale et santé des écosystèmes.

Au-delà des dimensions sanitaires, un climat qui change modifie les conditions de vie, les pratiques et les activités. En 2019, l'Organisation Internationale du Travail (OIT) indiquait que le réchauffement devrait se traduire par une augmentation du stress thermique au travail, nuisant à la productivité et causant des pertes économiques. Certains acteurs économiques, notamment les grands opérateurs de réseaux dits « critiques » (énergie, eau potable et assainissement, télécommunication, transports) commencent à intégrer les impacts du climat qui change à la fois sur leurs actifs et sur la continuité de leur activité[223]. L'épisode caniculaire de 2019 a aussi entravé la tenue des examens et des concours, et la continuité de la scolarité. Le risque d'inondation est également très préoccupant compte tenu du nombre d'établissements accueillant des enfants (crèches, écoles, collèges) qui y sont exposés[224]. La pratique du sport, les loisirs, la consommation, etc. seront aussi affectés.

Les conséquences d'un climat qui change se traduisent pour les surfaces terrestres par une dégradation en quantité et/ou en qualité des ressources en eau douce et en biodiversité. Les secteurs qui dépendent de ces ressources et, plus largement, des températures et des précipitations seront particulièrement affectés : agriculture, élevage et sylviculture, pêche et aquaculture, énergie, tourisme. Toutefois, c'est bien l'augmentation de la fréquence et/ou de l'intensité des extrêmes météorologiques et climatiques qui aura les conséquences les plus importantes sur ces mêmes activités[225].

IMPLICATIONS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE D'ORIGINE ANTHROPIQUE SUR PLUSIEURS ALÉAS CLIMATIQUE

Le changement climatique d'origine anthropique aggrave les aléas liés à l'érosion érosion côtière, aux submersions marines, à la durée et à l'intensité des vagues de chaleurs, à la baisse de débit des cours d'eau et au recul de l'enneigement. Des conditions propices aux incendies de forêt apparaissent dans le nord du pays. Des massifs forestiers jusque-là relativement épargnés sont menacés. Le débit des grands fleuves diminue, avec des risques d'étiages accrus.

Cyclones : réduction de la saison cyclonique, augmentation des précipitations associées aux cyclones, ralentissement de la vitesse de déplacement des cyclones (plus d'impacts) pour les Antilles ; nombre de systèmes dépressionnaires intenses ou très intenses constants ou en hausse, probable augmentation du maximum d'intensité cyclonique, augmentation des précipitations associées aux cyclones pour la Réunion.

Baisse de l'enneigement : baisse du nombre de jours où la neige est > 50cm.
Jours de bas débit : Augmentation du nombre de jour de bas débit : utilisation de la chaîne de modélisation SIM2 sur les données de projections climatiques atmosphériques ci-dessus (avec l'ensemble de modèles DRIAS 2020, sur le RCP4.5). Cet indicateur correspond au « nombre de jours de bas débit » calculé après avoir isolé une période d'un mois de bas débit et simulé l'évolution du nombre de jours par an où le débit est en dessous de ce seuil dans le futur. Une augmentation de ce nombre de jours signifie un allongement de la période d'étiage.

Vagues de chaleur : périodes où la température maximale est supérieure de plus 5° degrés à la normale (1976/2005) pendant 5 jours consécutifs

Source : Météo-France : médiane d'un ensemble de 10 projections climatiques pour le scénario d'émissions RCP4.5 (10 combinaisons de projections globales CMIP5 et régionales) sélectionnés parmi l'ensemble Euro-Cordex et corrigées de leur biais par la méthode ADAMONT à partir de l'analyse de données d'observation SAFRAN sur la période de référence 1976-2005.
Pour ce paramètre températures moyenne annuelles), les plages d'incertitudes sont (médiane, Q5, Q95):
2041-2070 : 12,3 [7,79 - 23,32]
2071 - 2100 : 13,85 [9,25 - 26,63]
Données érosion côtière : GéoLittoral/ CEREMA
http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/indicateur-national-de-l-erosion-cotiere-r473.html

Cyclones
Feux de forêts
Érosion côtière
Submersions marine
Baisse de l'enneigement (nombre de jour > 50cm)
Augmentation du nombre de jour de bas débit en ville
Extension vers le nord des conditions propices aux incendies

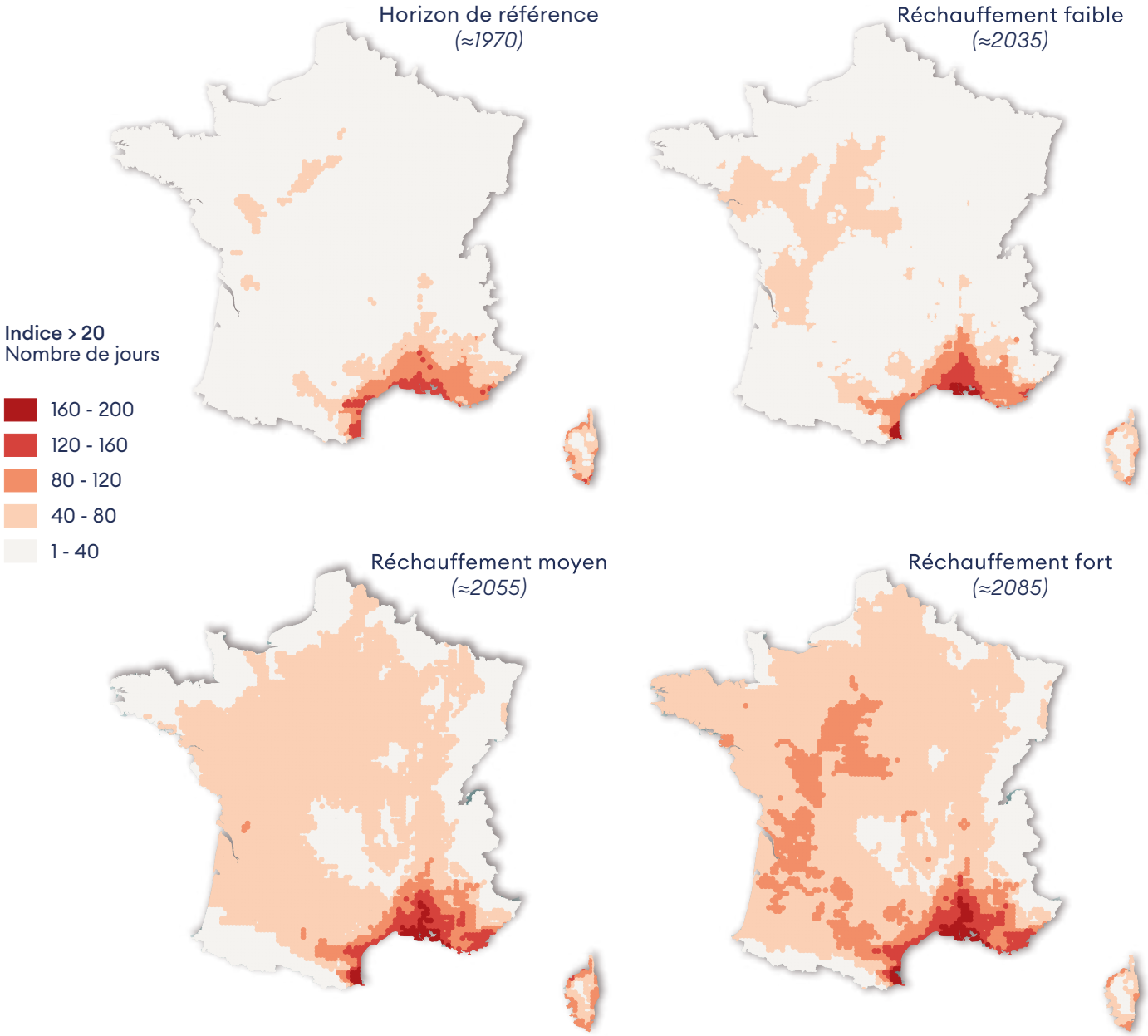
réf | 1976 - 2005 | 2041 - 2070 | h2

Vagues de chaleur (nombre de j. où la température max. est supérieure de 5°C à la normale, pendant 5 j. consécutifs)

Sources : Météo France, BD TOPO IGN, CEREMA, ©Gaëlle Sutton

CONDITIONS PROPICES AUX FEUX DE FORÊT

Le risque de feux de forêt dépend de nombreux facteurs météorologiques et humains. De façon certaine, le réchauffement climatique assèche la végétation ce qui favorise les départs de feu et augmente le combustible disponible une fois l'incendie déclaré. À l'avenir, le nombre de jours propices aux feux de forêts devrait augmenter, sur une période plus longue, et affecter des surfaces plus larges, s'étendant vers le nord. Les dommages se comptent alors en biens matériels détruits, en pertes d'activité économiqueet de loisirs mais aussi en pertes de biodiversité et, parfois, en vies humaines. Les nouvelles conditions climatiques questionnent également la résilience des écosystèmes après des incendies majeurs et donc l'évolution du puit de carbone forestier.

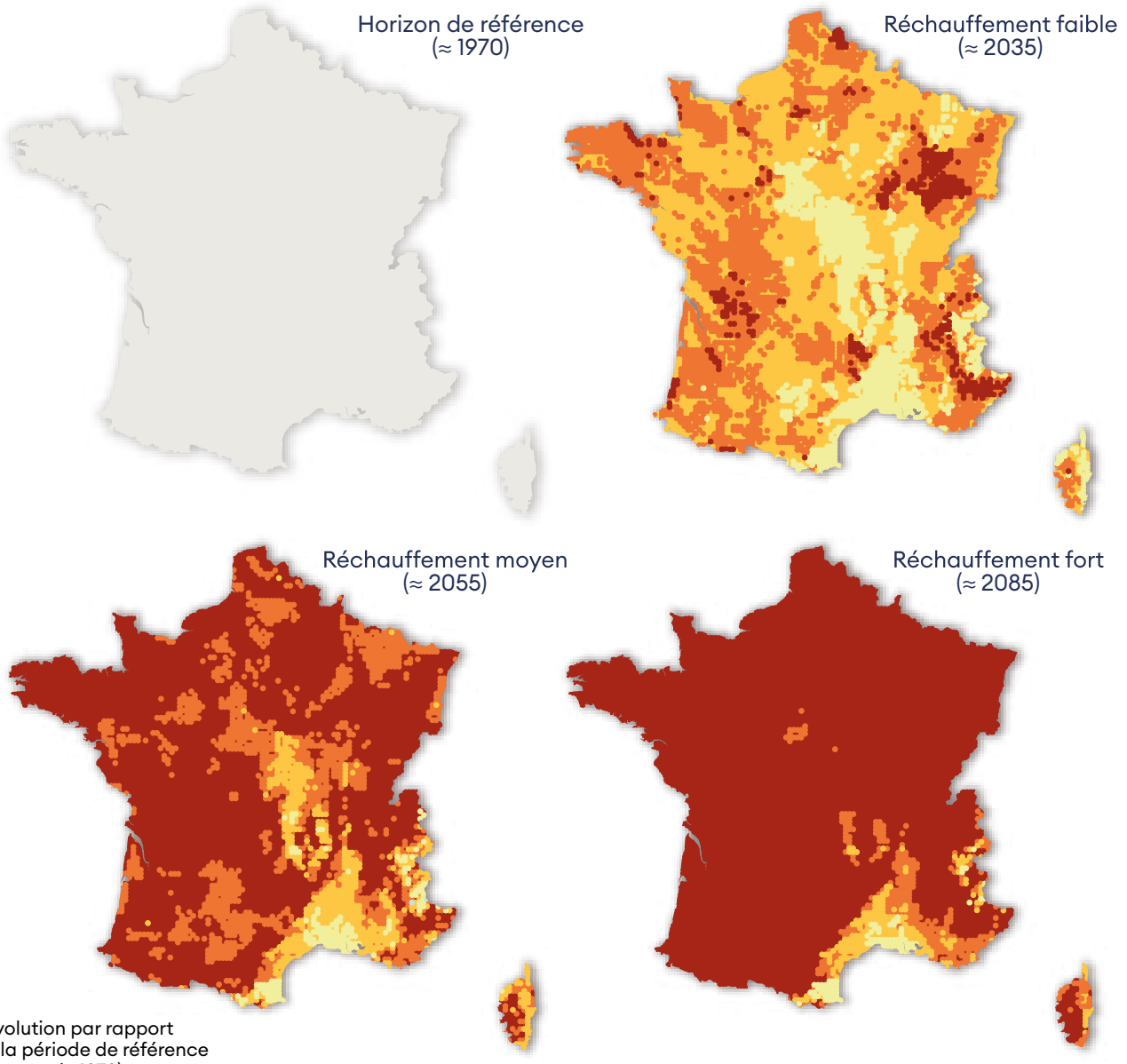


Source : Météo-France : scénario A1B, modèle CNRM ARPEGE-V4.6. L'indice feu météo (IFM) est calculé à partir des données météorologiques de température, humidité de l'air, vitesse du vent et précipitations.
Attention, selon les données du GIEC, en comparant les valeurs des SPM du AR4 et du AR5 rapportées sur l'année 2085, le scénario A1B utilisé pour cet indice feu météo est environ 0.8 °C plus chaud en 2100 que le scénario RCP4.5, utilisé pour les précédentes projections de températures moyennes par saison et de nuits avec minimales supérieures à 20°C. « Horizon proche (~2035) » correspond à un réchauffement planétaire autour des 1,5 °C, « Horizon moyen (~2055) » à un réchauffement planétaire de 2 °C et « Horizon lointain (~2085) » à + 3 °C : **https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/spmsspm-projections-of.html**

Sources : Météo France, ©Gaëlle Sutton

SÉCHERESSE DES SOLS

On distingue la sécheresse météorologique qui correspond à un déficit prolongé de précipitations, la sécheresse agricole qui correspond à un déficit en eau des sols superficiels qui altère le développement de la végétation, et la sécheresse hydrologique conduisant à des niveaux anormalement bas dans les cours d'eau et les nappes. En raison du réchauffement, on observe une augmentation continue des sécheresses du sol en moyenne annuelle sur tout le territoire, sauf là où les sols sont déjà très secs, c'est-à-dire sur le pourtour méditerranéen. En fin de siècle, le niveau annuel moyen correspondrait à un niveau extrêmement sec pour la période de référence 1961-1990. Les conséquences pour la biodiversité mais aussi pour l'agriculture sont très importantes, impliquant une adaptation transformationnelle des activités et de la gestion de la ressource en eau.



Sources : Météo France, ©Gaëlle Sutton

Source : Météo-France : scénario, intermédiaire A1B, modèle CERFACS - CNRM ARPEGE-V4.6. L'indice d'humidité des sols (Soil Wetness Index) caractérise le pourcentage d'eau des sols superficiels (entre 1 et 2 m de profondeur) disponible pour la végétation. Attention, selon les données du GIEC, en comparant les valeurs des SPM du AR4 et du AR5 rapportées sur l'année 2085, le scénario A1B utilisé pour cet indice de sècheresse des sols est environ 0.8 °C plus chaud en 2100 que le scénario RCP4.5, utilisé pour les précédentes projections de températures moyennes par saison et de nuits avec minimales supérieures à 20°C. « Horizon proche (~2035) » correspond à un réchauffement planétaire autour des 1,5 °C, « Horizon moyen (~2055) » à un réchauffement planétaire de 2 °C et « Horizon lointain (~2085) » à + 3 °C :
https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/spmsspm-projections-of.html

Les extrêmes affecteront également les biens et les infrastructures. Le patrimoine[226] culturel et historique ne sera pas non plus épargné. En plus des chocs brutaux (inondations, cyclones, grêle, canicules, feux de forêt, etc.), à l'origine de nombreux dommages matériels et d'importantes pertes d'exploitation, le stress thermique a des conséquences sur les infrastructures de transports (détérioration du revêtement des routes asphaltées, des caténaires, des pistes aéroportuaires) et les bâtiments. Le phénomène de sécheresse géotechnique – retrait-gonflement des argiles (RGA) – concerne environ 4,3 millions de maisons individuelles, construites dans des zones moyennement ou fortement exposées (soit 23 % de l'habitat individuel)[227]. Les infrastructures portuaires sont fortement menacées par la hausse du niveau de la mer et des températures, et les inondations. Les feux de forêts auront des impacts sur les couverts végétaux et les habitations, tout en mobilisant des forces de sécurité civile importantes. La simultanéité d'incendies majeurs sur le territoire national pourrait conduire à un dépassement des capacités de réponse.

Le changement climatique devrait enfin peser sur la stabilité financière[228]. Si les risques opérationnels semblent faibles dans le secteur bancaire ou assurantiel, le changement climatique pourrait entraîner des pertes financières « *qui se transmettraient à l'ensemble du secteur financier par la dépréciation de la valeur des placements financiers touchés (…) et pourraient déstabiliser le secteur bancaire* ». La perte de valeurs de certains actifs aurait aussi des effets directs sur l'activité économique (cf. annexe 4.2 L'augmentation de la sinistralité pour les risques hydro-climatiques à horizon 2050).

Les incertitudes sont encore importantes, qu'il s'agisse des scenarii locaux de changement climatique ou des trajectoires socio-économiques des territoires. Par exemple, l'évolution de l'érosion et des risques de submersion côtière va dépendre à la fois de la montée du niveau moyen des mers et de facteurs propres aux territoires et complexes à intégrer dans une prévision de risques locaux[229]. L'adaptation demande des méthodes de prise de décision intégrant les incertitudes relatives aux modes de développement territoriaux et aux évolutions des climats locaux. Étant donnés la densité et les modes d'occupation des zones à risque, notre inadaptation est patente. Les inondations dans les vallées de la Tinée et la Roya en 2019 ou les cyclones Irma, Maria et José en 2017 conduisant à envisager de possibles relocalisations en interrogeant l'habitabilité (cf. annexe 4.3 : L'habitabilité des territoires face au climat qui change) de certains territoires.

MESSAGES CLÉS

- Le changement climatique actuel et futur affecte aussi bien les individus que les entreprises, les secteurs économiques et les filières productives, les actifs financiers les écosystèmes, etc. Ses impacts opèrent à différentes échelles de temps et d'espace.
- Les politiques d'adaptation doivent se déployer sur l'ensemble des secteurs et intégrer plusieurs horizons temporels et échelons territoriaux.

4.1.3 AMÉLIORER LA CONNAISSANCE DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La connaissance des impacts d'un climat qui change demande de se doter d'outils robustes et fiables pour les identifier et les mesurer à différentes échelles temporelles et territoriales, en fonction des scenarii d'émissions. Il est nécessaire de développer et de préciser l'estimation des impacts, directs et indirects, pour mieux appréhender les effets sur l'emploi, les actifs financiers, l'évolution des prix du foncier. En mars 2021, le CEREMA, sur sollicitation de la DGEC, a lancé l'élaboration d'une méthodologie simple pour permettre aux collectivités en charge de l'élaboration des PCAET d'évaluer le coût actuel et futur de l'absence d'action face au changement climatique et orienter ainsi leurs stratégies d'adaptation. La caractérisation des impacts sociaux doit aussi être approfondie, les effets sur le bien-être mieux évalués. Enfin, les diagnostics doivent être territorialisés, pour alimenter la réflexion et l'anticipation aux différents échelons territoriaux. La démarche des hotspots pourrait être adaptée à la France[230].

Une fois acquises et consolidées, les données doivent être ouvertes, accessibles et largement diffusées, pour permettre l'information et la formation de l'ensemble des acteurs aux conséquences du changement climatique. Il existe déjà des « services climatiques », c'est-à-dire des données climatologiques mises à disposition du grand public, des communautés de recherche et des décideurs politiques et économiques[231].

Toutefois, le développement de services climatiques, quelle que soit l'échelle, implique de s'accorder sur un cadre commun mais aussi de co-construire les connaissances afin de fournir une information adaptée aux utilisateurs finaux[232]. Par ailleurs, les liens entre les événements climatiques et leurs impacts socio-économiques, d'une part, et ces impacts et les actions d'adaptation à mettre en œuvre, d'autre part, ne font pas l'object d'une communication suffisamment partagée et mobilisatrice. Le baromètre de l'ADEME de 2020 indique d'ailleurs que près de 40 % des personnes interrogées « *considèrent qu'on ne parle pas assez du changement climatique* ». Depuis 10 ans, ce chiffre oscille entre 34 et 46 %. Si entre 16 et 25 % des personnes selon les années trouvent que l'on parle trop du changement climatique, on observe que la

culture du risque climatique, qu'il s'agisse de compréhension des mécanismes, de connaissance des impacts ou d'appropriation des politiques publiques, est encore à développer. Enfin, les enquêtes d'opinion montrent que si la nécessité de l'adaptation est largement admise, une part importante des Français ne sait pas trop en quoi consiste cette adaptation. Ils confondent souvent mesures d'adaptation et d'atténuation[234] y compris chez les dirigeants d'entreprises, les élus locaux et les parlementaires (voir 4.3.4).

Le passage des connaissances scientifiques à l'action doit s'appuyer sur l'appropriation par tous les acteurs concernés – individus mais aussi entreprises, élus, administrations, etc. – des défis posés par l'adaptation, pour construire une « culture commune du risque climatique ». Ce constat était déjà celui du rapport Dantec et Roux[235], qui insistait sur l'importance de la sensibilisation, de l'éducation et de la formation et la nécessité d'« *envoyer sans tarder un signal politique fort sur le caractère prioritaire de l'adaptation* ».

Pour être efficace, la sensibilisation doit considérer l'ensemble des formes de prises en charge de l'information et de la communication : éducation, information préventive, médias, classe politique, dirigeants d'entreprises, etc. Il est aussi nécessaire d'éviter trois écueils : le fatalisme, l'illusion de la toute-puissance et celle d'une adaptation facile et sans limite.

Encadré 4.2

Les services climatiques en France et en Europe

Le PNACC2 a permis la mise en place d'un centre de ressource sur l'adaptation qui fournit des informations sur la réalité du changement climatique, ses enjeux et les solutions existantes pour cinq types d'utilisateurs : élu, technicien de collectivité, particulier, acteur économique, bureau d'études.

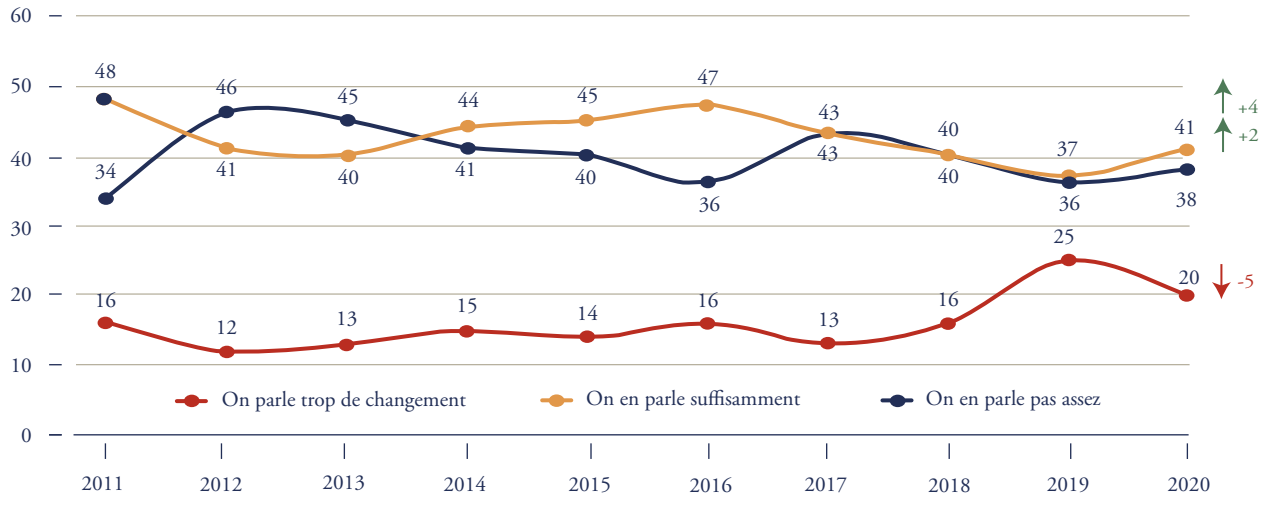
Les projections climatiques locales réalisées par les chercheurs français sont accessibles *via* :

- le portail DRIAS « les futurs du climat » : développé par Météo-France, il donne accès aux données régionalisées des projections climatiques les plus récentes produites par les laboratoires de recherche sur le climat en France (CERFACS, CNRM-GAME, IPSL),
- ClimatHD : une application grand public en ligne de Météo-France sur le changement climatique (températures, vagues de chaleurs, tempêtes, etc. à l'échelle nationale et régionale).

Au niveau européen, le service Copernicus 3CS[233] fournit également des données sur le climat passé et futur de l'Europe et du monde.

Figure 4.1 – La médiatisation **des enjeux climatiques**

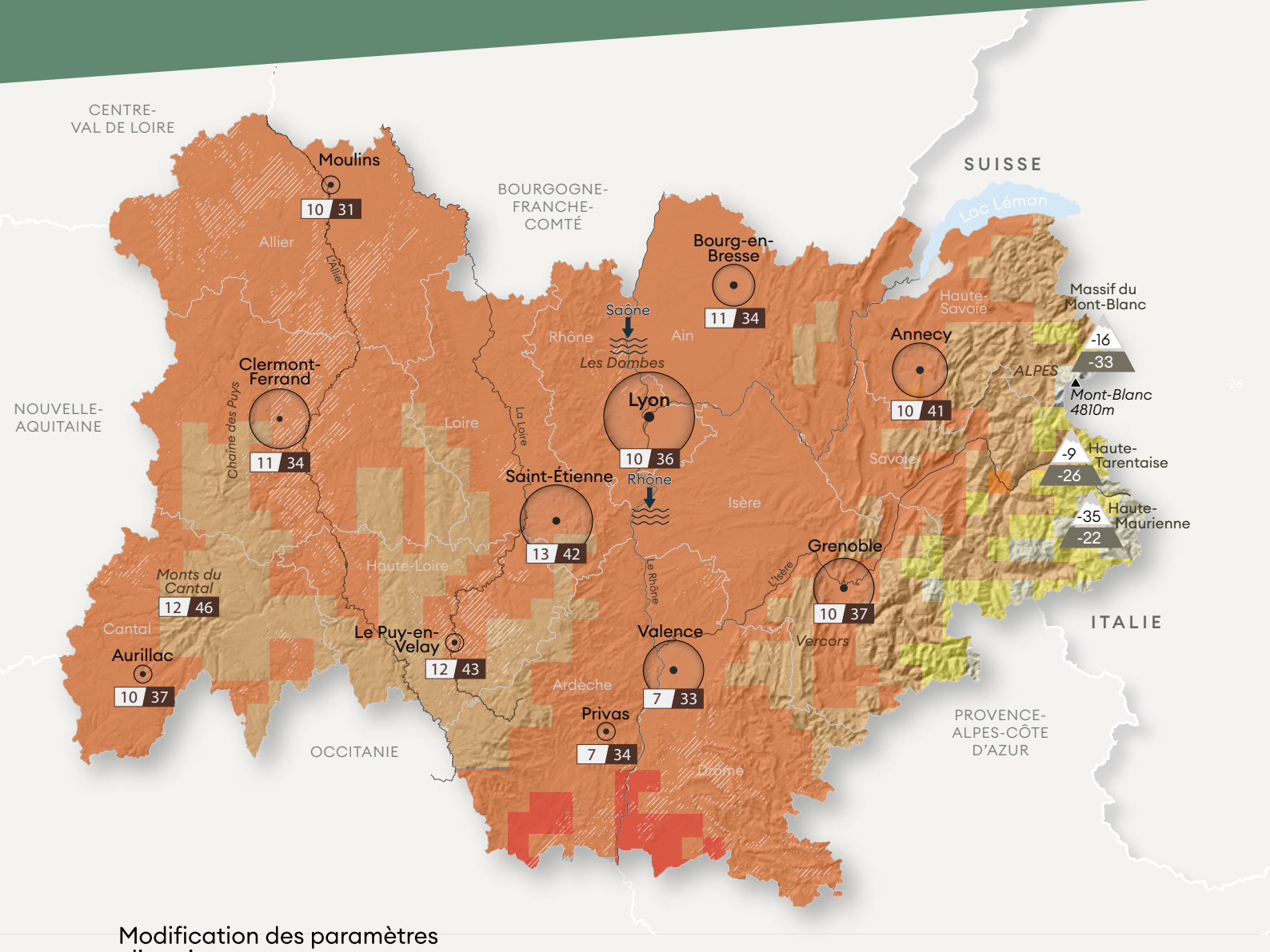
Aujourd'hui, on entend parler du rechauffement / changement clmimatique dans la presse ou à la télévision.
Selon vous, on parle trop du réchauffement / changement climatique, on en parle suffisamment, ou en parle pas assez ?



Source : données ADEME (« Représentations sociales du changement climatique », OpinionWay pour l'ADEME, 2014-2015-2016-2017-2018-2019), traitement HCC.

IMPLICATIONS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE D'ORIGINE ANTHROPIQUE SUR PLUSIEURS ALÉAS CLIMATIQUES
EN RÉGION AUVERGNE - RHÔNE - ALPES

Le changement climatique se traduit par une augmentation des températures moyennes annuelles, qui peuvent atteindre dans le sud 17C° et dépassent 10°C sur une grande partie de la région. L'exposition des écosystèmes et des populations est forte. Certaines agglomérations sont particulièrement touchées par les vagues de chaleur. Le retrait-gonflement des argiles est aggravé.



Modification des paramètres climatiques
(RCP 4.5 - H2 - 2041-2070)

0 25 50 km

Températures moyennes
- 15 - 17,1°C
- 10 - 15°C
- 5 - 10°C
- 2 - 5°C
- 0.4 - 2°C

Diminution de l'enneigement
Nombre de jours de neige
(> 50 cm de hauteur, massif entier)

-9 / -26 2100m alt. / 1500m alt.

Aléas hydro-climatiques
(RCP 4.5 - H2 - 2041-2070)

Vagues de chaleur
Nombre de jour par vague de chaleur

Période de référence	Horizon moyen
1976 - 2005	2041 - 2070

Retrait-gonflement des argiles

Augmentation des jours de bas débit

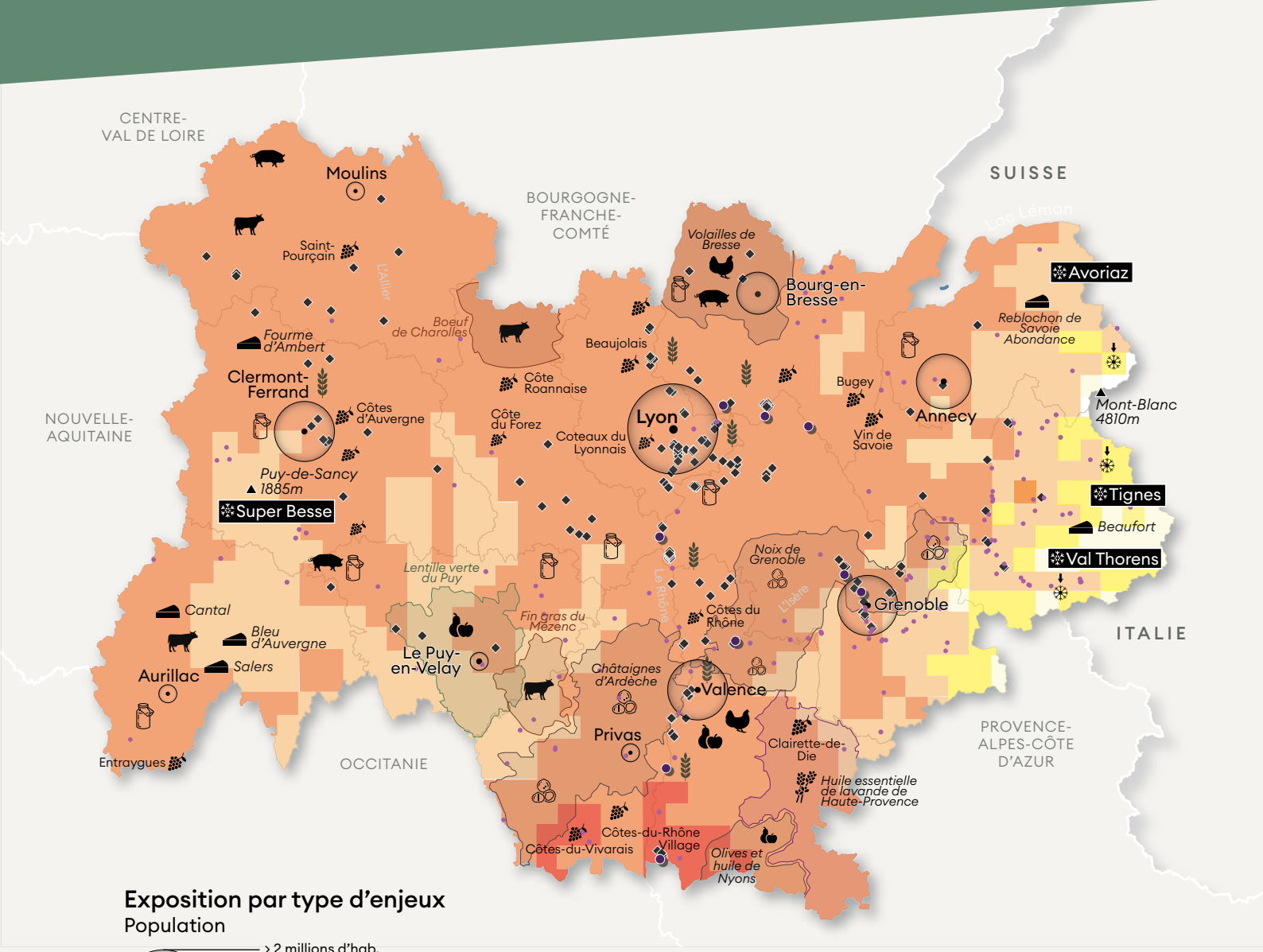
Population
- > 2 millions d'hab.
- 100 000 - < 2 mil. hab.
- 50 000 - 100 000 hab.
- 20 000 - 50 000 hab.
- < 20 000

Source : Météo-France : pour les paramètres atmosphériques, médiane d'un ensemble de 10 projections climatiques pour le scénario d'émissions RCP4.5 (10 combinaisons de projections globales CMIP5 et régionales) sélectionnés parmi l'ensemble Euro-Cordex et corrigées de leur biais par la méthode ADAMONT à partir de l'analyse de données d'observation SAFRAN sur la période de référence 1976-2005.

Sources : Météo France, DRIAS, BD TOPO IGN, ©Gaëlle Sutton, 2021

POPULATION ET ACTIVITÉS EXPOSÉES EN RÉGION AUVERGNE - RHÔNE - ALPES

Les activités agricoles, qu'il s'agisse d'élevage, fortement représenté avec des AOP, d'arboriculture ou de floriculture, sont sensibles à la chaleur et à ses conséquences. De nombreux vignobles classés sont menacés. L'industrie est aussi menacée fragilisée par les vagues de chaleurs et les étiages. Le tourisme de montagne est fortement touché par la réduction de l'enneigement.



Exposition par type d'enjeux

Population

- > 2 millions d'hab.
- 100 000 - < 2 mil. hab.
- 50 000 - 100 000 hab.
- 20 000 - 50 000 hab.
- < 20 000

Activités agricoles

Production de viande

- Bovins
- Volailles
- Porcs
- Lait
- Fromages
- Fruits à coques
- Vignes
- Vergers et légumes
- Blés
- Plantes à parfum

- Aires géographiques des AOP

Appellations

- Côtes d'Auvergne — Appellations viticoles
- Volailles de Bresse — AOP

Activités industrielles

Sites sensibles

- Sites Seveso
- Centrales nucléaires
- Centrales électriques
- Domaines skiables les plus fréquentés
- Diminution de l'enneigement

0 25 50 km

Températures moyennes

(RCP 4.5 - H2 - 2041-2070)

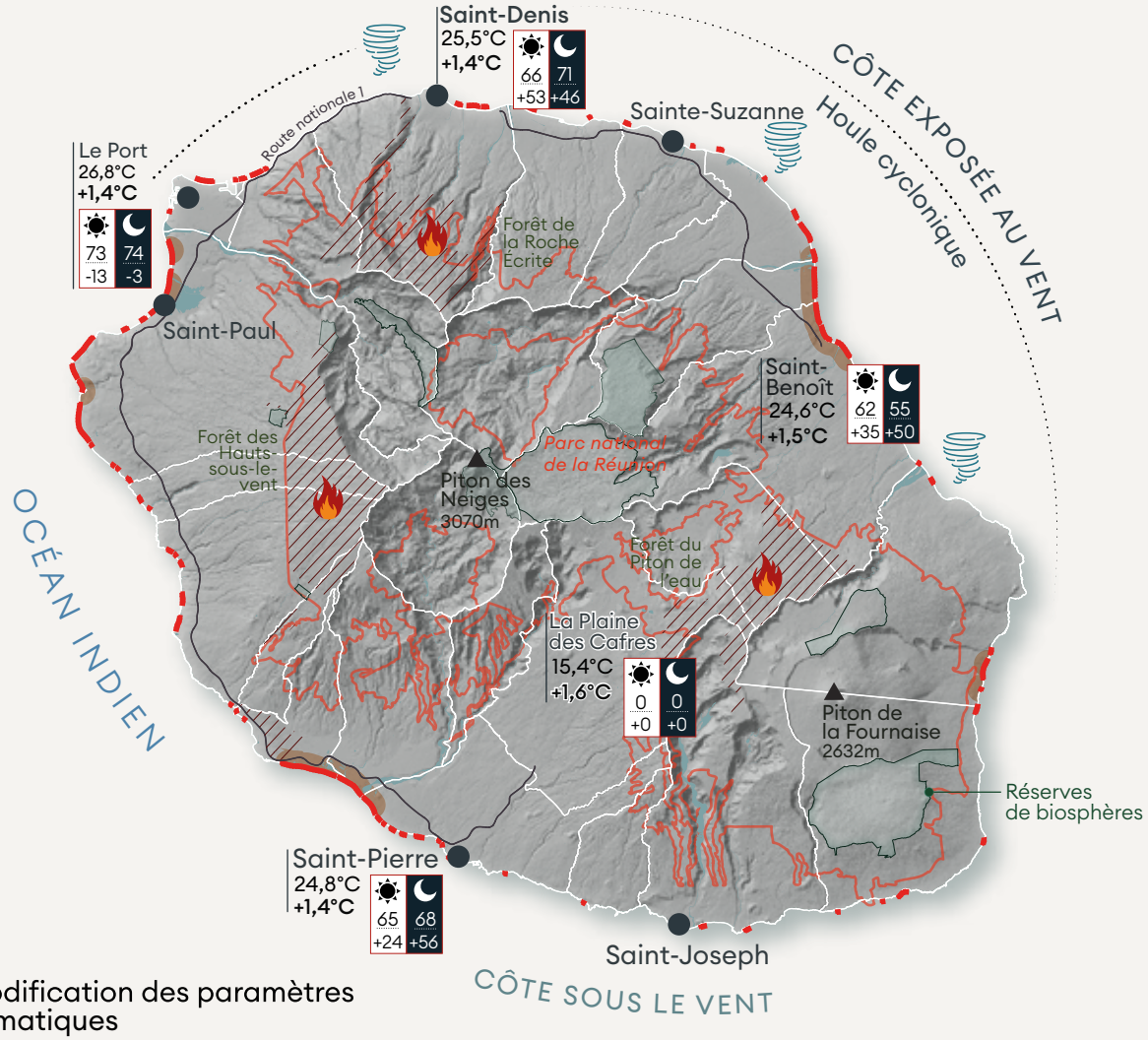
- 15 - 17,1°C
- 10 - 15°C
- 5 - 10°C
- 2 - 5°C
- 0.4 - 2°C

Source : Météo-France, @Gaëlle Sutton : pour les paramètres atmosphériques, médiane d'un ensemble de 10 projections climatiques pour le scénario d'émissions RCP4.5 (10 combinaisons de projections globales CMIP5 et régionales) sélectionnés parmi l'ensemble Euro-Cordex et corrigées de leur biais par la méthode ADAMONT à partir de l'analyse de données d'observation SAFRAN sur la période de référence 1976-2005.

Sources : Météo France, DRIAS, BD TOPO IGN, ©Gaëlle Sutton, 2021

ÉVOLUTION DES PARAMÈTRES HYDRO CLIMATIQUES SUR L'ÎLE DE LA RÉUNION

Le changement climatique d'origine anthropique dans les territoires ultra-marins vient s'ajouter à des vulnérabilités existantes déjà importantes.. L'exposition forte se conjugue avec le caractère insulaire et l'éloignement physique, qui posent problème en cas de crise majeure. À la Réunion, comme en métropole, les températures moyennes se réchauffent. L'évolution concernant les précipitations est plus incertaine. En revanche, l'île, comme dans les Antilles, est confrontée à des cyclones plus intenses.



Modification des paramètres climatiques

Évolution des températures moyennes

24,6°C — Température moyenne moyenne (2041-2070)

+1,5°C — Évolution de la température moyenne par rapport à la période de référence (1976-2005)

+53 — Évolution du nombre de jour ou de nuit par rapport à la période de référence (1976-2005)

Aléas hydro-climatiques

Vagues de chaleur

Scénario SSP245 - 2041-2070

Nombre de journées avec températures > 31°C

Nombre de nuits avec températures > 24°C

Aggravation probable de l'érosion côtière

Massifs forestiers exposés à de forts risques d'incendie

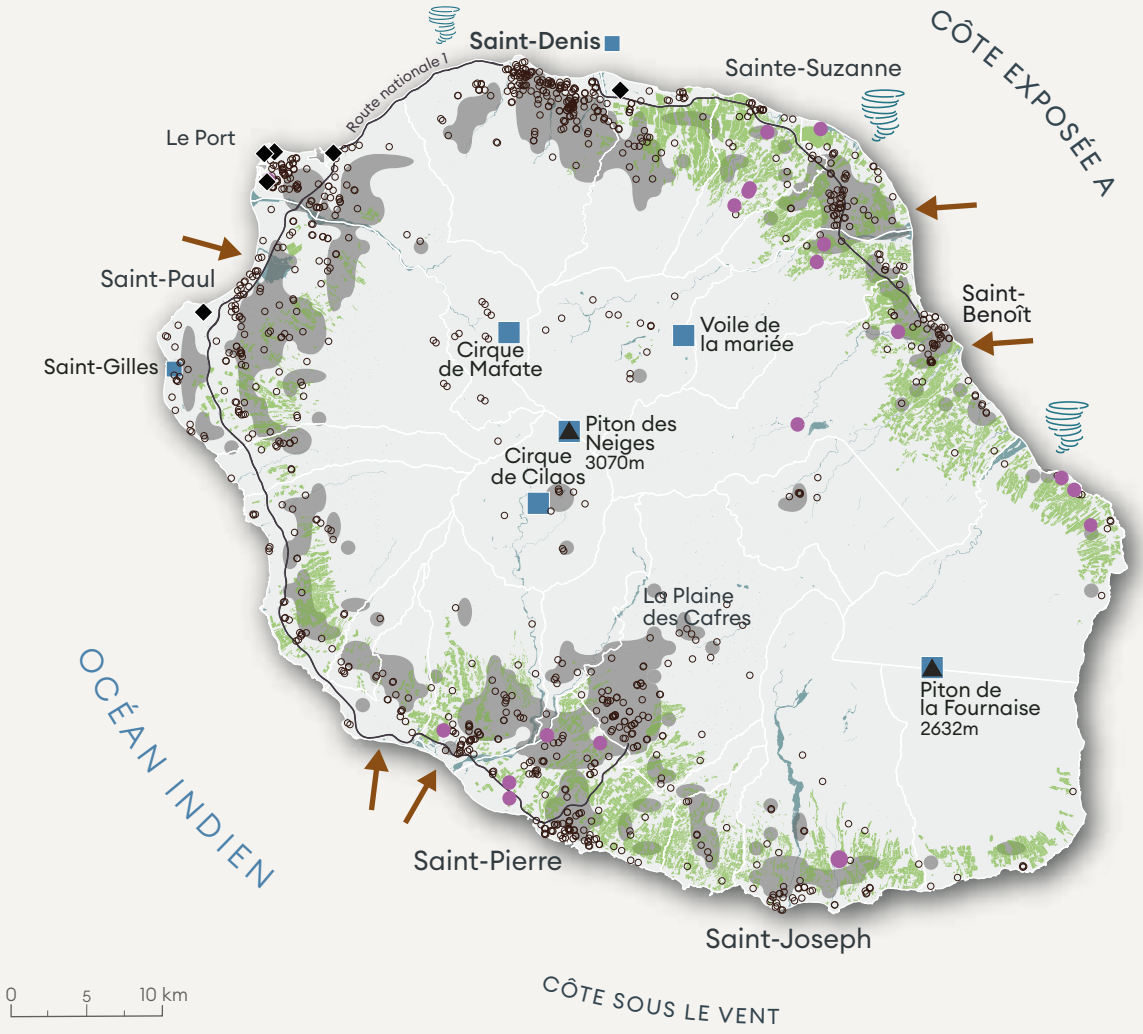
Zone exposée aux cyclones

Source : Météo-France, : pour les données atmosphériques : Scénario SSP245 ; Modèle RCM : CNRM-Aladin63 / GCM : CNRM-ESM2-1

Sources : Météo France, BD TOPO IGN 2021, Géorisques, DREAL Réunion, Géolittoral, ©Gaëlle Sutton.

POPULATION ET ACTIVITÉS EXPOSÉES SUR L'ÎLE DE LA RÉUNION

La concentration des populations et activités sur le littoral rend cet espace particulièrement vulnérable à des aléas liés à la mer, en particulier, au recul de trait de côte ou à des cyclones de forte intensité. Les modifications de la durée de la saison sèche et humide ont également des conséquences importantes sur la biodiversité et les activités agricoles. Enfin, il est nécessaire d'évoquer la vulnérabilité de certaines infrastructures (routes, usines électriques) et les incertitudes sur l'activité touristique.



Exposition par type d'enjeux

Population

Établissements recevant du public (ERP) vulnérable (2021)

- 89,9 % Enseignement primaire, secondaire et supérieur
- 5,4% Hôpitaux
- 2,5% Maisons de retraite
- 2,1% Structures d'accueil pour personnes handicapées

Zones densément peuplées

> 500 hab./km²

Activités agricoles

Cultures de cannes à sucre

Activités industrielles

Sites sensibles

- Centrales électriques
- Sites Seveso
- Lieux touristiques très fréquentés

Zones exposées à l'érosion côtière

Source : Météo-France, @Gaëlle Sutton : pour les données atmosphériques : Scénario SSP245 ; Modèle RCM : CNRM-Aladin63 / GCM : CNRM-ESM2-1

Sources : Météo France, BD TOPO IGN 2021, Géorisques, DREAL Réunion, Géolittoral, ©Gaëlle Sutton.

MESSAGES CLÉS

- Les perturbations induites par le changement climatique et leurs impacts doivent être mieux identifiés et évalués à l'échelle locale, y compris lorsqu'il s'agit d'événements composites.
- L'ensemble des leviers d'information et de communication doivent être activés pour créer une culture partagée du risque climatique.
- Un effort collectif doit être mené par les autorités publiques et les acteurs privés (notamment dans les entreprises) pour engager une dynamique d'appropriation des enjeux de l'adaptation par l'ensemble des parties prenantes.

4.2 L'ADAPTATION : RÉDUIRE LA VULNÉRABILITÉ FACE AUX IMPACTS ACTUELS ET À VENIR DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

En 2018, le rapport Dantec et Roux proposait de l'adaptation la définition suivante : « *L'adaptation a pour objectif de limiter les impacts négatifs du changement climatique sur la société et la nature et de tirer le meilleur parti des quelques opportunités qu'il pourrait offrir* ». Elle rejoint en partie celle du GIEC, à savoir une « *démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences. Pour les systèmes humains, il s'agit d'atténuer les effets préjudiciables et d'exploiter les effets bénéfiques. Pour les systèmes naturels, l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au climat attendu, ainsi qu'à ses conséquences* ».

4.2.1 L'ADAPTATION : RÉDUIRE LES RISQUES ET LES IMPACTS POTENTIELS

L'évolution des menaces induites par le changement climatique dépend très directement de la réussite de l'atténuation. Toutefois, les impacts peuvent aussi être réduits par la diminution de l'exposition et de la vulnérabilité. L'adaptation est ainsi pensée en référence à un ensemble de termes, directement issus du lexique de la prévention des risques : aléa, enjeu vulnérabilité, exposition et impact (cf. figure 4.2). L'augmentation des pertes, consécutive au changement cli-

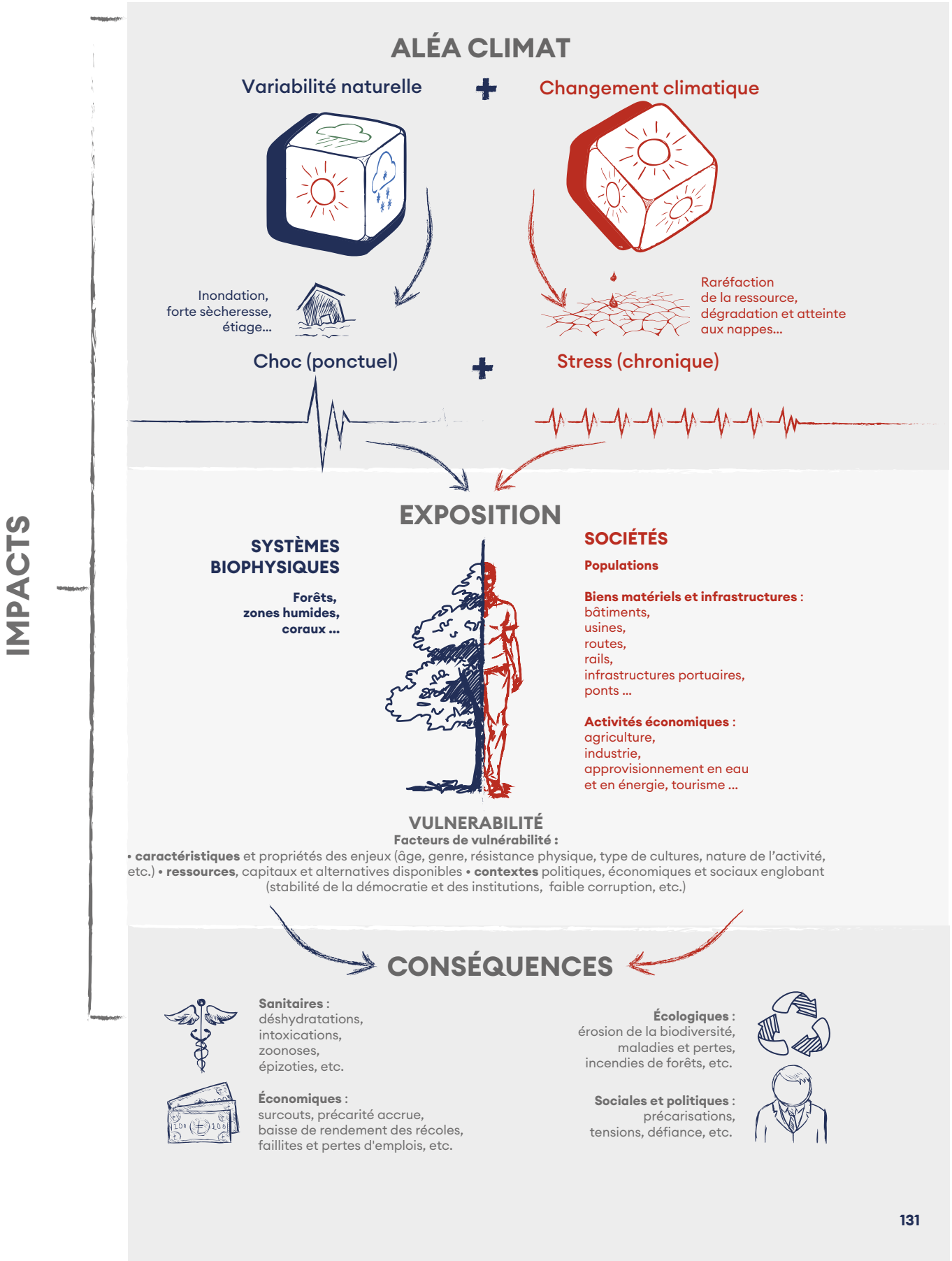
Encadré 4.3

Définitions des concepts liés à l'adaptation

- **Aléa :** événement brutal (choc) ou stress chronique, qui, lorsqu'il se produit, est susceptible d'entraîner des pertes et des dommages ou des bénéfices pour les éléments exposés (enjeux).
- **Exposition :** localisation d'un enjeu dans un espace soumis directement ou indirectement à un aléa.
- **Enjeu :** élément, entité, système, exposé directement ou indirectement au risque.
- **Vulnérabilité :** sensibilité à l'aléa, propension « à subir des dommages », à la fois liée à la fragilité biophysique intrinsèque à l'enjeu et/ou à l'incapacité à faire face.
- **Risque :** situation de danger découlant de l'exposition directe ou indirecte d'enjeux vulnérables à un aléa. Le risque est fonction de la nature, de l'intensité et de la probabilité d'occurrence de l'aléa, du degré d'exposition des enjeux et de leur vulnérabilité.
- **Impacts :** conséquences avérées d'un aléa sur les enjeux exposés et vulnérables. Les impacts peuvent être négatifs (coûts et pertes) ou positifs (bénéfices).

matique d'origine anthropique, résulte en effet de la conjugaison d'aléas qui se transforment, en intensité et en fréquence, et des dynamiques sociales, démographiques et économiques qui modifient l'exposition et la vulnérabilité (voir 4.1.1).

Figure 4.2 – Impacts - aléa, exposition, vulnérabilité - **illustrés sur la question de l'eau**



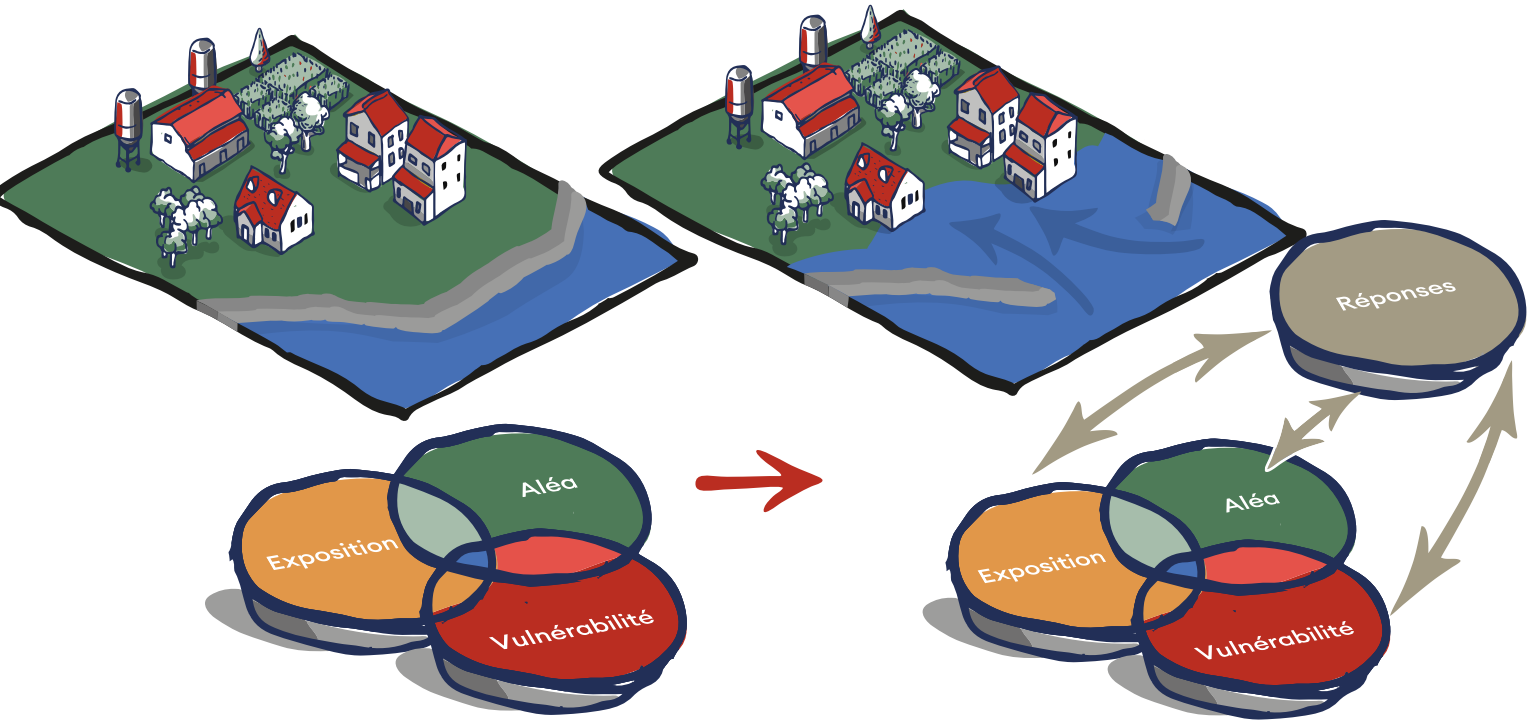
Si l'atténuation est indispensable pour agir sur l'intensité et la récurrence des aléas, l'adaptation ouvre un nouveau champ de possibles pour en limiter les impacts. Il existe en effet un large éventail de réponses pour réduire l'exposition et la vulnérabilité en amont et augmenter les capacités à faire face, à l'existant comme à l'avenir. Le risque climatique ne condamne pas à être une victime passive. Les mesures d'adaptation, réactives ou anticipatives, ponctuelles, graduelles ou systémiques, vont permettre de faire face à l'existence d'une menace et, le cas échéant, de l'occurrence d'un événement dommageable.

Le risque climatique est par conséquent dynamique. Aléa, vulnérabilité et exposition sont en évolution permanente et interagissent de manière systémique avec les réponses mises en œuvre pour y faire face (fig 4.9). Par exemple, les digues créent un sentiment de sécurité qui conduit souvent à une densification de l'occupation (augmentation de l'exposition) et un oubli du danger (augmentation de la vulnérabilité). Dans un climat qui change, les extrêmes augmentent : la digue peut être insuffisamment dimensionnée. En cas de surverse ou de rupture, la réponse offerte par la digue crée un aléa (submersion rapide). Le risque est donc augmenté par la réponse elle-même.

Lorsque les réponses augmentent le risque, on parle de maladaption. Le Giec définit ainsi « *toute mesure susceptible d'aggraver le risque de conséquences néfastes associées au climat (y compris par une hausse des émissions de gaz à effet de serre), d'accentuer la vulnérabilité face aux changements climatiques ou de dégrader les conditions de vie actuelles ou futures, ce résultat étant rarement intentionnel* ». Construire des digues contribue à l'émission des GES (*via* la fabrique très émissive de ciment), tout en créant potentiellement de nouveaux risques relatifs à l'écoulement des eaux fluviales et en retardant d'autres actions d'adaptation plus soutenables : restauration des zones humides et relocalisation d'activités par exemple[236].

Les effets de maladaptation plaident pour des solutions elles-mêmes adaptables, donc flexibles, grâce à une évaluation régulière de leur efficacité. Plus généralement, les dispositifs doivent être révisés pour intégrer les dynamiques des paramètres qui définissent le risque, les innovations technologiques et sociales, les nouvelles connaissances et la réduction des incertitudes.

Figure 4.3 – Intégrer les réponses **dans l'analyse de risque**



Source : D'après Nicholas P. Simpson, Katharine J. Mach, Andrew Constable, Jeremy Hess, Ryan Hogarth, Mark Howden, Judy Lawrence, Robert J. Lempert, Veruska Muccione, Brendan Mackey, Mark G. New, Brian O'Neill, Friederike Otto, Hans-O. Pörtner, Andy Reisinger, Debra Roberts, Daniela N. Schmidt, Sonia Seneviratne, Steven Strongin, Maarten van Aalst, Edmond Totin, Christopher H. Trisos, A framework for complex climate change risk assessment, One Earth, Volume 4, Issue 4, 2021, **https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590332221001792**

4.2.2 L'ADAPTATION AU SERVICE DE LA RÉSILIENCE : DE L'AJUSTEMENT INCRÉMENTAL À LA TRANSFORMATION STRUCTURELLE

L'adaptation repose sur les transformations que les individus, groupes sociaux, entreprises, systèmes sociaux-techniques ou socio-écologiques, administrations centrales et collectivités territoriales, engagent pour répondre à une perturbation.

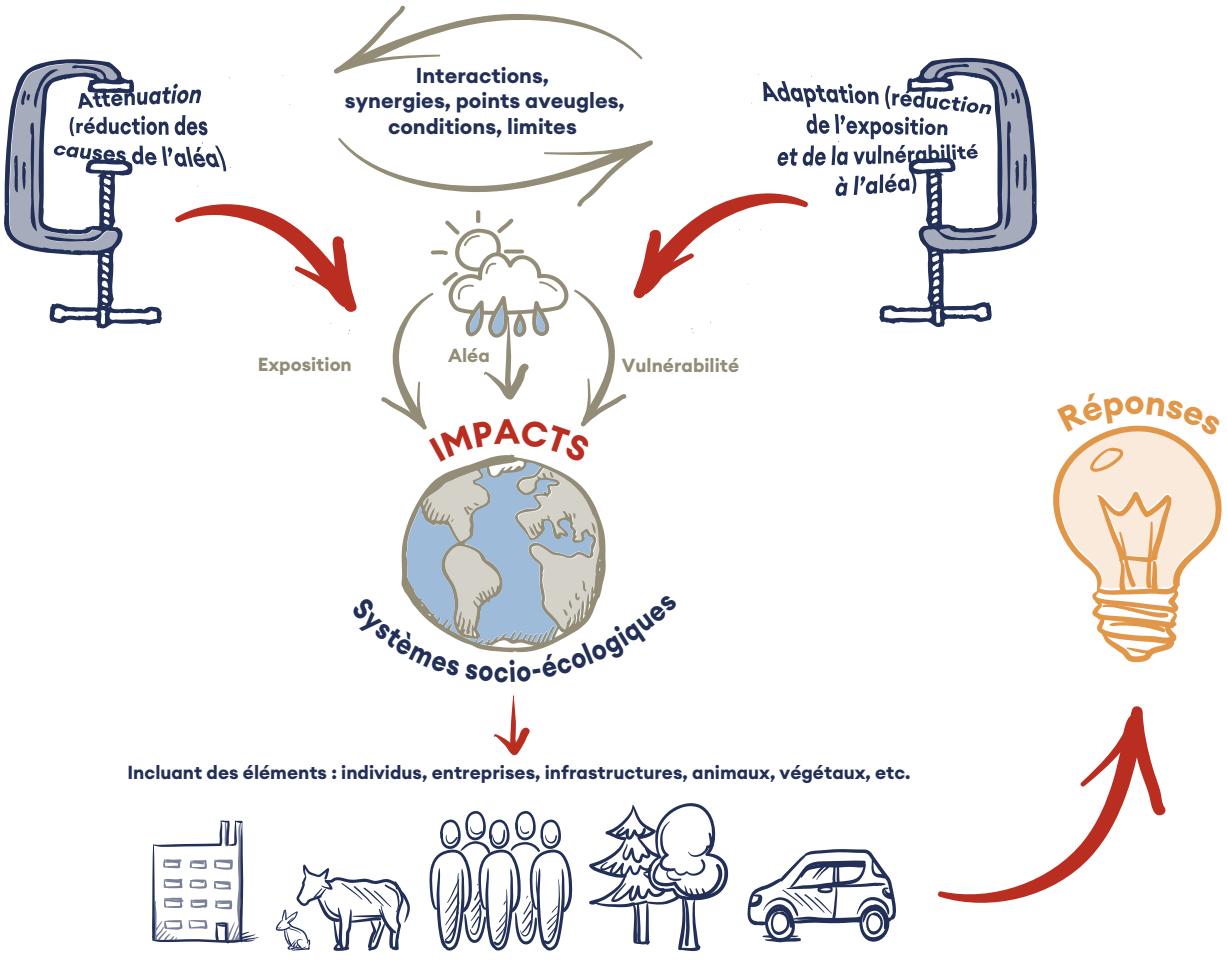
Ces réponses peuvent prendre plusieurs formes (cf. figure 4.3) :

- **L'adaptation incrémentale**, par actions ponctuelles et sectorielles, qui ne modifient pas fondamentalement le système ;
- **L'adaptation systémique, qui modifie le système au-delà de l'ajustement marginal, sans en changer toutefois la nature ou l'organisation fondamentale ;**
- **L'adaptation transformative**, reposant sur des transformations structurelles, qui changent la nature du système dans sa globalité et conduisent à sa bifurcation.

Ainsi, dans l'agriculture, il est possible de changer les dates de semis (incrémental). On peut aussi modifier les variétés et pratiques, en introduisant par exemple de l'agroécologie et de l'agroforesterie (systémique). Enfin, concevoir de nouveau les systèmes agricoles, en modifiant et relocalisant les productions est une adaptation transformationnelle[237].

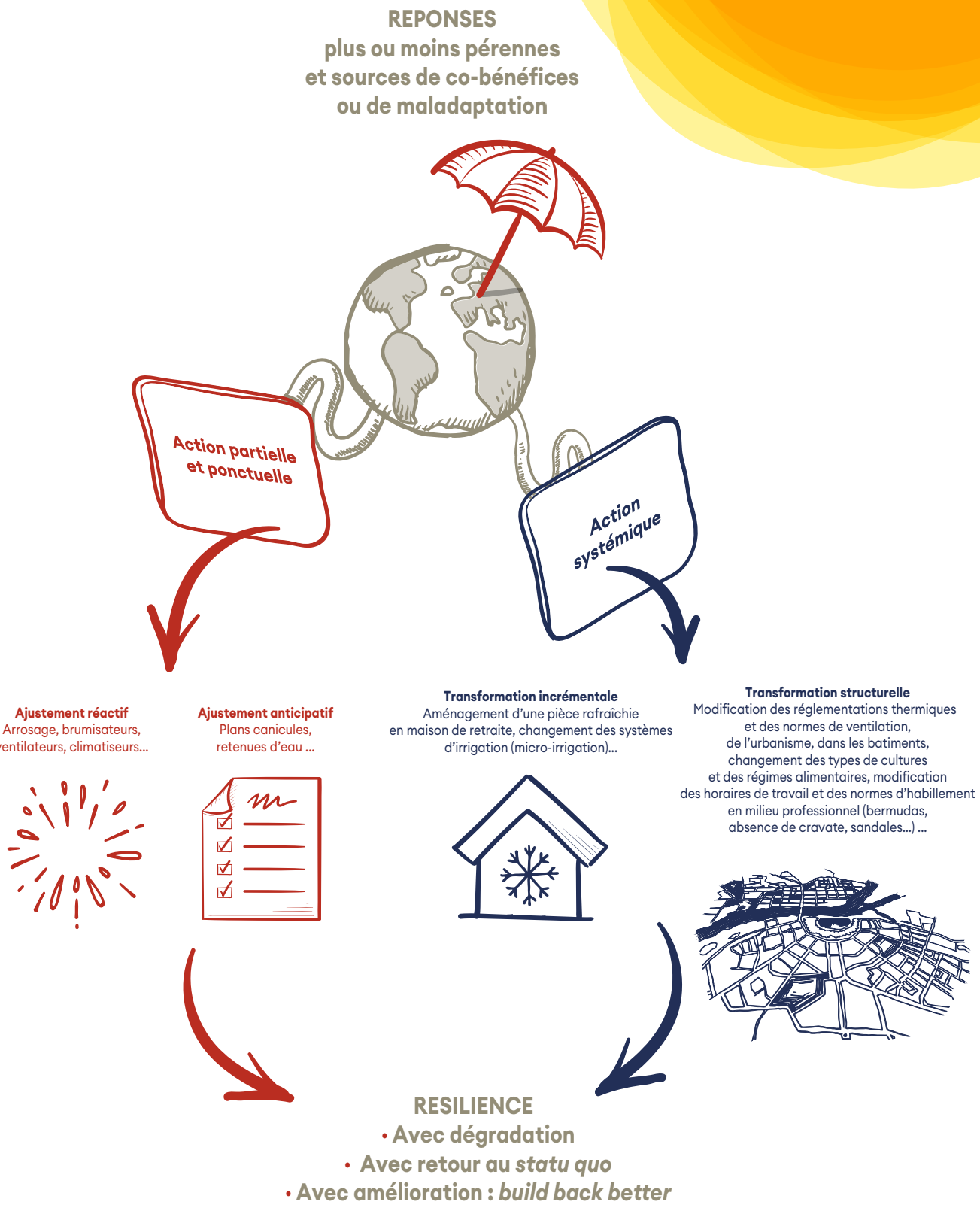
La succession graduelle des ajustements peut conduire à moyen et long terme à l'adaptation transformative[238]. L'adaptation incrémentale est souvent plus facile à mettre en œuvre et permet de mobiliser les acteurs du secteur concerné. L'adaptation transformative est cependant plus efficiente si l'on considère le coût croissant des dommages et/ou le coût plus élevé de mesures incrémentales amenées à être dépassées.

Figure 4.4 – Atténuation et adaptation :
deux réponses complémentaires face aux impacts du changement climatique



Source : Haut Conseil pour le Climat.

Figure 4.5 – Différents types de réponses
exemples en cas de vague de chaleur et sècheresse extrême)



Source : Haut Conseil pour le Climat.

Le premier défi de l'adaptation au changement climatique est de passer d'une réponse réactive, sectorielle et au cas par cas, à une logique systémique, proactive, préventive et anticipative. Développer la « capacité de réaction »[239] est important, mais il s'agit toujours d'une réponse *a posteriori*, pour surmonter une situation perturbée, sachant que la succession des chocs et des stress fragilise le système, augmentant sa vulnérabilité.

Second défi, l'adaptation doit conduire à la résilience du système considéré, sachant que la résilience n'est pas toujours synonyme d'amélioration (cf. figure 4.5). Le système peut en effet perdurer au prix de sa détérioration, voire de la disparition de certaines composantes. En revanche, les transformations engagées, qu'elles soient réactives ou anticipatives, renforcent les capacités de réponse. À l'inverse, le maintien du *statu quo* reproduit dans le temps les vulnérabilités, voire les augmente, ce qui fait perdurer le risque. La résilience à long terme repose par conséquent sur une adaptation transformative, possible source d'innovation et de bénéfices.

Vulnérabilité et exposition résultent des interactions complexes entre les caractéristiques de l'enjeu, les ressources, capitaux et alternatives à disposition et les contextes socio-économiques, politiques et environnementaux qui permettent d'accéder à ces ressources et de les utiliser (cf. figure 4.2). Les politiques d'adaptation peuvent alors œuvrer à trois niveaux :

- réduire les fragilités et la sensibilité et augmenter les facultés, aptitudes, compétences, qui permettront de faire face aux chocs et stress présents et futurs ;
- préserver et développer les ressources, capitaux et alternatives des parties prenantes ;
- transformer les conditions macro, sociales, économiques, politiques, pour garantir l'accès à ces ressources et traiter les causes profondes de la vulnérabilité (structures socio-économiques et politiques, héritages historiques et culturels, systèmes de valeurs et idéologiques dominants)[240]. C'est pourquoi les efforts d'adaptation ne peuvent pas reposer uniquement sur des acteurs isolés, individus, entreprises ou territoires. Tout comme pour l'atténuation, les organisations à l'échelle macro doivent évoluer.

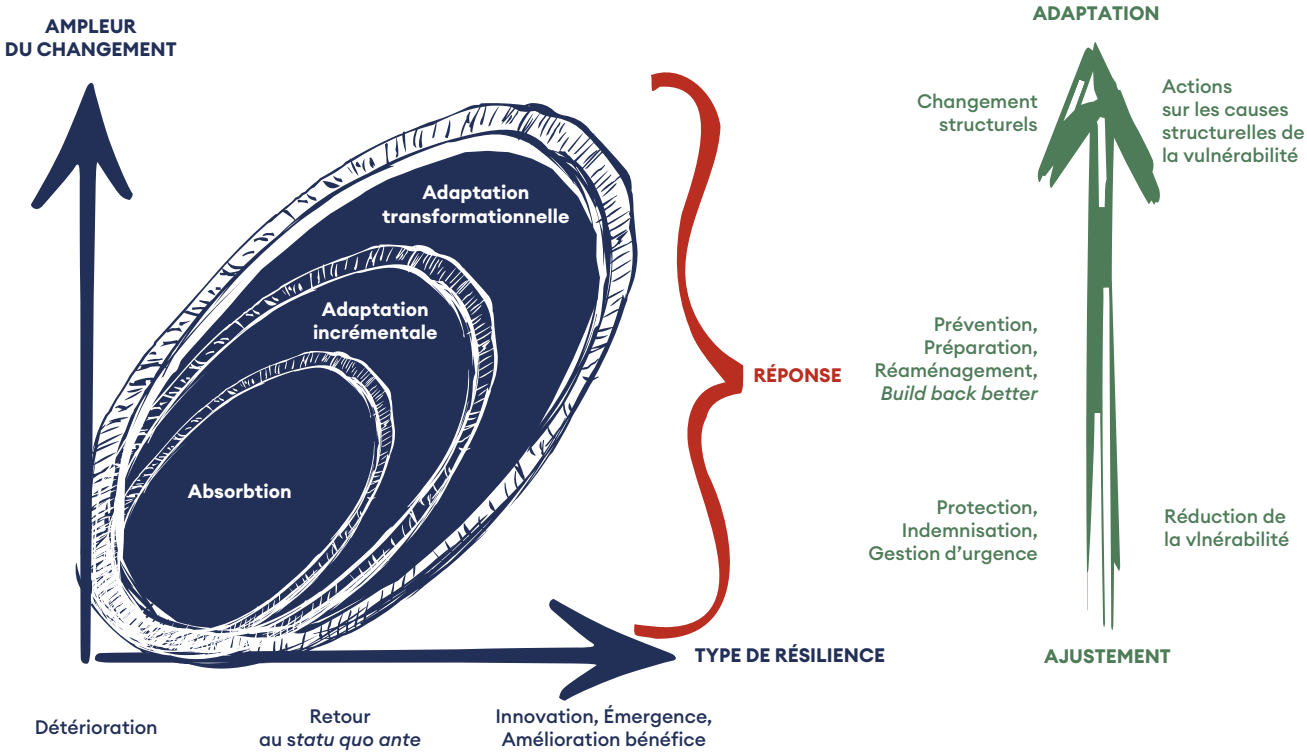
Reste à savoir ce qui, dans le processus de transformation, doit être maintenu tel quel. Du point de vue des sociétés, il y a résilience lorsque des fonctions, des identités, des valeurs fondamentales, sont préservées[241]. L'adaptation suppose donc des choix, des priorisations et des actions graduées dans le temps. À cet égard l'adaptation soulève un problème « *fondamentalement éthique, car son but est de protéger ce à quoi nous accordons de la valeur* »[242]. Elle est donc une question politique qui nécessite, dans une optique de transition juste, d'être abordée par des processus démocratiques les plus inclusifs possibles (cf. 4.2.4).

Encadré 4.4

Définitions des types d'adaptation

- **Adaptation :** processus et résultat d'un processus de transformation permettant de répondre à une perturbation et à ses conséquences.
- **Ajustement :** réponse, le plus souvent réactive, sur la base d'une transformation ponctuelle face à une perturbation donnée.
- **Adaptation incrémentale :** mesure qui préserve l'intégrité d'un système ou d'un processus à une échelle donnée.
- **Adaptation transformationnelle ou structurelle :** modification des attributs fondamentaux d'un système par une action sur les causes structurelles des impacts, de l'exposition et de la vulnérabilité. Elle correspond à une bifurcation du système.
- **Résilience :** processus et résultat du processus qui permet à un système de faire face à une perturbation (choc ou stress), de l'absorber, de maintenir tout ou partie de sa structure et de ses fonctions, de se relever et de reconstruire, si possible en tirant des leçons de l'expérience vécue.

Figure 4.6 – La résilience aux impacts du changement climatique :
de l'ajustement à l'adaptation transformationnelle



Source : d'après **https://www.itad.com/article/is-my-social-protection-programme-shock-responsive-or-adaptive/** et Reghezza et Rufat, 2019).

MESSAGES CLÉS

- L'adaptation repose sur une large gamme de réponses, allant de l'ajustement marginal aux changements structurels qui s'attaquent aux causes profondes de la vulnérabilité et de l'exposition.
- L'adaptation implique d'établir des priorités, de hiérarchiser les buts et donc d'opérer des choix collectifs, à tous les échelons territoriaux, et en se projetant sur plusieurs décennies pour inclure les intérêts des jeunes générations d'aujourd'hui.
- Les arbitrages doivent être effectués de la façon la plus éclairée, anticipée, transparente et démocratique possible.

4.2.3 ADAPTATION ET ATTÉNUATION, SYNERGIES ET COMPROMIS

L'adaptation semble toujours être le parent pauvre[243] des politiques climatiques en France et en Europe. Elle est relativement peu présente par rapport à l'atténuation dans les mobilisations politiques écologistes et plus largement, les débats et les politiques publiques. Historiquement, l'accent a été mis, et continue de l'être, sur l'atténuation, souvent au motif que l'adaptation signifierait l'échec de cette dernière[244].

Récemment et en raison des aspects sociaux relatifs aux inégalités de vulnérabilités au sein de la population, la thématique de l'adaptation commence à être reprise par les associations écologistes ou caritatives opérant en France.

Atténuation et adaptation sont toutes deux indispensables et complémentaires. Les risques climatiques vont en effet

dépendre du niveau de réchauffement, de l'exposition et des vulnérabilités propres à chaque contexte, donc des choix et de la mise en œuvre effective de l'atténuation et de l'adaptation.

Il n'est pas possible de continuer à émettre des GES aux mêmes niveaux, en pensant qu'il sera possible de s'adapter à n'importe quel niveau de changement climatique. Il existe en effet des seuils à partir desquels « *les objectifs d'un acteur (ou les besoins d'un système) ne peuvent éviter des risques et des pertes intolérables par la prise de mesures d'adaptation* »[245]. La littérature scientifique permettant d'établir à quels niveaux d'atténuation les limites de l'adaptation émergent est rare et souvent consacrée aux systèmes naturels[246]. Le rapport « SR 1.5 »[247] du GIEC montre cependant que chaque fraction de réchauffement supplémentaire implique des coûts plus élevés d'adaptation, avec des risques accrus de dépasser le seuil de tolérance. Le rapport « SRCCL »[248] du GIEC souligne également ces limites dans le secteur des terres et de la production agricole, en particulier à cause des effets croisés du changement climatique et de la dégradation des terres. Le rapport « SROCC »[249] conclut de son côté que l'échelle de temps pour la montée du niveau marin est très différente de celle de la prise de décision. Cette non-coïncidence des horizons temporels rend difficile l'anticipation et la réponse adéquate à des changements de long terme, qui vont pourtant affecter la récurrence et l'intensité d'événements extrêmes comme les submersions côtières.

Penser l'adaptation, c'est donc se placer dans un monde où l'atténuation n'est pas assez rapide, mais où elle évite de dépasser des limites au-delà desquelles les pertes et préjudices[250] deviennent insoutenables, en particulier pour les acteurs qui cumulent déjà aujourd'hui les vulnérabilités. Les impacts des changements climatiques seront d'autant moins supportables qu'ils conduisent à des conséquences irréversibles.

Les synergies entre atténuation et adaptation sont nombreuses :

- **Les efforts d'atténuation déterminent les capacités d'action pour l'atteinte de la neutralité carbone d'ici 2050 et la réduction des pertes et dommages.** Par exemple, si les forêts ne résistent pas à un climat futur trop chaud, les pertes se compteront en puits de carbone, en bois de chauffage ou de construction nécessaires à l'atténuation, mais aussi en « régulateurs » naturels du climat et en espaces de loisirs plus frais que les villes en été, nécessaires à l'adaptation. Le succès de l'atténuation accroît ainsi le champ des possibles pour la transition climatique. Moins le réchauffement est contenu, plus les options se réduisent et plus l'adaptation risque d'être brutale et insupportable pour les plus fragiles.

- **Atténuation et adaptation peuvent aller de pair.** La rénovation thermique des logements intégrant le confort d'été ou l'agroécologie permettent à la fois de réduire les émissions et de mieux résister aux vagues de chaleur. Végétaliser les espaces urbanisés, isoler les bâtiments avec des biomatériaux, recréer des zones humides sont des solutions « fondées sur la nature » (voir encadré 4.5) bénéfiques pour l'adaptation, mais aussi pour l'atténuation et la biodiversité.

Les interdépendances entre adaptation et atténuation ne signifient pas que leurs synergies soient systématiques, quels que soient l'action et l'horizon temporel. Il existe des antagonismes possibles et des actions partiellement et temporairement bénéfiques qui ne sont pas durables. L'exemple classique est celui de la climatisation, en ville, qui contribue à augmenter la température extérieure, tout en émettant des GES notamment en raison des fuites de gaz fluorés[251]. De même, installer des canons à neige dans les stations de sport d'hiver pour préserver l'activité touristique peut verrouiller les capacités ultérieures de transformation en réduisant les capacités d'investissement présentes et futures. Climatisation ou canons à neige correspondent à des ajustements ponctuels, fondés sur des solutions technologiques, qui peuvent éventuellement permettre de maintenir le *statu quo* et de gagner du temps par rapport à des transformations structurelles. Elles peuvent cependant être considérées comme des maladaptations coûteuses, susceptibles d'aggraver les conséquences néfastes liées au climat et d'accentuer la vulnérabilité ou de dégrader les conditions de vie actuelles et futures des populations dans leur ensemble ou de certains groupes en particulier[252].

Inversement, certaines actions pourraient être qualifiées de « mal-atténuation », parce qu'elles renforcent les vulnérabilités futures ou qu'elles n'ont pas été pensées dans le cadre d'un climat qui change. Par exemple, en cas de chaleur extrême, les rails, les caténaires ou les composés électroniques des réseaux ferrés peuvent être mis à mal[253], les pistes cyclables en bitume très foncé peuvent s'avérer peu propices à la pratique du vélo, le fonctionnement d'installations industrielles ou de production d'énergie au bord de cours d'eau peut être impacté par des étiages estivaux réduisant drastiquement la ressource disponible, etc.[254] L'adaptation demande donc de questionner les points aveugles des politiques d'atténuation et des trajectoires de réduction des émissions, dont celles définies par la SNBC : taille des puits de carbone (sols, forêts, prairies), rendements agricoles à cultures constantes, production d'électricité décarbonée, offre de transports ferrés, etc.

MESSAGES CLÉS

- Il existe de nombreux bénéfices à une atténuation ambitieuse et une adaptation efficace pour un développement durable. À l'inverse une action tardive conduirait à une escalade des coûts et des risques.
- Les synergies entre atténuation et adaptation sont nombreuses, mais pas automatiques. Il est nécessaire de les planifier de manière systémique, en anticipant leurs interactions pour engager les changements de trajectoire nécessaires. Ceci suppose, notamment, de mieux intégrer l'adaptation dans les prochaines versions de la SNBC.

4.2.4 L'ADAPTATION AU PRISME DE LA TRANSITION JUSTE

La répartition des efforts en considérant l'inégale vulnérabilité, mais aussi les inégales capacités d'adaptation, conditionne l'appropriation des enjeux climatiques et l'adhésion aux politiques climatiques des différents acteurs. Ceux-ci seront davantage enclins à engager les transformations structurelles nécessaires à partir du moment où les effets possiblement régressifs, mais aussi les bénéfices, seront explicités et discutés, et où des mesures d'accompagnement seront mises en œuvre.

La grille d'analyse des différentes dimensions de la transition juste élaborée en 2020 par le HCC dans son rapport annuel s'applique autant à l'adaptation qu'à l'atténuation. Il s'agit non seulement d'accompagner les mutations économiques, l'activité et l'emploi, mais aussi de conduire une transition inclusive, qui n'accroisse pas les inégalités socio-économiques, y compris trans-générationnelles, et ne dégrade pas la situation des plus fragiles ou des plus jeunes, sur lesquels pèserait la charge de l'adaptation et de l'atténuation[255]. Les politiques publiques doivent enfin être les plus transparentes et démocratique possible, tous les citoyens devant pouvoir faire porter leur voix.

Les enjeux de justice en matière l'adaptation sont particulièrement forts dans les domaines suivants :

- **Les liens entre inégalités, cumul d'inégalités socioéconomiques et territoriales et vulnérabilités aux impacts du changement climatique.** Si toute la population sera confrontée aux changements climatiques, certaines catégories (personnes âgées, malades, précaires, habitants du littoral, agriculteurs, etc. (voir 4.1.) seront particulièrement exposés ou vulnérables. Les politiques publiques doivent prendre en compte ces disparités.

- **La ligne de partage entre l'indemnisation des dommages et leur non-indemnisation mais aussi entre la prise de risque ou sa réduction.** L'indemnisation pour un retour à l'identique est contre-productive, l'exposition et la vulnérabilité étant maintenu en l'état. Si l'on raisonne en termes de « *Build back better* » (voir annexe 4.6 Le *build back better* ou comment transformer la catastrophe en occasion d'adaptation transformative), il reste à définir en quoi consiste ce « mieux » et quelles ressources sont mises à dispositions des assurés pour réduire effectivement le risque. Le choix entre relocalisation ou maintien sur site est tout sauf consensuel et appelle un débat démocratique, ne serait-ce que pour éviter les contentieux juridiques, qui allongent les délais et alourdissent la facture.

- **Le problème spécifique de la responsabilité morale et juridique de ceux qui sont exposés au risque doit être posé.** Cette question, bien connue du monde de l'assurance, concerne les asymétries d'information étudiées par l'économie sous le terme d'« aléa moral » et « sélection adverse ». L'aléa moral décrit une situation où un acteur adopte un comportement qui accroît son niveau d'exposition, sans que cela puisse être connu et contrôlé par celui qui couvre ce risque (assurance privée ou solidarité nationale). La sélection adverse caractérise le fait que les acteurs qui se savent peu exposés, ne vont pas se couvrir, contrairement à ceux qui se savent très exposés. Ce dernier problème peut être levé en cas d'obligation de couverture, permettant de fait, la mutualisation des risques et la fixation des primes à un niveau moyen. Ce problème économique est aussi une question politique et morale, relative à la solidarité entre personnes et territoires. Quels sont les dommages qui doivent ou non relever de la solidarité nationale dans un contexte de climat qui change ? Jusqu'où la connaissance des risques et/ou l'absence de mise en œuvre de mesures de prévention (voire l'exposition volontaire) justifient-ils la non-prise en charge collective, privée ou publique des dommages ? Peut-on moduler les primes d'assurance en fonction des efforts d'adaptation consentis par les assurés, dans l'agriculture notamment ?

- **Enfin, tous les dommages ne sont d'ores et déjà pas tous indemnisables (agriculture, bâtiments publics).** Le changement climatique à venir se traduira par des pertes et préjudices inévitables. Des territoires côtiers seront affectés de manière croissante et/ou vont disparaître[256]. Que faire des territoires qui ne seront plus ou très difficilement habitables (cf. encadré 4.1) ? Et des déplacés ? (cf. annexe 4.4 : Les régimes d'indemnisation face au changement climatique, un risque pour la transition juste).

Il est regrettable que le projet de loi portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets n'ait abordé aucune dimension de cette dernière, et notamment ces enjeux politiques, économiques et moraux face aux impacts du changement climatique. Au vu des conséquences actuelles et attendues d'un climat qui change sur le territoire français, et des choix à opérer entre ce qu'il faut absolument conserver, ce qu'il faut transformer et ce qui ne peut ou ne doit pas être préservé, il serait souhaitable que l'adaptation soit mise à l'agenda politique aux échelons national, régional et local, et que soient organisés, dès que possible, des débats publics, démocratiques et médiatisés, impliquant toutes les parties prenantes (citoyens, élus, acteurs économiques, etc.)

MESSAGES CLÉS

- Il est nécessaire d'anticiper les enjeux de transition juste en matière d'adaptation.
- Les pertes liées au changement climatiques seront encore plus difficilement soutenables pour les acteurs, activités et territoires qui cumulent déjà des fragilités préalables.
- Un débat collectif sur le cadre et les limites des politiques d'adaptation et d'indemnisation doit être organisé.

4.3 OUTILS ET GOUVERNANCE DE L'ADAPTATION

En 1992, la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) mentionnait conjointement l'atténuation et l'adaptation. Si les deux approches sont vues comme complémentaires, elles ont toujours été traitées opérationnellement de façon distincte[257].

En 2015, l'article 7 de l'accord de Paris[258] a fixé un objectif mondial en matière d'adaptation : renforcer la capacité d'adaptation et la résilience, réduire les vulnérabilités au changement climatique, « dans le contexte de l'objectif de température énoncé à l'article 2 ». L'accord de Paris a en outre reconnu que l'adaptation était « *un défi mondial qui se pose à tous, comportant des dimensions locales, infranationales, nationales, régionales et internationales.* »

4.3.1 LES INSTRUMENTS DES POLITIQUES D'ADAPTATION

La stratégie européenne d'adaptation

Le 24 février 2021, la Commission européenne a adopté sa nouvelle stratégie relative à l'adaptation au changement climatique : « Construire un avenir résilient face au changement climatique – une nouvelle stratégie de l'Union européenne relative à l'adaptation au changement climatique »[259]. Elle remplace la stratégie de 2013 et constitue le volet adaptation du « Pacte Vert ».

La nouvelle stratégie reconnaît les effets inévitables du changement climatique actuel et futur et fait de l'adaptation l'instrument de résilience au changement climatique d'ici 2050. Elle fixe quatre objectifs généraux : rendre l'adaptation plus intelligente, plus rapide, plus systémique, et intensifier l'action internationale. Elle définit aussi trois priorités transversales : l'intégration de l'adaptation dans la politique macro-budgétaire, les solutions d'adaptation fondées sur la nature et les mesures locales. Le texte présente enfin un ensemble d'engagements sur le soutien, la contribution ou l'action de l'UE et de la Commission.

La stratégie européenne 2021 ne définit pas de cibles, pas de contraintes et il n'y pas d'évaluation prévue au

niveau européen (cf. annexe 4.5 : La nouvelle stratégie d'adaptation de l'UE). C'est donc un document de politique publique essentiellement déclaratoire qui pose des principes d'action. La stratégie doit être révisée tous les cinq ans.

La stratégie européenne de 2021 insiste sur le fait que différentes trajectoires d'adaptation sont possibles[260]. En pratique, elle concentre ses actions sur la prévention et la gestion des risques, au détriment d'une approche véritablement transformative de l'adaptation. Cette dernière est limitée à la présentation d'une Mission Recherche et Innovation, devant se concrétiser par des démonstrateurs au niveau local.

Enfin, la notion d'« adaptation juste » émerge au niveau européen, sur le modèle de celle de la transition juste, avec l'appel à la mise en place d'un mécanisme d'adaptation juste dédié. La même pluralité d'objectifs est mise en avant : équité des efforts – notamment financiers, prise en compte des populations et territoires les plus vulnérables, inclusivité des débats, respect des obligations morales inscrites dans différents textes, assurance de l'adhésion des citoyens aux mesures climatiques. Partageant déjà cette ambition, certaines grandes villes européennes, dont Paris, ont rejoint le réseau mondial C40[261], dont le but est de construire des communautés sûres, équitables et résilientes dans un monde à 1.5 °C.

À l'échelon national : le PNACC2

En Europe, la France s'est dotée relativement tôt d'outils de planification de l'adaptation au changement climatique. La première stratégie nationale d'adaptation au changement climatique date de 2006. Elle fut suivie d'un plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC1) en 2011, révisé en 2018 pour aboutir au PNACC2 actuel. L'observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC), créé par la loi du 19 février 2001, compte aujourd'hui six permanents, au sein de la Direction Énergie et Climat du ministère de la Transition écologique.

Le PNACC 2 vise à atteindre une adaptation effective en métropole et dans les outre-mer à horizon 2050 pour une plage de température moyenne à la surface de la Terre entre 1,5°C et 2°C (en lien avec l'accord de Paris sur le climat). Il est structuré en six domaines et 58 actions. Celles-ci renvoient la plupart du temps à des objectifs, souvent généraux, qui ne sont pas déclinés en trajectoire. La coordination est opérée par l'ONERC.

L'ONERC dispose d'un outil de suivi numérique et effectue des synthèses qu'il rend publiques, ce qui est un élément positif. Le PNACC2 est aussi suivi par une commission spéciale du CNTE. Représentant la société civile, elle se réunit quatre fois par an et publie ses avis. En 2020, le CNTE saluait la transparence et la mise en ligne du centre de ressource sur l'adaptation mais insistait sur la nécessité d'accélérer et de mieux assurer l'articulation territoriale. Toutefois, l'ONERC ne dispose pas de données suffisantes sur l'adaptation des acteurs non liés avec l'État, notamment les acteurs économiques privés. De plus, faute d'objectifs précis et de métrique de l'adaptation, le suivi des actions déjà identifiées se limite trop souvent au décompte des actions en cours, sans évaluation de leur contribution relative à l'objectif lui-même.

De façon générale, les politiques de l'adaptation font l'objet d'une forte ouverture et collaboration avec les parties prenantes. Le PNACC 2 a été élaboré en co-construction *via* six groupes de travail réunissant 300 personnes regroupant État, collectivités locales syndicats, entreprises et ONG pendant un an de travail. Dès lors, les différences de précision et d'ambition des actions proposées reflètent les différences de maturités des acteurs sur chaque sujet. **La posture facilitatrice de l'État trouve ici ses limites.** Son impulsion reste nécessaire pour renforcer les ambitions et améliorer la qualité des plans, des indicateurs et des méthodes des acteurs, même si les problématiques de métriques de l'adaptation, la spécificité locale et la complexité des enjeux ne facilitent pas une telle normalisation.

Encadré 4.5

Outils et enjeux spécifiques aux entreprises

Pour les acteurs économiques, l'adaptation au changement climatique implique une réflexion sur les risques et les opportunités pour leurs propres activités (dont les procédés et les équipements) en incluant également les fournisseurs, sous-traitants, clients et financeurs ainsi que sur leurs obligations en tant qu'employeur.

Des progrès importants ont été réalisés au niveau des acteurs financiers. La vulnérabilité et l'adaptation sont inclus dans les obligations de reporting extra financier des investisseurs institutionnels prévues par l'article 173 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte de 2015

(LTECV)[262]. L'article 29 de la loi relative à l'énergie et au climat (LEC) de 2019[263] a élargi le reporting aux risques liés à la biodiversité et inclura les banques commerciales dans le périmètre de l'article 173. Toutefois, le bilan mené par la DG Trésor mi-2019 de l'application des dispositions du décret n°2015-1850 relatif au reporting extra-financier des investisseurs[264], indique que parmi « *les 48 acteurs les plus importants couverts par le bilan détaillé, 24 (50 %) publient sur l'ensemble des informations obligatoires requises par le décret d'application, 21 (44 %) le font mais de manière insuffisante au regard des dispositions obligatoires du décret, tandis que 3 (6 %) ne publient pas et n'expliquent pas pourquoi ils ne le font pas ce qui est pourtant requis par le décret.* » Par ailleurs, des progrès restaient à faire « *quant à la cohérence et l'harmonisation des indicateurs et méthodologies utilisés, en particulier sur la prise en compte des risques climatiques et la contribution aux objectifs de la transition énergétique et écologique* ».

Autres obligations légales, les entreprises sont, en tant qu'employeurs, responsables de la santé de leurs salariés[265], notamment en cas de forte chaleur. À cet égard, la loi ne fixe aucun seuil de température mais le code du travail prévoit certaines dispositions dont un approvisionnement en eau, un renouvellement suffisant de l'air et des pauses en local abrité. Par ailleurs, les horaires de travail peuvent être aménagés si l'entreprise le souhaite. Les Comités sociaux et économiques (CSE) ont un rôle important à jouer en la matière, qui est désormais renforcé par l'article 16 du projet de loi portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets[266]. Celui-ci inclut de nouvelles obligations d'information et de discussions au sein des (CSE) à la fois sur les conséquences du changement climatique sur l'entreprise mais aussi sur les impacts climatiques et environnementaux de ses activités.

Indépendamment des obligations légales, il s'agit, pour les acteurs économiques, comme pour les territoires, de réaliser un diagnostic de vulnérabilité, d'élaborer une stratégie et de la décliner en plan d'action. Afin de les accompagner dans cette tâche, les acteurs économiques disposent d'un « parcours » spécifique au sein du centre de ressources en ligne[267] où sont regroupés informations générales et documents spécifiques[268].

L'adaptation dans les territoires

Au niveau régional, la transition écologique et l'adaptation au changement climatique sont des thèmes transversaux déterminants des Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) de 2015. Ils concernent notamment la gestion économe des ressources et du foncier et la lutte contre la consommation d'espaces agricoles, naturels et forestiers (augmentation de 72 % des espaces artificialisés en France métropolitaine, entre 1982-2018 avec réduction de 7,7 % de la surface des terres agricoles[269]).

Au niveau infra-régional, les Plans climat air énergie territoriaux (PCAET) de 2016, en principe obligatoires pour toutes les intercommunalités de plus de 20 000 habitants, ont notamment pour objectifs de réduire les émissions de gaz à effet de serre du territoire et de l'adapter aux effets du changement climatique afin d'en diminuer la vulnérabilité. Un PCAET comprend notamment un diagnostic de la vulnérabilité du territoire intercommunal au changement climatique. En revanche, ce diagnostic n'est pas forcément suivi d'une stratégie avec objectifs chiffrés, d'un programme d'actions avec dispositif de suivi et d'évaluation. Le centre de ressource de l'ONERC[270], de l'ADEME, du Cerema et de Météo France mettent à disposition des modèles de cahier des charges, des guides d'analyse de la vulnérabilité socioéconomique, des principes pour la réalisation d'une stratégie d'adaptation pour les acteurs publics et privés. **Dans les faits, l'Assemblée des Communautés de France (AdCF) regroupant les élus de l'intercommunalité indique que 11 % des intercommunalités, obligées ou non, avaient un PCAET approuvé[271]. Les objectifs d'adaptation n'ont pour l'instant pas été évalués.**

La prise en compte des enjeux d'adaptation par les collectivités territoriale reste inégale. Certaines collectivités se sont engagées dans des démarches très actives. Dans le cadre du réseau *100 Resilient cities*, impulsé par la fondation

Rockefeller, la ville de Paris a ainsi adopté en 2017 une stratégie de résilience intégrant des problématiques d'adaptation aux changements climatiques. D'autres collectivités ont engagé des réflexions prospectives exemplaires sur les impacts et les vulnérabilités territoriales comme en Nouvelle Aquitaine dans le cadre du projet AcclimaTerra, mais aussi en Provence-Alpes-Côte d'Azur, Auvergne-Rhône-Alpes, Occitanie, Hauts-de-France, Bretagne. D'autres enfin ont déjà conduit des projets d'envergure en matière d'adaptation. Par exemple, le massif du Vercors s'est engagé dans une démarche de diversification pour pallier l'enneigement insuffisant.

MESSAGES CLÉS

- L'adaptation fait l'objet de stratégies et de plans, mais reste insuffisamment intégrée aux politiques publiques et aux outils réglementaires ou de planification.
- Elle exige un portage politique national ambitieux, pour fixer les grandes orientations, définir les horizons temporels, faciliter les arbitrages et mettre en place un suivi régulier des actions engagées.

4.3.2 LES ACTIONS D'ADAPTATION

L'adaptation relève d'abord de plusieurs champs d'action, qui font déjà l'objet de politiques publiques :

- La **gestion de crise et d'urgence**, qui doit répondre à des événements inédits par leur ampleur, leur durée, par leur extension spatiale et/ou la simultanéité des perturbations.
- la **prévention**, qui renvoie à l'ensemble des actions qui réduisent en amont la vulnérabilité (information, déplacement des personnes, activités, biens, renforcement du bâti et des réseaux, etc.).
- la **protection**, dans et hors temps de crise.
- la **préparation**, pour développer la capacité de réaction et la robustesse du système en cas de crise (plans de secours, plans de continuité d'activité, exercices, etc.).
- **l'anticipation du relèvement post-crise**, qui repose notamment sur l'indemnisation et la planification de la reconstruction dans une logique de *build back better* (cf. annexe 4 6 Le *build back better* ou comment transformer la catastrophe en occasion d'adaptation transformative).
- le **développement de la capacité d'apprentissage** (retours d'expérience et évaluation *ex post*).

D'autres actions portent sur les transformations incrémentales et structurelles au sein des territoires. Elles peuvent être mises en œuvre aussi bien par les acteurs publics, en particulier les collectivités territoriales, que par ceux des activités, filières, secteurs économiques (y compris les assureurs) ou les citoyens. On distingue ici deux types de mesures :

- **les actions dites « sans regret », qui restent pertinentes quels que soient le scénario climatique, ou les dynamiques sociales, économiques ou politiques.** Certaines d'entre elles permettent de conjuguer atténuation et adaptation, voire d'obtenir d'autres co-bénéfices (protection de la biodiversité, création de valeurs, augmentation du bien-être et réduction des inégalités, protection des plus vulnérables dont les SDF, etc.). Les solutions fondées sur la nature en sont des exemples (cf. encadré 4.5).
- **les ajustements ponctuels, pour limiter les pertes et dommages immédiats et/ou étaler dans le temps le coût des transformations structurelles.** Toutefois, des ouvrages de réduction des risques tels que des retenues d'eau peuvent permettre de maintenir un temps certaines activités, mais retardent d'autant les transformations ou les reconversions nécessaires, entrainent des conséquences néfastes pour les écosystèmes, le rechargement des nappes phréatiques et accroissent les étiages[272]. Ces dispositifs doivent être temporaires et réversibles. Ils restent très onéreux et appellent des études d'impacts précises pour évaluer leur rapport coût-bénéfice pour l'ensemble de la collectivité et des écosystèmes.

L'adaptation, comme l'atténuation, s'appuie sur une multiplicité d'instruments ou de leviers (cf. figure 4.7), qui doivent être mobilisés dans les projets de territoire et les stratégies d'aménagement. L'adaptation concerne en effet toutes les dimensions du territoire : matérielles (infrastructures, bâti, etc.), organisationnelles (organisations sociales, organisation des systèmes productifs, etc.), fonctionnelles (localisation et type d'activités) et identitaires (récits, histoire et projection, symboles). Aussi, les schémas directeurs, documents de planification et d'aménagement territoriaux sont-ils des instruments particulièrement efficaces pour décliner localement l'adaptation.

Encadré 4.6

Les solutions fondées sur la nature

Les solutions fondées sur la nature (SFN)[273] correspondent à des « *actions de protection, de gestion durable et de restauration des écosystèmes naturels ou artificialisés afin de répondre à des enjeux sociétaux de façon efficace et adaptative tout en produisant des bénéfices pour le bien-être humain et la biodiversité* ». Ces solutions s'appuient sur les services écosystémiques pour répondre aux impacts du changement climatique global mais aussi lutter contre les risques naturels, et plus largement, garantir la sécurité alimentaire, l'accès à l'eau potable, la santé, la viabilité des systèmes productifs agricoles ou industriels, etc. Parce que des écosystèmes résilients, fonctionnels et diversifiés fournissent de nombreux services écosystémiques, il existe des co-bénéfices majeurs entre la protection d'une biodiversité fortement menacée par le changement global et plus largement, par les activités humaines, et les défis de l'atténuation et de l'adaptation.

La gestion durable et la restauration des écosystèmes menacés est donc un levier d'action essentiel pour l'adaptation. Ainsi, en 2018, un rapport de l'UNESCO[274] pour le compte de l'ONU-Eau a démontré leur importance pour la gestion des eaux douces et potables. En outre, l'UICN[275] rappelait la même année que les écosystèmes « *ont pour particularité de s'adapter à un environnement lui-même en constante évolution* », ce qui est en totale cohérence avec les préconisations du GIEC sur les solutions sans regret.

Les SFN renvoient par exemple à une meilleure gestion des forêts, des zones humides, des sols et des sous-sols, des corridors écologiques, etc. Une attention particulière doit être portée aux espaces urbanisés : végétalisation, désimperméabilisation des surfaces, grand cycle de l'eau et circulation des eaux de surfaces vont dans le sens des SFN. L'agriculture et l'élevage jouent aussi un rôle majeur, à travers l'agro-écologie, l'agro-foresterie et la gestion des écosystèmes littoraux et maritimes.

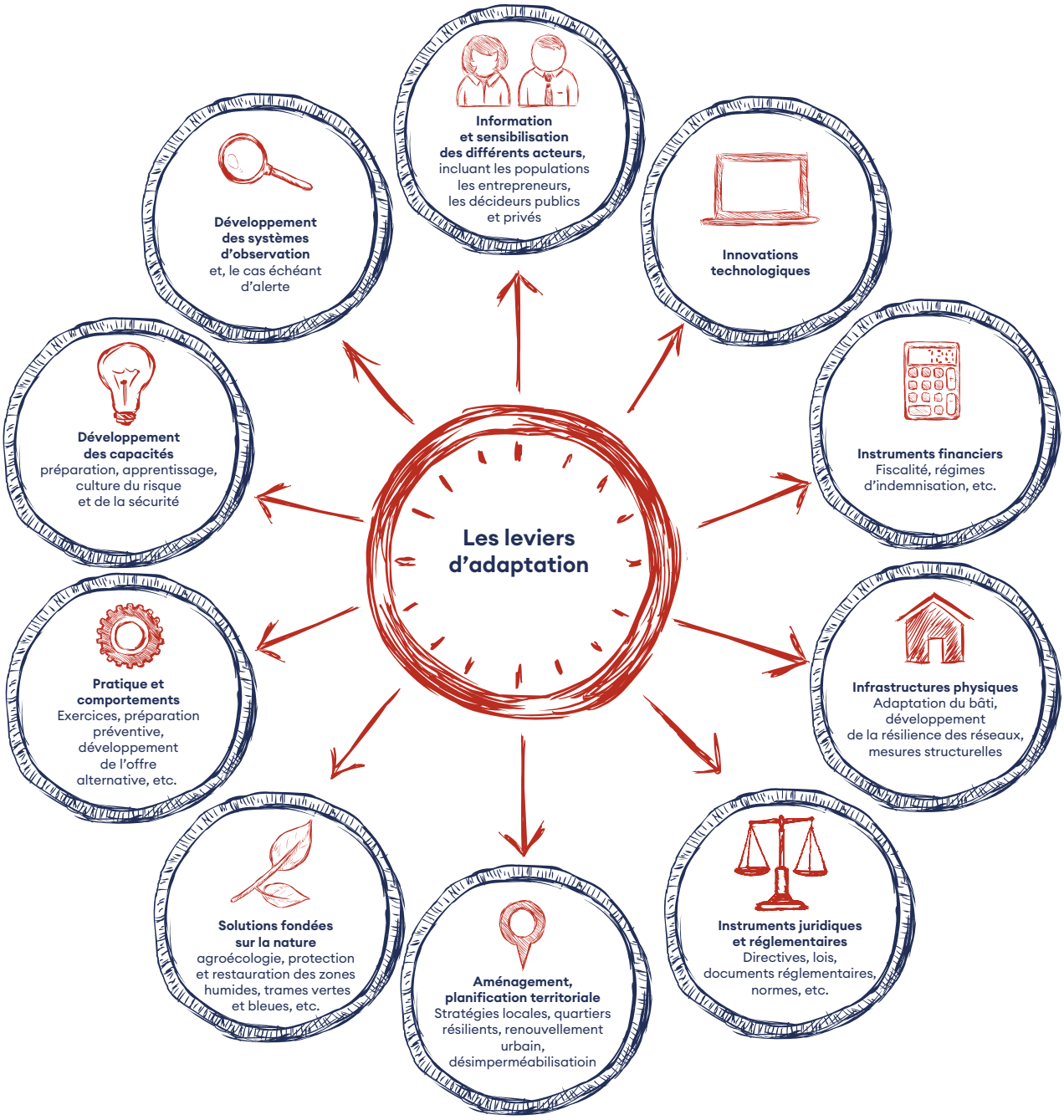
Dans un rapport très détaillé de 2019, l'ONERC[276] décrit l'état des connaissances et des politiques publiques, formulant une série de recommandations qui font écho aux préconisations du rapport des sénateurs Dantec et Roux.

L'IPBES et le GIEC ont également récemment produit une série de recommandation pour mieux lier biodiversité et atténuation et adaptation[277].

MESSAGES CLÉS

- L'adaptation incrémentale est déjà à l'œuvre dans les dispositifs actuels de prévention des risques, de protection et de gestion de crise et d'urgence. Ces actions doivent être évaluées, approfondies, mises en cohérence et accélérées au regard d'un climat qui change.
- Les dispositifs actuels d'adaptation sont insuffisants. Il est nécessaire d'engager des transformations structurelles.
- L'adaptation transformative doit s'inscrire dans des stratégies d'aménagement du territoire, déclinées à plusieurs échelles. Le lien entre aménagement et adaptation est insuffisamment mobilisé, alors que la planification territoriale repose sur une perspective systémique et dynamique.

Figure 4.7 – Les différents instruments **de l'adaptation**



Source : D'après : Biagini, B., Bierbaum, R., Stults, M., Dobardzic, S., McNeeley, S.M. (2014). A typology of adaptation actions: A global look at climate adaptation actions financed through the Global Environment Facility. *Global Environmental Change*, 25, 97–108

4.3.3 QUELLE GOUVERNANCE

Compte tenu de la complexité des systèmes et de la multiplicité des actions à engager, les mesures d'adaptation seront forcément territorialisées[278] et ciblées, pour prendre en compte la diversité des parties prenantes, des ressources disponibles et des besoins locaux.

Il est cependant nécessaire de mettre en cohérence au niveau national l'ensemble des dispositifs existants et à venir, pour construire une politique publique efficace, publiquement négociée et collectivement appropriée.

- **L'adaptation nécessite de dépasser les approches en silos**, pour mettre en lumière les synergies ou, au contraire, les antagonismes, entre les différentes actions de l'ensemble des parties prenantes sur chaque territoire, notamment des acteurs économiques, et entre les territoires.
- **L'adaptation demande de se projeter à différentes échelles de temps** pour établir les priorités et évaluer les effets de mal-adaptation et les limites de l'adaptation.
- **L'adaptation se pense à différentes échelles spatiales, en privilégiant la cohérence fonctionnelle de certains territoires, par-delà les limites administratives.** Il peut ainsi être utile de travailler à l'échelle d'un bassin-versant, d'un corridor écologique, mais aussi d'un bassin agricole ou industriel, d'un bassin d'emploi ou d'un bassin de vie. Il est aussi nécessaire de tenir compte des interdépendances entre territoires et entre échelons, en mettant en œuvre une gouvernance multi-échelle.

L'action est en revanche dépendante des mailles administratives et des périmètres de compétence existants, qu'il s'agit de renforcer et de rendre plus efficaces. Les autorités chargées de préfigurer localement l'adaptation doivent tenir compte de l'ensemble des acteurs du territoire, ce qui suppose de renforcer la gouvernance multi-acteurs.

Chaque échelon territorial a un rôle à jouer :

- Les **EPCI**, et tout particulièrement les métropoles, sont des acteurs essentiels de l'adaptation.
- Les **départements** ont un rôle important dans les espaces de faible densité.
- Les **régions**, « cheffes de file » de l'action climatique, doivent voir leur rôle en matière d'adaptation accru, conformément aux préconisations du rapport Dantec-Roux. Elles peuvent aussi être un maillon essentiel de la nécessaire gouvernance multi-échelles.

Enfin, face au défi de l'adaptation, toutes les collectivités territoriales ne sont pas égales. L'adaptation demande une montée en compétences techniques et juridiques et le déploiement de moyens humains supplémentaires, notamment pour les petites communes ou intercommunalités et les territoires dits périphériques ou fragilisés (cf. annexe 4.8 Les besoins de financement pour l'adaptation : investissement ou fonctionnement ?)[279].

4.3.4 L'ADAPTATION, UN LEVIER DE MOBILISATION POUR L'ACTION CLIMATIQUE

L'adaptation est une entrée pertinente pour sensibiliser l'ensemble des parties prenantes au changement climatique et à ses conséquences, et plus largement, pour mobiliser les différents acteurs sur l'action climatique, atténuation inclue. L'adaptation exige en effet de raisonner à partir des conséquences concrètes, tangibles du changement climatique à l'échelle des territoires, des individus, des entreprises.

Les enquêtes d'opinion montrent que la réalité du changement climatique est saisie à travers les modifications visibles des saisons, de la fonte des glaces, des cyclones plus intenses, etc., bien plus que le consensus scientifique en la matière ou les discours médiatiques sur le sujet. On sait également que, parmi les multiples conséquences du changement climatique, l'augmentation des catastrophes naturelles d'origine anthropique représente la principale source d'inquiétude pour les Français[280] (cf. annexe 4.7 les Français en attente d'adaptation).

Coupler atténuation et adaptation permet d'éviter les effets démobilisateurs du fatalisme, du catastrophisme ou de la sidération face à des événements anxiogènes, car l'adaptation met l'accent sur la capacité d'action face à des crises qui semblent désormais inéluctables mais sur lesquelles ont peut encore agir, à condition de ne pas verser dans l'attentisme, la minimisation des enjeux ou la toute puissance[281].

RECOMMANDATIONS CHAPITRE 4

1. Élaborer de manière interministérielle avec les parties prenantes et les territoires une stratégie nationale d'adaptation au changement climatique avec des objectifs précis, des jalons temporels et des indicateurs de progression, en identifiant des secteurs prioritaires (par exemple l'eau, agriculture, forêt, assurance-risque).

2. Porter l'adaptation à l'échelle nationale et dans les territoires.

- L'exemplarité de l'État et sa redevabilité doivent être engagées, au même titre que pour l'atténuation.
- L'État doit garantir le transfert de moyens et accompagner la montée en compétences des collectivités territoriales.
- Les compétences de coordination des régions doivent être renforcées pour mettre en cohérence les actions conduites par les acteurs infra-régionaux en matière d'adaptation.

3. Améliorer la connaissance des impacts, y compris irréversibles, et la mesure des coûts du changement climatique, notamment sur les activités économiques, les actifs, le foncier, à plusieurs échelles territoriales et horizons temporels.

4. Intégrer l'adaptation au changement climatique dans les programmes d'investissement liés à l'atténuation du changement climatique.

5. Renforcer et évaluer les actions d'information et de formation sur les conséquences du changement climatique, afin de développer une « culture du risque climatique et de l'adaptation ».

- Développer les services climatiques et l'effort de cartographie à différentes échelles spatiales et temporelles, afin de permettre à chacun de s'approprier les risques liés à un climat qui change.

- Intégrer les impacts du changement climatique dans les formations initiales, professionnelles et continues, à destination des élus (quel que soit l'échelon), des administrations, des entreprises, et des médias.

6. Faire évoluer régulièrement les politiques d'adaptation et les réorienter pour répondre aux évolutions climatiques, mais aussi démographiques, sociales et économiques.

- Les réponses incrémentales source de mal-adaptation doivent être réversibles et limitées dans le temps. Elles doivent être soumises à des études d'impacts permettant une analyse coût-bénéfice et leurs effets négatifs sur l'atténuation doivent être compensés.

- Privilégier les solutions « sans regret » et celles qui offrent le maximum de co-bénéfices entre adaptation, atténuation et respect des objectifs de développement durable, pour garantir la transition juste. Les politiques de planification et d'aménagement du territoire ou les systèmes d'indemnisation doivent notamment être attentifs aux mécanismes d'exclusion sociale et territoriale.

  Considérer comme prioritaires et développer les solutions fondées sur la nature.

7. Intégrer un climat qui change, dans une perspective systémique et dynamique, dans les politiques publiques existantes

- Inclure les impacts du changement climatique dans les documents d'information sur les risques (DICRIM, DDRM, IAL).
- Intégrer les impacts sanitaires du changement climatique dans les réformes des régimes d'indemnisation et de la sécurité sociale.
- Consolider les systèmes de gestion de crise la base d'une augmentation des besoins humains, matériels et logistiques, qui doit être mieux anticipée et évaluée.
- Revoir les obligations des opérateurs d'importance vitale et de réseaux critiques et engager les transformations nécessaires pour assurer la continuité des services publics essentiels.
- Abonder en budget de fonctionnement et d'investissement les différents acteurs en charge de la mise en œuvre de ces plans d'action et accompagner la montée en compétences.

8. Faire de l'aménagement du territoire et des territoires un levier d'action prioritaire.

- Les schémas d'aménagement territoriaux (SCOT, PLU, mais aussi SAGE, SDAGE) doivent systématiquement intégrer le climat qui change.
- Intégrer le climat qui change dans les zonages réglementaires (Plans de prévention des risques naturels (PPRN), Plans de submersion rapides (PSR)). Faire évoluer les événements de référence et le zonage règlementaires en conséquence.

A. ANNEXES AU RAPPORT

A.1.1 L'INCERTITUDE DES INVENTAIRES D'ÉMISSIONS GES

Comme pour toutes données estimées, les inventaires d'émissions de GES peuvent être caractérisés par un niveau d'incertitude, qui représente l'intervalle de confiance associé aux estimations d'émissions des différentes activités émettrices. Bien que complexe à réaliser, l'évaluation de cette incertitude est une connaissance utile et nécessaire pour permettre une utilisation pertinente des données d'inventaire GES. Le Citepa rapporte lui-même que « *compte tenu de la complexité des phénomènes mis en jeu et des difficultés à les mesurer ou les modéliser, [ces estimations] doivent être accompagnées des incertitudes associées* »[282].

L'évaluation de l'incertitude des inventaires GES porte sur deux niveaux d'information : le niveau des émissions - sur une année donnée - et la tendance des émissions - l'évolution entre différentes années. Pour l'année 2019, les résultats d'incertitude sont les suivants :

- L'incertitude sur les émissions totales hors UTCATF pour l'année 2019 est de +/- 11,5 % en niveau d'émission, soit 436 +/- 50 Mt éqCO_2 hors UTCATF.

- L'incertitude sur les émissions totales UTCATF inclus pour l'année 2019 est de +/- 12,8 % en niveau d'émission, soit 405 Mt CO_2e +/- 52 Mt éqCO_2 avec UTCATF.

- L'incertitude sur l'évolution des émissions hors UTCATF entre 1990 et 2019 est de +/- 2,0 % des émissions de 1990, pour une évolution des émissions de -19,9 %, soit une fourchette d'incertitude de [-21,9% ; -17,9%].

- L'incertitude sur l'évolution des émissions avec UTCATF entre 1990 et 2019 est de +/- 2,3 % des émissions de 1990, pour une évolution des émissions de -20,4 %, soit une fourchette d'incertitude de [-22,7 % ; -18,1 %].

- L'incertitude sur l'évolution des émissions hors UTCATF entre 2018 et 2019 et de +/- 2,2 % des émissions de 2018, pour une évolution des émissions de -1,9 %, soit une fourchette d'incertitude de [-4,1% ; 0,3%].

- L'incertitude sur l'évolution des émissions hors UTCATF entre 2018 et 2019 et de +/- 2,5 % des émissions de 2018, pour une évolution des émissions de -2,1%, soit une fourchette d'incertitude de [-4,6% ; 0,4%].

L'incertitude sur l'évolution des émissions dans le temps est plus faible que l'incertitude portant sur le niveau d'émissions d'une année donnée. Cela s'explique par les relations qui existent entre les inventaires des différentes années, qui s'appuient sur les mêmes méthodes d'estimations d'une année sur l'autre, et donc, conduisent aux mêmes erreurs systématiques ou approximations entre les années.

L'évolution des émissions entre deux années consécutives est généralement de faible amplitude si bien que l'incertitude sur l'évolution est le plus souvent supérieure à l'évolution elle-même. Il est en conséquence difficile de conclure avec certitude sur la tendance des émissions observées, que ce soit son intensité, voir son sens à la baisse ou à la hausse. Par exemple, entre 2018 et 2019, l'évolution des émissions se situe entre -4,1 % et +0,3 %, mais avec une probabilité maximale à -1,9 %.

Sur plusieurs années, l'évolution des émissions peut en général devenir plus grande que l'incertitude sur l'évolution, auquel cas on peut conclure avec une certaine certitude sur le sens de la tendance des émissions (à la baisse, stagnant ou à la hausse) et fournir un ordre de grandeur sur l'intensité de cette tendance. Par exemple, entre 1990 et 2019, on observe avec certitude une réduction des émissions située entre -18 % et -22 %.

La prise en compte de l'incertitude a un impact sur notre lecture des sources d'émissions. En dégageant de manière

robuste les facteurs expliquant les émissions de la France, cela permet d'identifier les activités sur lesquelles les politiques publiques doivent agir en priorité. C'est par exemple le cas des secteurs des transports et des bâtiments, qui contribuent de manière importante aux émissions de la France. Ce résultat reste robuste à la prise en compte des incertitudes.

C'est également utile pour identifier les postes les plus à risques par rapport à nos objectifs climatiques, soit parce qu'ils pourraient représenter davantage d'émissions qu'actuellement estimé (par exemple le N_2O des sols agricoles et des déchets solides) ou que leur potentiel de capture de carbone reste très incertain (par exemple l'UTCATF). Les secteurs couplant des émissions importantes et une forte incertitude ont ainsi un poids important sur l'incertitude globale de l'inventaire. D'un point de vue méthodologique, cela permet d'identifier les postes sur lesquels il est important d'améliorer la méthodologie d'estimation en priorité.

A.1.2 ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES DES BILANS D'ÉMISSIONS RÉGIONALES – FORMAT PCAET

Le format de rapportage PCAET est décrit par l'arrêté du 4 août 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial. La spécificité de ce format de rapportage réside notamment dans le fait de ne pas comptabiliser les émissions directes de GES (scope 1) de production d'électricité, de chaleur et de froid au sein du secteur « branche énergie », mais de comptabiliser à la place les émissions indirectes de GES (scope 2) liées à la consommation d'électricité, de chaleur et de froid dans les secteurs consommateurs (résidentiel, tertiaire, etc.).

Le format PCAET est le format privilégié pour les exercices de planification, y compris les exercices régionaux (SRADDET), il correspond ainsi aux formats des données majoritairement diffusés par les Observatoires.

Les méthodologies de calcul des émissions de GES disponibles en région au format PCAET peuvent différer en fonction des choix réalisés par les commanditaires et partenaires de la structure productrice de ces données et des moyens qui lui sont alloués.

Les Inventaires Régionaux Spatialisés (IRS) des AASQA utilisent une approche territoriale, en conformité avec les méthodologies du Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux (PCIT). Les données d'émissions de GES et de consommations d'énergie produites par les AASQA sont ainsi cohérentes avec les données d'émissions de polluants atmosphériques que les AASQA publient par ailleurs. De plus, à format de rapportage identique, ces données régionales sont cohérentes et comparables d'une région à une autre ainsi qu'avec l'inventaire national du CITEPA. Les régions dont les bilans de GES régionaux sont issus directement des IRS des AASQA sont les suivantes : Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Bretagne (nouveauté 2021), Centre-Val-de-Loire, Grand-Est, Île-de-France, Pays de la Loire, Provence-Alpes-Côte-d'Azur et la Martinique.

Les bilans d'émissions de GES produits par les ARE ou par des bureaux d'études mandatés ponctuellement à cet effet utilisent des méthodologies variées, appliquant soit les préconisations du guide PCIT, soit d'autres outils ou méthodes. Ces différentes approches produisent des bilans globalement comparables, sauf dans quelques cas particuliers où les périmètres de calcul peuvent différer. Les régions dont les bilans de GES régionaux (format PCAET) présentent une approche différente de l'approche territoriale de type PCIT sont les suivantes :

- **Normandie :** les données diffusées par l'ORECAN incluent une approche responsabilité pour le secteur des transports, réalisée par Biomasse Normandie, basée sur les déplacements domicile-travail, domicile-loisir, la mobilité exceptionnelle et le fret. Cette approche n'intègre donc pas le trafic de transit pris en compte dans une approche territoriale classique basée sur les comptages routiers. Les données restantes s'appuient sur une approche territoriale pour les autres secteurs, dont les résultats sont issus de l'IRS d'Atmo Normandie.

- **Nouvelle-Aquitaine :** les données diffusées par l'OREGES incluent : une estimation des émissions agricoles par l'AREC NA en appliquant l'outil Clim'Agri de l'ADEME ; une estimation territoriale des émissions des secteurs résidentiel, tertiaire et industrie par l'AREC NA à partir de la base carbone de l'ADEME ; une estimation territoriale des émissions des transports, dont les résultats sont issus en partie de l'IRS d'Atmo Nouvelle Aquitaine ; une estimation complémentaire par l'AREC NA d'émissions indirectes de CO_2 liées à la consommation de produits pétroliers et de gaz naturel. Ces émissions amont liées à l'extraction et la transformation de ces énergies sont affectées aux différents secteurs consommateurs à l'image du scope 2 pour l'électricité et la chaleur.

- **Occitanie :** les données diffusées par l'OREO sont issues d'une méthodologie de calcul de type territoriale développée par l'AREC Occitanie, et basée sur la base carbone de l'ADEME. Cette nouvelle version V2021 intègre une estimation des émissions des GES non énergétiques (agriculture, process industriels, émissions de GES fluorés), contrairement aux données disponibles précédemment qui ne concernaient que les consommations d'énergie. Les émissions directes de GES émises par la combustion des carburants routiers sont calculées à partir des ventes de produits pétroliers publiées par le CPDP. La distinction par typologie de véhicules est réalisée ensuite en fonction de la répartition selon les consommations françaises par catégorie de véhicules et par type de carburant (données du CITEPA).

- **Hauts-de-France :** les émissions de GES régionales de l'OREC pour le suivi du SRADDET sont actuellement issues de l'outil NORCLIMAT, développé par le Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais et l'Ademe. Cet outil est basé sur une méthodologie s'inspirant des lignes directrices du GIEC de 1996. Les données de GES sont diffusées par secteur et par type d'énergie sous un format analogue au Secten, avec des regroupements de NAF par sous-secteurs et secteurs qui peuvent cependant différer des regroupements par SNAP du CITEPA. Le bilan régional de GES des Hauts-de-France n'est pas diffusé au format PCAET, sauf pour les travaux du HCC. De plus, comme en Normandie, une approche responsabilité pour le secteur des transports est également réalisée par l'Observatoire Climat, basée sur les flux de voyageurs et de marchandises générés par les activités du territoire. Cette approche n'intègre donc pas le trafic de transit pris en compte dans une approche territoriale classique basée sur les comptages routiers.

- **Guadeloupe :** les données diffusées par l'OREC correspondent aux résultats d'un Bilan Carbone® Territoire. Les secteurs pris en compte par cette approche ne correspondent pas exactement au format de rapportage PCAET (exemple pour les transports, pas de distinction entre transports routiers et autres transports, mais une distinction entre transports de personnes et transports de marchandises qui intègre toutes les phases, y compris la phase croisière contrairement à une approche PCIT s'arrêtant au cycle LTO). L'OREC dispose également des émissions de scope 3 (intrants) en complément des émissions de scope 1 et 2. Ces émissions n'ont pas été intégrées à cette étude.

A.1.3 LES ORIENTATIONS ET INDICATEURS DE LA TRANSITION JUSTE DANS LA SNBC 2

Au sein de la SNBC 2, la « transition juste » fait l'objet d'une orientation spécifique : l' « Orientation ECO 2: assurer une transition juste pour tous ». Celle-ci vise à :

- Prendre en compte les impacts socio-économiques des mesures associées à la transition bas-carbone sur l'ensemble des acteurs de la société. S'assurer de la soutenabilité de ces mesures.

- Préserver le pouvoir d'achat des ménages en privilégiant, dans la mesure du possible, les mesures socialement justes et redistributives. Dans le cas contraire, à définir des mesures d'accompagnement ciblées contribuant à compenser les effets inégalitaires des mesures, tenant compte, non seulement des revenus des ménages, mais également de la multiplicité des situations (accessibilité aux solutions de mobilité, type de logement, type de chauffage...).

- Préserver la compétitivité des entreprises, en particulier celles affectées par la hausse de la fiscalité (notamment due à la réduction des niches fiscales) liée à la transition bas-carbone, par la mise en place de mesures ciblées d'accompagnement tenant compte des caractéristiques des différentes filières concernées afin d'inciter les entreprises à réaliser les investissements nécessaires à la transition bas carbone tout en maintenant leurs activités en France.

Cette orientation est accompagnée de plusieurs indicateurs pilotes :

- « Taux d'effort énergétique des ménages (par catégorie de ménages)

- Volume d'utilisation par l'industrie des mesures de soutien à la transition bas-carbone (CEE, fonds chaleur, etc.) » (vor calcul ci-dessous).

- Un nouvel indicateur de suivi du niveau de sensibilisation des citoyens : « 4.2.v. Education, sensibilisation, appropriation des enjeux et des solutions par les citoyens/Enrichir et partager une culture du « bas-carbone »

CIT1 / Évolution des réponses à la question « je vais vous citer des actions qui pourraient réduire les émissions de gaz à effet de serre ; pour chacun, dites-moi si vous le faites déjà ? » de l'enquête annuelle sur les représentations sociales du changement climatique (IP3) »

- Par ailleurs, d'autres orientations de la SNBC 2 et d'autres indicateurs pilotes ainsi que deux indicateurs de contexte entrent dans le périmètre de la transition juste tel que défini dans le RANC 2020 du HCC :

- 4.2.vi. Emploi, compétences, formation et qualification professionnelle / Encourager une meilleure intégration des enjeux de la transition bas-carbone par les branches, les entreprises et les territoires pour favoriser les transitions et reconversions professionnelles et le développement des emplois de demain.
  - Nombre de contrats de transition énergétique comportant des items « emploi et compétence » (IP1).
  - Nombre de formations suivies par les salariés du secteur de la rénovation énergétique des bâtiments (IP2).

- 4.2.vi. Emploi, compétences, formation et qualification professionnelle / Adapter l'appareil de formation initiale et continue pour accompagner la transformation des activités et des territoires PRO 2.
  - Indicateur à construire voire analyse qualitative (IP)

- 4.2.vi. Emploi, compétences, formation et qualification professionnelle : Demandes et offres d'emplois pour les métiers verts et verdissants (IC8)

- 4.3.ii. Bâtiments : Population exposée à la précarité énergétique (IC 12)

Calcul du taux d'effort énergétique des ménages et de la précarité énergétique

- Le taux d'effort énergétique des ménages : mesure la part des dépenses totales d'énergie dans le logement sur le revenu disponible du ménage. La précarité énergétique dans la SNBC correspond à un taux d'effort énergétique supérieur à 8 % appliqué aux ménages des trois premiers déciles de revenu disponible par unité de consommation (TEE_3D). Ce seuil au-delà duquel un ménage est considéré en précarité énergétique est de 8 % correspond à près de deux fois la médiane du taux d'effort de l'ensemble de la population. Pour éviter de cibler des ménages disposant de ressources jugées confortables, le TEE_3D se limite aux ménages des trois premiers déciles de revenu disponible par unité de consommation afin de pondérer le revenu en fonction de la composition du ménage.

A.2.1 ANALYSE DES APPELS À PROJET DE FRANCE RELANCE

Cette annexe présente la méthodologie utilisée pour analyser les conditionnalités climat des appels à projet du volet Écologie de France Relance, ainsi que les tableaux de résultats détaillés. Elle renvoie à la section 2.1.1 « Mise en œuvre de France Relance ».

A.2.2.1 LE PÉRIMÈTRE DES APPELS À PROJETS

L'analyse a porté sur l'ensemble des appels à projet (AAP) du volet Écologie de France Relance tels que listés par le ministère de l'Économie à date de mars 2021[283].

- Le volet Écologie annonce un total de 36 appels à projets dont 31 ont été lancés et 17 ont vu au moins une première phase clôturée.
- Les secteurs émetteurs principalement concernés sont la transition agricole (7 appels à projet), la décarbonation de l'industrie (5 appels à projet), la stratégie hydrogène (4 appels à projet), la forêt (3 appels à projet), et le renforcement de la biodiversité (3 appels à projet).
- Si les montants totaux qui seront versés dans le cadre de ces appels à projet sont inconnus, ceux-ci portent sur un total de 15 mesures de France Relance dotées de 8,8 Mrd d'euros.

Tableau A.1 – Suivi de l'état d'avancement
des appels à projet de l'axe Écologie de France Relance à date de mars 2021

Mesure France Relance	Montant total de la mesure	Nombre d'AAP annoncés	Nombre d'AAP lancés	Nombre d'AAP dont au moins une phase est clôturée
Accélérer la transition agro-écologique au service d'une alimentation saine, sûre, durable, locale et de qualité pour tous	400 M €	7	7	4
Décarbonation de l'industrie	1,2 Mrd €	5	5	4
Hydrogène	2 Mrd €	4	2	0
Biodiversité sur les territoires, prévention des risques et renforcement de la résilience	250 M €	3	3	2
Forêt	200 M €	3	3	2
Transition écologique et rénovation énergétique des TPE/PME	200 M €	2	2	1
Pêche	50 M €	2	1	0
Plans de soutien aux secteurs de l'aéronautique et de l'automobile	2,6 Mrd €	2	2	0
Nucléaire	200 M €	2	1	0
Friches	300 M €	1	1	1
Protéines végétales	100 M €	1	1	0
Déchets	274 M €	1	1	0
Rénovation thermique et réhabilitation lourde des logements sociaux	500 M €	1	1	1
Renouvellement et développement des agro-équipements nécessaires à la transition agro-écologique et à l'adaptation au changement climatique	250 M €	1	0	0
Investissement dans le réemploi et le recyclage	226 M €	1	1	0

Source : Cahier des charges des appels à projet

A.2.2.2 DÉFINITION DES CONDITIONNALITÉS CLIMAT

L'ampleur des sommes engagées par France Relance a ouvert le débat autour de la pertinence de conditionner les aides publiques à des critères environnementaux pour servir de levier à des politiques telles que la transition écologique. Une mission d'information commune de l'Assemblée Nationale s'est penchée sur le sujet et distingue deux types de conditionnalités que nous reprenons dans ce rapport « e*n fonction de leur position dans le cycle d'attribution d'une aide publique* »[284]. Les conditionnalités ex ante prennent la forme de critères d'éligibilité en amont de la phase de sélection. Les conditionnalités ex post se caractérisent quant à elles par le conditionnement du versement de l'aide à l'accomplissement « *d'un certain nombre d'engagements, d'obligations ou à la réalisation de projets définis* ».

Cette mission distingue aussi les conditionnalités intrinsèques, qui correspondent aux conditionnalités qui « se confondent avec l'objectif de l'aide », des conditionnalités extrinsèques « *que les entreprises doivent réaliser en sus de l'aide* ». Les appels à projet ici considérés correspondent à des conditionnalités essentiellement intrinsèques, du fait qu'ils visent explicitement à financer des actions de transition écologique, et souvent de décarbonation. Des conditionnalités extrinsèques pourraient concerner les appels à projet des deux autres axes Compétitivité et Cohésion de France relance, par exemple en conditionnant le versement des aides à une action extérieure aux projets financés en eux-mêmes, mais ils ne sont pas étudiés ici.

Les appels à projet ont été analysés sous deux angles :

- Un critère d'éligibilité, qui correspond à une norme ou un seuil fixé dans l'appel à projet obligeant les projets demandeurs à respecter des conditions prédéfinies (*ex ante*).

- Un conditionnement de l'aide, qui correspond à « l'accomplissement, postérieurement à la délivrance de l'aide, d'un certain nombre d'engagements, d'obligations ou à la réalisation de projets définis » (*ex post*).

Les appels à projet ont également été analysés sous un angle additionnel, celui des critères de sélection, qui correspondent une ou des caractéristiques (plan de financement, montage administratif, impacts attendus, etc.) utilisées pour sélectionner les projets (*ex ante*). Un critère de sélection climat indique en particulier que les projets seront sélectionnés voire comparés au cours du processus de sélection en fonction de leurs impacts sur le climat.

A.2.2.3 TABLEAUX DE RÉSULTATS DÉTAILLÉS

Les cahiers des charges des appels à projet contiennent deux sections détaillant quels projets peuvent être éligibles au versement de l'aide publique et quels critères seront utilisés pour départager les candidatures.

A. Critère d'éligibilité de l'aide

Au sein des 36 appels à projets listés, 19 sont soumis à un critère d'éligibilité impératif et 3 sont soumis à un critère d'éligibilité non impératif, signifiant que l'appel à projet a un objectif d'atténuation ou d'adaptation climatique mais que ces objectifs ne sont pas obligatoires et que des projets sans impact positif sur l'atténuation ou l'adaptation au changement climatique pourront candidater aux appels à projet. 7 appels à projet ne font pas l'objet de critères d'éligibilité environnementaux et l'information est indisponible pour 6 autres. Plusieurs exemples sont décrits dans le tableau ci-dessous. Finalement, quatre appels à projet intègrent l'adaptation au changement climatique parmi leurs critères d'éligibilité.

Tableau A.2 – Critères d'éligibilité climat de plusieurs **appels à projet de France Relance**

Appels à projet	Présence d'un critère d'éligibilité climat	Description des critères d'éligibilité climat
DECARB IND	Impératif ; norme à respecter	• Réduction des émissions directes de GES • Plan de conversion pour les installations fossiles
Appel à projet « Biomasse Industrie Agriculture Tertiaire », « BCIAT 2020 » Aides à l'investissement et au fonctionnement pour soutenir la décarbonation de l'industrie (chaleur)	Impératif ; norme à respecter	• Bilan environnemental et énergétique complet (par un professionnel RGE) • Seuil moyen minimum de 100 % des taux régionaux des surfaces forestières certifiées • Bois et granulés d'importation seront certifiés PEFC, FSC ou équivalent à 100 % • Production thermique : rendement de la chaudière >85 %
Entreprises engagées pour la transition écologique (EETE)	Impératif ; objectif général	• Démonstration de la capacité à toucher le marché potentiel (en France comme à l'international) ; • Présentation des externalités positives pour l'environnement.
Aide aux investissements par appels à projets portés par les acteurs du secteur de la pêche et de l'aquaculture	Non impératif	• Projets doivent s'inscrire dans la liste détaillée dans l'AAP mais qui inclue de nombreuses possibilités sans lien avec l'environnement (amélioration de la santé et sécurité au travail, de la qualité de pêche, etc.) et des critères impacts sur l'environnement
Soutien aux Atlas de la Biodiversité Communale (Office français de la biodiversité)	Non	• Projet doit vouloir réaliser un ABC (favorable à l'environnement mais pas à l'atténuation ou adaptation climatique)

Source : Cahier des charges des appels à projet

b. Critères de sélection de l'aide

Les critères de sélection des 36 appels à projet sont variés, plus ou moins précis et ambitieux. Cette ambition s'évalue au regard de la performance de décarbonation des appels à projet (volume et pourcentage d'émissions GES réduites ; efficacité de l'aide) ainsi que de leur intégration dans une stratégie globale (démarches au niveau de l'entreprise, des collectivités, etc.). Si l'ensemble des appels à projet du volet Écologie de France Relance ne respecte pas l'intégralité de ces conditions, plusieurs appels à projet se distinguent et constituent des exemples positifs à généraliser.

C. Conditionnements de l'aide

Au sein des 36 appels à projets listés, 6 appels à projet sur 27 font l'objet de conditionnement. L'information n'est pas disponible pour 9 appels à projets, du fait qu'ils ne sont encore lancés.

Tableau A.3 – Critères de sélection climat **de plusieurs appels à projet de France Relance**

Appels à projet	Présence d'un critère de sélection climat	Description des critères de sélection climat
DECARB IND	Oui	• **Réduction des GES (volume, %), efficacité de l'aide publique** • Ambition et cohérence avec la stratégie de décarbonation du groupe industriel • **Impacts ou synergies possibles avec d'autres impacts environnementaux** • Capacité d'intégration dans des démarches locales • Critère de cohérence et d'ambition industrielle (état d'avancement du projet, enjeux pour le reste de l'activité productive du site, enjeux pour l'activité sociale et économique) • Critère de structuration de la filière
« Ecosystèmes territoriaux hydrogène » pour projets	Oui	• **Dimension environnementale** • Justification des usages • Qualité du consortium • Effet structurant pour la filière • **Efficacité de l'aide publique (euro/kg hydrogène et /CO_2 évité)**
Appel à projet Combustibles solides de récupération (CSR) Énergie 2021	Oui	La nature, la solidité financière et l'intensité de l'aide demandée qui permettront de classer les bons dossiers par ordre de priorité. • **La nature de l'énergie substituée** • **La nature des CSR utilisés** • La robustesse des plans d'approvisionnement, • La synergie régionale du projet ? Les performances des collectivités concernées par le plan d'approvisionnement en CSR d'OMR et l'impact de l'utilisation d'OMR sur le fonctionnement des UVE du territoire, • La pertinence des choix techniques, • L'optimisation de l'usage de la chaleur demandée • La qualité des éléments apportés pour l'évaluation économique des projets, • Efficacité de l'aide (euro/MWh)
Soutien à la filière bois Volet B : aide à l'investissement	Oui	5 objectifs : • Modernisation de l'entreprise • Augmentation de la capacité de production • **Adaptation au changement climatique** • Gain de performance économique • **Gain de performance environnementale**
Entreprises Engagées pour la Transition Ecologique (EETE)	Oui	• Produits et solutions permettant d'industrialiser et commercialiser une innovation (la phase d'innovation n'est pas éligible) • **Contribution à la transition écologique et énergétique** • Pertinence du business plan • Capacité du porteur à mener à bien le Projet, assurer son déploiement et accéder aux marchés visés • Retombées économiques et emplois sur les territoires • Plan de financement du Projet et de la démarche globale
Écoconception	Non	Évaluation environnementale qualitative et quantitative pour déterminer que les bénéfices environnementaux sont réels, qu'il n'y a pas de transfert de pollution --> Ressemble à un critère d'éligibilité plus que de sélection

Encourager le développement de navires et bateaux pour une flotte	Non	• Caractère innovant et/ou valeur ajoutée du projet (pertinence par rapport à l'objectif de la mesure • Caractère innovant par rapport à l'état de l'art national ou local • Maturité technologique suffisante du projet • Pertinence de la durée du projet en cohérence avec l'ambition des travaux à mener • Capacité du porteur à assurer le fonctionnement du navire dans la durée • Impact économique du projet
Alimentation locale et solidaire	Non	• La pertinence du projet au regard des objectifs fixés : impact pour les personnes précaires ou isolées, répercussion du projet dans les structures du réseau du candidat ; • La faisabilité du projet : crédibilité du calendrier prévisionnel, adéquation entre les ressources (humaines, matérielles, financières…) et les besoins du projet

Source : XXXXXX

Source : Cahier des charges des appels à projet

Tableau A.4 – Conditionnements climat des appels à projet **de l'axe Écologie de France Relance**

Appels à projet	Conditions au versement de l'aide
Décarbonation de l'industrie DECARB IND	• Remboursement obligatoire de l'aide si les réductions d'émissions constatées sont inférieures à 50 % des réductions promises • Conditionnement de 20 % du versement de l'aide à un prorata de l'atteinte des réductions d'émissions promises
Biomasse Industrie Agriculture Tertiaire	Conditionnement de 40 % de l'aide : • 20 % versés si la production réelle est d'au moins 50 % de l'objectif • 20 % conditionnés au prorata de la production thermique réelle
MassiRéno « EnergieSprong »	• Remboursement de la subvention en cas de non-atteinte des objectifs
Combustibles solides de récupération	• Maximum de 10 % de l'aide versée au prorata de la production énergétique réelle sur un an de fonctionnement.
Décarbonation de l'industrie IndusEE[1]	Conditionnement de 60 % de l'aide : • 40 % conditionnés à la mise en service du dispositif • 20 % conditionnés au prorata des économies réalisées/promises au bout d'un an de production
PIA Hydrogène	• Modulation possible dans la limite de 75 % de l'aide totale en fonction de l'impact environnemental réel du projet

Source : Cahier des charges des appels à projet

A.2.2 ANALYSE DES ÉTUDES D'IMPACT DES LOIS AU REGARD DU CLIMAT

Cette annexe présente la méthodologie utilisée pour analyser les études d'impact des lois au regard du climat et les tableaux de résultats détaillés. Elle renvoie à ce titre à la section 2.1.1.2 « Suivi de l'évaluation des lois au regard du climat ».

Le HCC dans son rapport « Évaluation des lois » a analysé la prise en compte de l'environnement dans les études d'impact des lois promulguées entre octobre 2018 et septembre 2019 (à l'exception des lois de ratification des

traités ou textes internationaux). **L'analyse est ici actualisée aux projets et propositions de lois ordinaires et organiques promulguées entre octobre 2019 et mars 2021, en conservant la même méthode.** Les lois de ratification et les lois de finances ne sont pas considérées. Ces dernières sont par ailleurs déjà soumises à une forme d'évaluation environnementale sous la forme du budget vert.

Cette analyse s'est appuyée sur le dossier législatif de chaque loi, celui-ci indiquant la nature de la loi (projet de loi, proposition de loi, etc.) et le cas échéant si une étude d'impact a été réalisée. Pour rappel, seuls les projets de loi déposés par le gouvernement doivent obligatoirement être accompagnés d'une étude d'impact, mais pas les propositions de loi du Parlement. Chaque étude d'impact a ensuite été analysée pour déterminer si des impacts environnementaux étaient étudiés en son sein pour certains articles.

Entre octobre 2019 et mars 2021, 56 lois ordinaires ou organiques ont été promulguées. Leur analyse montre que :

- 33 lois ont fait l'objet d'une étude d'impact, parmi lesquelles 10 lois contiennent à minima un article étudié sous l'angle environnemental.

- 45 articles ont fait l'objet d'une étude d'impact environnementale, dont 27 incluent des analyses liées au climat, sur les 336 articles déposés des projets de loi et les 1375 articles promulgués. De nombreux articles promulgués ne sont en effet soumis à aucune étude d'impact car étant issus de propositions de loi (194 articles) ou parce qu'adoptés au cours de la phase parlementaire (855 articles). Ainsi, 13 % des articles déposés des projets de loi et 4 % des articles promulgués ont fait l'objet d'une étude d'impact sous l'angle environnemental.

- Trois lois représentent 75 % des articles ayant fait l'objet d'une étude d'impact environnementale : la loi d'orientation des mobilités LOM (16 articles), la loi anti-gaspillage AGEC (12 articles), la loi énergie climat LEC (5 articles).

- Plusieurs textes promulgués susceptibles d'avoir des effets importants sur le climat n'ont pas fait l'objet d'une étude d'impact environnementale telles que la loi de programmation de la recherche pour les années 2021 à 2030 (2020), la loi relative à la transparence de l'information sur les produits agricoles et alimentaires (2020) ou encore la loi visant à lutter contre le mitage des espaces forestiers en Île-de-France (2020) notamment parce que ces deux dernières constituent des propositions de loi.

Tableau A.5 – Lois promulguées entre octobre 2019 et mars 2021
ayant fait l'objet d'une évaluation d'impact environnemental ou climatique

Loi	Nombre d'articles faisant l'objet d'une étude (y compris climat)	Nombre d'articles faisant l'objet d'une étude d'impact spécifiquement climat
Loi d'orientation des mobilités	16	11
Loi anti-gaspillage pour une économie circulaire	12	5
Loi énergie-climat	5	4
Loi de financement de la sécurité sociale 2020	5	3
Loi portant diverses dispositions d'adaptation au droit de l'Union européenne en matière économique et financière	2	1
Loi d'accélération et de simplification de l'action publique	1	0
Loi relative aux conditions de mise sur le marché de certains produits phytopharmaceutiques en cas de danger sanitaire pour les betteraves sucrières	1	0
Loi prorogeant l'état d'urgence sanitaire et complétant ses dispositions (mai 2020)	1	1
Loi relative à la modernisation de la distribution de la presse	1	1
Loi de financement de la sécurité sociale 2021	1	1

Source : Dossier législatif des lois promulguées (Assemblée **https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/dossiers** et Sénat **http://www.senat.fr/dossiers-legislatifs/textes-recents.html**)

Tableau A.6 – Éléments d'appréciation de la mise en oeuvre des orientations de la SNBC **pour le secteur des transports**

T1 : donner au secteur des signaux prix incitatifs

La composante carbone de la TICPE, qui contribue à donner un prix aux émissions de CO2 du secteur routier français, principal pourvoyeur des émissions de gaz à effet de serre du secteur, est gelé depuis 2019. De plus, dans le plan d'action climat du Ministère de la transition écologique envoyé en avril 2021, aucune stratégie n'est prévue pour enclencher la reprise de la trajectoire de hausse de la composante carbone ou pour la remplacer par d'autres types de mesures (voir encadré 2.1). Rien non plus n'est évoqué pour encourager la tarification de la congestion, notamment en milieu urbain.

Les mesures prises ou anticipées par le gouvernement devraient permettre de réduire les exemptions aux signaux prix du carbone dans le secteur routier, étendre ou renforcer la tarification du carbone aux autres sous-secteurs des transports, et rehausser la prise en compte des externalités du secteur routier de marchandises. Si ces évolutions sont bienvenues, les délais actuellement envisagés (2030 pour la fin des exemptions dans le secteur routier) ne sont pas appropriées au regard de l'orientation.

T2 : fixer des objectifs clairs et cohérents avec les objectifs visés pour la transition énergétique des parcs

L'Europe s'est engagée sur une trajectoire de normes d'émissions pour les véhicules neufs dont les premiers résultats pour l'année 2020 sont encourageants. Cependant, ces normes induisent des effets pervers sur le poids des véhicules, ce qui réduit leur efficacité. De plus, les émissions réelles des véhicules hybrides rechargeables semblent fortement sous-estimées par la réglementation. En outre, à l'échelle nationale, la date de fin de vente de véhicules à énergies fossiles, fixée actuellement à 2040, semble bien trop tardives au regard de la durée de vie d'un véhicule pour atteindre la neutralité carbone en 2050.

T3 : accompagner l'évolution des flottes pour tous les modes de transport

Le gouvernement a mis ou prévoit de mettre en place un nombre important de mesures de différentes natures couvrant l'ensemble des leviers d'action décrites dans l'orientation. Toutefois, l'efficacité et le pilotage des mesures mises en place peuvent être questionnées. Le dispositif du bonus-malus en particulier souffre d'un manque d'évaluation alors que son poids budgétaire est substantiel.

T4 : soutenir les collectivités locales et les entreprises dans la mise en place d'initiatives innovantes

Le gouvernement a mis en place un certain nombre de mesures couvrant l'ensemble des leviers d'actions décrites dans l'orientation. Le Haut conseil pour le climat n'est pas encore en capacité de juger si les mesures prises et leurs mises en œuvre permettent la bonne réalisation de l'orientation T4.

T5 : sencourager le report modal en soutenant les mobilités actives et les transports massifiés et collectifs (fret et voyageurs) et en développant l'intermodalité

Le cabinet Carbone 4 estime que les mesures actuellement mises en place par l'Etat lui donnent une chance d'atteindre son objectif de part modale pour le vélo en 2030. En revanche, le même cabinet juge insuffisante l'action en faveur de la croissance du trafic ferré. Ce jugement est partagé par le cabinet BCG, mandaté par le gouvernement, et qui émet de sérieuses réserves sur l'atteinte de l'objectif de report modal en faveur du fret ferroviaire.

T6 : maîtriser la hausse de la demande de transport

Aucune politique significative n'a pu être identifiée en faveur de la maitrise de la demande de transport, que cela soit pour les voyageurs ou les marchandises. La pandémie de Covid-19 et le fort recours au télétravail qui en a résulté invite à reconsidérer les analyses des leviers d'action associées à cette orientation. La place du télétravail dans les prochaines années est en effet susceptible de profondément modifier les pratiques de mobilité des Français

- **Politiques publiques :** alignées avec l'orientation SNBC. **Objectifs :** probablement atteints.
- **Politiques publiques :** partiellement alignées avec l'orientation SNBC. **Objectifs :** incertitudes non négligeables sur leur réalisation.
- **Politiques publiques :** éloignées de l'orientation SNBC. **Objectifs :** risques importants d'en dévier significativement.
- **Politiques publiques :** impossible de juger de leur contribution à SNBC. **Objectifs :** atteinte impossible à anticiper.

Tableau A.7 – Éléments d'appréciation de la mise en œuvre des orientations **de la SNBC pour le secteur des bâtiments**

🟠 **B1 :** guider l'évolution du mix énergétique sur la phase d'usage des bâtiments existants et neufs vers une consommation énergétique totalement décarbonée

L'interdiction d'installation de chaudières à fioul décidée par le gouvernement et entrant en vigueur à partir du 1er janvier 2022 doit signer le début de la fin de ce mode de chauffage très carboné. Toutefois, la conversion vers les modes de chauffage privilégiés par la SNBC (principalement réseaux de chaleur, pompe à chaleur et biomasse) n'est pas garantie en l'état actuel des mesures prises et envisagées. Le recours à des signaux prix incitatifs, identifiés comme levier d'action dans la SNBC pour l'orientation B1, n'est actuellement pas considéré par le Gouvernement. En conséquence, les risques de verrouillage dans des modes de chauffage carbonés, comme le gaz naturel, et de sous-développement des infrastructures collectives de réseaux de chaleur, sont importants.

🔴 **B1 :** inciter à une rénovation de l'ensemble du parc existant résidentiel et tertiaire afin d'atteindre un niveau BBC équivalent en moyenne sur l'ensemble du parc

Les nouveaux seuils énergétiques pour l'étiquette DPE, la définition retenue d'une rénovation performante dans le projet de loi climat et résilience, ou encore la prédominance de la subvention des gestes de rénovation font peser un danger majeur sur l'atteinte d'un parc de bâtiments BBC en moyenne. En effet, les étiquettes A et B du nouveau DPE, couramment retenus pour faire référence au niveau BBC, sont au-dessus du seuil réglementaire de 80 kWhEP/(m².an) définissant un bâtiment BBC rénovation. De plus, la définition de rénovation performante retenue lors de la première lecture du projet de loi climat et résilience à l'Assemblé nationale s'éloigne encore plus de l'objectif BBC puisqu'elle inclut les rénovations permettant l'atteinte de la classe C, dont le seuil est plus de deux fois celui du niveau BBC. Enfin, la sortie de 600 000 logements chauffés à l'électricité de la catégorie « passoires énergétiques » et des aides afférentes est source d'inquiétudes quant à l'aggravation de la précarité énergétique dans un contexte économique dégradé. Par ailleurs, la subvention des gestes de rénovation, et non de l'atteinte d'un niveau global de performance énergétique, fait peser le risque d'un parcours de rénovation inefficace qui rend impossible l'atteinte du niveau BBC.

🟢 **B3 :** accroître les niveaux de performance énergie et carbone sur les bâtiments neufs dans les futures réglementations environnementales

La RE 2020, qui doit entrer en vigueur au 1er janvier 2022, est censée répondre à l'ensemble des points mentionnés dans l'orientation B 3 de la SNBC. Toutefois, plusieurs points d'inquiétude demeurent concernant l'efficacité de la RE 2020. En particulier, le degré d'application de la RT 2012 n'avait pu être évalué précisément dans un rapport réalisé par le CGEDD et le CGE et publié en octobre 2018. La RE 2020 n'aura un impact que dans la mesure où elle est bien appliquée. En outre, la trajectoire d'émissions sur la phase d'usage pour les logements collectifs fait craindre la poursuite à terme d'installation de chaudières fonctionnant au moins partiellement au gaz, alors que le potentiel du gaz renouvelable est limité, et doit donc être réservé aux installations déjà existantes et pour lesquelles le gaz est difficilement substituable.

⚪ **B4 :** Viser une meilleure efficacité énergétique des équipements et une sobriété des usages

Le Haut conseil pour le climat n'est pas encore en mesure de juger de l'action menée par les pouvoirs publics au regard de cette orientation.

🟢 **Politiques publiques :** alignées avec l'orientation SNBC.
Objectifs : probablement atteints.

🟠 **Politiques publiques :** partiellement alignées avec l'orientation SNBC.
Objectifs : incertitudes non négligeables sur leur réalisation.

🔴 **Politiques publiques :** éloignées de l'orientation SNBC.
Objectifs : risques importants d'en dévier significativement.

⚪ **Politiques publiques :** impossible de juger de leur contribution à SNBC.
Objectifs : atteinte impossible à anticiper.

Tableau A.8 – Éléments d'appréciation de la mise en œuvre des orientations **de la SNBC pour le secteur de l'industrie**

I1 : Accompagner les entreprises dans leur transition vers des systèmes de production bas-carbone et le développement de nouvelles filières

Les actions de cette orientation sont récentes ou en cours de développement. Dans le cadre du Pacte productif, un groupe de travail a été mis en place avec le Comité national de l'industrie et les comités stratégiques de filières les plus émettrices pour élaborer des feuilles de route sectorielles de décarbonation. L'Ademe travaille également à l'établissement de plans de transition bas carbone pour neuf secteurs d'industries grandes consommatrices d'énergie. De plus, selon la feuille de route du Ministère de l'économie et des finances, sept filières ont une feuille de route préliminaire.

Les Plans de transitions sectoriels constituent l'une des actions du projet LIFE Finance ClimAct[285], lequel contribue à la mise en œuvre de la SNBC de la France et du Plan d'action finance durable de l'Union Européenne. Une fois ces plans réalisés, il sera opportun de les approcher globalement afin de bénéficier d'une vision d'ensemble de l'évolution du secteur. À titre illustratif, la recours à une technologie non mature telle le capture et le stockage du carbone (CSC) est perçue comme la solution aux émissions résiduelles par beaucoup d'acteurs. Même si son développement s'opère, les sollicitations pourraient être telles qu'il ne serait pas possible de répondre à la demande, particulièrement en déploiement de réseau.

Ces Plans de transitions sectoriels étant en cours d'élaboration, il est donc encore trop tôt pour évaluer leur ambition cumulée. Par ailleurs, des efforts doivent se poursuivre du côté des pouvoirs publics pour orienter, à travers ses commandes, les filières industrielles. De même, l'accompagnement des filières en restructuration est encore à préciser même si des éléments se retrouvent dans le plan de relance.

I2 : engager dès aujourd'hui le développement et l'adoption de technologies de rupture pour réduire et si possible supprimer les émissions résiduelles

Le gouvernement a pris des mesures pour limiter les émissions de gaz fluorés comme l'inclusion du respect de la réglementation sur ces GES au programme des inspections des installations classées depuis 2020. Toutes prises en compte, les émissions liées à ces gaz sont en baisse de plus de 50 % entre 1990 et 2019, mais cette diminution stagne dès lors qu'elle est rapportée à la production[286]. De plus, il est à noter des évolutions fortement différentes. Par exemple, les HFC, après une forte diminution au début des années 1990, ont connu une hausse significative pour retrouver leur niveau de début de période. À cet égard, la taxe sur les HFC, inscrite dans le PLF 2018 et devant entrer en vigueur cette année mais qui a été retardée, envoie un mauvais signal aux émetteurs de ce gaz au pouvoir de réchauffement global particulièrement marqué et ce malgré la baisse en 2019 de -1,6 Mt éqCO_2 des émissions de gaz fluorés catégorie à laquelle les HFC appartiennent, du fait de l'application de dispositions réglementaires.

Par ailleurs, cette orientation vise à engager la France dès aujourd'hui sur la voie du développement de technologies de rupture. L'hydrogène, grâce au plan de relance, s'est vu doter d'une enveloppe financière confortable. Mais la CSC ne fait pas encore l'objet d'une véritable impulsion par les pouvoirs publics. L'UE, à travers son programme de recherche et d'innovation Horizon 2020, a lancé à Dunkerque le premier projet français de CSC à échelle industrielle. Soutenu entre autres par ArcelorMittal, Axens et Total, il bénéficie d'une subvention de 14,8 M€. Si cette technologie fait l'objet de nombreuses mises en garde quant à son coût financier comme énergétique – par exemple, les capacités de CSC paraissent aujourd'hui négligeables en France[287] – elle est partie intégrante de la SNBC. Il est donc essentiel que les pouvoirs publics s'impliquent largement afin d'accompagner la recherche et d'encadrer les risques potentiels liés à cette technologie comme à d'autres.

Le financement de l'accompagnement des industries dans la transition écologique a pris un tournant significatif à travers le plan de relance. Mais selon I4CE[288], le manque de données limite la connaissance des investissements réalisés. Il ne permet pas de présenter un état complet des besoins d'investissements comme des investissements défavorables au climat, d'autant que des effets de verrouillage pourraient survenir si des technologies sont privilégiées et se retrouveraient être une impasse. En 2019, les investissements dans l'industrie représentaient une faible part du

total des investissements en faveur du climat : 1,1 Mrd € sur un total de 47,9 Mrd €, soit 2,3 %. Plus de la moitié du volume dévolu à l'industrie finançait l'efficacité énergétique. Le reste des financements était dirigé vers les énergies renouvelables (EnR) ou la réduction des émissions de GES non-CO_2. Ces montants sont loin d'être suffisants quand bien même le plan de relance les complète. Car la transition dans l'industrie nécessite des investissements à plusieurs niveaux : les procédés doivent évoluer vers des solutions sobres en énergie, en matériaux et peu émettrices. Les investissements en efficacité sont également nécessaires que ce soit dans le domaine énergétique ou matière (par exemple le recyclage).

Électricité, notamment avec l'augmentation de la part des EnR dans le mix énergétique, hydrogène et CSC impliquent enfin de développer des réseaux spécifiques pour mettre en relation les sites de production ou de capture et les sites de consommation ou de stockage[289]. L'enjeu est d'implanter ou d'accompagner des unités industrielles entières, et pas seulement d'agir sur une partie de leurs procédés, tout en accordant une attention particulière à la dimension internationale faite de concurrence et de complémentarités. De plus, la volonté de relocaliser la production industrielle, à supposer qu'elle se fasse en France plutôt qu'ailleurs en Europe, entrainerait des besoins énergétiques supplémentaires. Un cadre réglementaire et des financements importants sont nécessaires pour faire en sorte que ces nouvelles installations inscrites dans le temps long soient totalement décarbonées.

- **I3 :** donner un cadre incitant à la maîtrise de la demande en énergie et en matières, en privilégiant les énergies décarbonées et l'économie circulaire

  Que ce soit en incitant la maîtrise de la demande en énergie et en matière, en augmentant la sobriété carbone des entreprises grâce aux bilans GES et audits énergétiques ou en développant l'économie circulaire, la valorisation des déchets et de la chaleur fatale, des mesures vont dans le sens de la décarbonation du secteur. Elles sont néanmoins insuffisantes sans des obligations plus contraignantes, comme sur la durabilité des produits ou la fin des usages plastiques à court terme.

  En particulier, concernant l'efficacité et la sobriété matière, des bilans doivent être développés. En effet, pour les seuls métaux, le contenu carbone de ces substances est très important[290]. Un MACF pourrait internaliser leur externalité carbone et favoriser, avec un prix significatif, la sobriété et l'efficacité matière, tout en ne dispensant pas les pouvoirs publics d'un cadre réglementaire contraignant. L'économie circulaire est un élément déterminant de la transition mais ne consiste qu'en un allongement de vie[291] et peut ne pas suffire à compenser les besoins énergétiques croissants que certains sous-secteurs connaissent comme l'acier[292].

  Deux autres points d'attention concernent cette orientation :

  - Comme mentionné ci-dessus, des mesures défavorables au climat ont été adoptées dans la Loi de finance 2020, envoyant un mauvais signal aux industriels.
  - La substitution des vecteurs fossiles par de l'électricité n'est probante que si le déploiement des EnR se fait à un rythme soutenu.

- **Politiques publiques :** alignées avec l'orientation SNBC. **Objectifs :** probablement atteints.
- **Politiques publiques :** partiellement alignées avec l'orientation SNBC. **Objectifs :** incertitudes non négligeables sur leur réalisation.
- **Politiques publiques :** éloignées de l'orientation SNBC. **Objectifs :** risques importants d'en dévier significativement.
- **Politiques publiques :** impossible de juger de leur contribution à SNBC. **Objectifs :** atteinte impossible à anticiper.

Tableau A.9 – : Éléments d'appréciation de la mise en œuvre des orientations **de la SNBC pour le secteur de l'agriculture**

A1 : Réduire les émissions directes et indirectes de N_2O et CH_4, en s'appuyant sur l'agroécologie et l'agriculture de précision »

Cette orientation cible le cœur des émissions du secteur agricole : le méthane et le protoxyde d'azote. Deux grandes familles d'actions peuvent être envisagées même s'il est possible d'agir conjointement avec l'agroécologie. Concernant le méthane, les principaux paramètres sont la taille du cheptel et le niveau des émissions par tête. L'accompagnement de la filière à venir via le plan stratégique national (PSN)[293] est donc critique. Les initiatives comme Life carbon dairy de l'Institut de l'élevage sont à soutenir et à accompagner pour toucher de nombreuses exploitations.

Du côté du N_2O, il a bien été intégré que le besoin de développer les légumineuses est essentiel pour diminuer les apports d'engrais minéraux azotés et la déforestation importée résultant de la consommation de soja. Car la production des engrais minéraux, très gourmande en énergie, s'accompagne d'émissions importantes dans le secteur industriel. La France s'est fixée l'ambition de doubler sa surface agricole en légumineuses pour atteindre 8 %[294]. Plusieurs dispositifs existent, allant de la PAC au Plan de relance, mais le PSN comme la pérennisation des aides aux légumineuses du plan de relance seront essentielles pour assurer l'atteinte de l'objectif de la SNBC. Ces mesures doivent être suivies et accompagnées d'autres mesures plus structurelles conduisant à la réduction de l'usage des engrais azotés (cf projet de loi climat et résilience).

A2 : Réduire les émissions de CO_2 liées à la consommation d'énergie fossile et développer l'usage des énergies renouvelables

Cette orientation est moins importante pour la décarbonation du secteur étant donné ses faibles émissions de CO_2. Le plan de relance va dans le sens d'une transformation des méthodes de production agricoles grâce au financement des diagnostics carbone et à la somme allouée au remplacement des agroéquipements mais il faudra suivre l'effet de ces remplacements sur les émissions du secteur.

La récente annonce du report de la hausse de la TICPE (taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques) sur le gazole non routier ne va pas dans le sens d'une réduction des émissions de CO_2 dans le secteur de l'agriculture.

A3 : Développer la production d'énergie décarbonée et la bioéconomie pour contribuer à la réduction des émissions de CO_2 françaises, et renforcer la valeur ajoutée du secteur agricole »

Parmi les pistes de cette orientation, la génération de méthane à partir de déjections animales, de résidus de culture, de résidus agro-alimentaires, etc. est considérée comme prometteuse. Le développement des méthaniseurs est toutefois plus récent en France que dans certains pays voisins européens. La PPE en fixe les objectifs. Elle prévoit d'injecter entre 20 et 30 TWh de biométhane d'ici 2030 contre 1 TWh en 2019. Ces objectifs supposent de restituer à grande échelle aux sols les apports correspondant à des digestats (sous-produits de la méthanisation) ce qui pose des questions sanitaires et réglementaires. Afin de développer l'offre de méthanisation agricole, les mesures adoptées portent sur les tarifs de rachat (loi EGALIM), les droits à l'injection dans les réseaux de gaz pour des structures de taille moyenne ou petite, l'aide au financement des équipements de valorisation énergétique (Ademe à travers le Fonds chaleur et le FEADER).

Pour autant, même si les projets actuels de méthanisation aboutissent, l'objectif de la SNBC ne serait pas atteint : 10 TWh de capacités manqueraient[295]. Il faudra également agir plus globalement en considérant la méthanisation dans l'ensemble de la transformation des systèmes agricoles et alimentaires.

Le développement de la bioéconomie – utilisation du bois, des résidus, etc. – par la structuration des filières tardent en France.

A4 : Stopper le déstockage actuel de carbone des sols agricoles et inverser la tendance, en lien avec l'initiative 4p1000, les sols pour la sécurité alimentaire et le climat »

Afin de réduire la libération du carbone des sols, de nombreuses dispositions doivent être prises. La PAC, à travers les dispositifs de conditionnalité ou les paiements verts, est un acteur majeur de cette orientation qu'il faut renforcer *via* l'écorégime du Plan national stratégique.

La France s'est saisie trop récemment de l'enjeu grâce à la mise en place de mesures dans France relance. Elle consacre néanmoins 3,7 Mds € pour la préservation de la biodiversité, lutte contre artificialisation des sols, transition agro-écologique et la plantation linéaire de haies.

Il est trop tôt pour juger de l'efficacité de ces mesures. Mais il est à noter que les mesures européennes n'ont pas permis de maintenir les prairies permanentes ou les surfaces en agroforesterie alors qu'elles auraient dû augmenter[296]. De même, l'artificialisation progresse en France. Seul un ralentissement est envisagé, oubliant des objectifs de renaturation.

A5 : Influencer la demande et la consommation dans les filières agro-alimentaires en lien avec le Programme national de l'alimentation et de la nutrition (PNAN)

La mise en place de menu végétarien (à titre expérimental dans le projet de loi climat et résilience), de l'opération « 1 000 restaurants durables » (France relance) ou de l'expérimentation de l'affichage environnemental des produits alimentaires (loi AGEC) participent aux missions d'information et de sensibilisation. Elles doivent néanmoins s'accompagner de mesures incitatives ou contraignantes pour transformer les systèmes alimentaires. La restauration collective a un rôle particulier dans cette transition et en particulier au sein de cette orientation. Que ce soit à travers la lutte contre le gaspillage alimentaire, la valorisation des circuits courts ou la montée en gamme des productions agricoles, elle est au cœur du système actuel. Les mesures et plans en place – objectif de réduction de 50 % de réduction du gaspillage d'ici 2025 ou contrats de filières dont l'objectif est de monter en gamme dans EGALIM – ou prévus – développement des circuits courts de France relance – n'y portent pas une attention et les moyens suffisants pour atteindre les objectifs de la SNBC.

A6 : : Améliorer les méthodologies d'inventaires et de suivi

France relance offre des financements aux agriculteurs pour la réalisation de diagnostics carbone. Les méthodologies actuelles d'inventaire sont parfois assorties d'une grande incertitude comme le montre le différentiel entre les évaluations du Citepa et du CGDD[297]. La recherche dans ce domaine doit donc être également soutenue.

- **Politiques publiques :** alignées avec l'orientation SNBC. **Objectifs :** probablement atteints.
- **Politiques publiques :** partiellement alignées avec l'orientation SNBC. **Objectifs :** incertitudes non négligeables sur leur réalisation.
- **Politiques publiques :** éloignées de l'orientation SNBC. **Objectifs :** risques importants d'en dévier significativement.
- **Politiques publiques :** impossible de juger de leur contribution à SNBC. **Objectifs :** atteinte impossible à anticiper.

Tableau A.10 – : Éléments d'appréciation de la mise en œuvre des orientations **de la SNBC pour le secteur de l'énergie**

E1 : Décarboner et diversifier le mix énergétique notamment *via* le développement des énergies renouvelables (chaleur décarbonée, biomasse et électricité décarbonée)

Cette orientation couvre la totalité des enjeux de l'énergie à savoir le besoin de produire une énergie décarbonée, de diversifier le mix énergétique et d'assurer une sécurité des approvisionnements. Les indicateurs de suivi de cette orientation ne permettent pas d'observer la totalité des changements en cours. Un indicateur d'empreinte de la production énergétique pourrait s'avérer pertinent d'autant que les importations de gaz de roche mère *via* la GNL tendent à augmenter.

Le respect des objectifs de la PPE permettrait d'être en cohérence avec le budget carbone d'ici 2030[298] et plusieurs mesures vont dans le sens du respect des futurs budgets carbone : l'arrêt des centrales à charbon pour 2022 bien que ralentit par la prolongation d'une partie de l'activité de la centrale de Cordemais autorisée en 2020, les différentes mesures de simplification administrative, et l'implication des SRADDET dans le développement des EnR. Cependant, le secteur de l'énergie est le seul secteur à qui a été assigné des plafonds supérieurs aux émissions constatées lors de l'élaboration de la SNBC, évitant un débat autour du nucléaire et des énergies renouvelables aux dépens d'une stratégie de décarbonation.

La France fait état d'un retard concernant l'augmentation des EnR dans son mix énergétique. En 2019, la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie est de 5,8 points de pourcentage inférieur à l'objectif de 23 % à atteindre en 2020. Surtout la trajectoire de déploiement des énergies renouvelables s'éloigne, depuis 2010, de plus en plus du rythme à tenir[299]. La France est ainsi, en 2020, le deuxième pays de l'UE le plus éloigné de ces objectifs en termes d'augmentation de la part des EnR dans son mix[300]. Au-delà des freins techniques[301] et administratifs, le gel de la taxe carbone obère les dynamiques d'investissement dans les réseaux de chaleur biomasse que ce soit en nouvel établissement ou en conversion gaz vers biomasse. En outre, les financements ne sont pas en adéquation avec les objectifs même si un comblement du retard s'opère. Les mesures accompagnent et facilitent la réalisation de l'orientation, mais cette dernière appelle surtout à une augmentation des moyens financiers d'autant que la SNBC2 projette d'accélérer sur la période 2023-2028.

E2 : Maîtriser la demande *via* l'efficacité énergétique et la sobriété et lisser la courbe de demande électrique en atténuant les pointes de consommation saisonnières et journalières

Cette orientation porte sur les usages de l'énergie et est donc une orientation transversale. Le secteur de l'énergie n'a que peu d'influence sur l'efficacité et aucun sur la sobriété. Elle est mesurée par deux indicateurs : l'intensité énergétique du PIB décroît depuis 1990 mais le rythme semble ralentir[302] ; la consommation finale d'énergie a connu une croissance quasi continue entre 1990 et 2004 avant enfin de s'infléchir à la baisse à partir de 2016[303]. Remarquons que la plupart des mesures qui vont dans le sens d'une maîtrise de la demande d'énergie ont été prises avant 2015. De plus, peu de mesures soutenant la sobriété ont été mises en place (voir encadré 3.4.).

Il est essentiel d'aborder cette problématique énergétique dans sa globalité afin de rendre le système résilient aux besoins et au changement climatique.

Cette orientation devrait en outre inviter à s'interroger sur la courbe de charge, laquelle définit les besoins horaires et contraint les outils de production. À ce jour, il n'existe pas d'évaluation suffisante sur la prise en compte de l'impact des politiques de substitution du côté de la demande sur la courbe de charge. Par exemple, l'électrification du chauffage ou du parc automobile conduira à des besoins en pointe élevés[304]. Or ceux-ci sont assurés aujourd'hui par les moyens les plus flexibles et ils sont carbonés. Les réponses à apporter s'inscrivent à la fois du côté de la demande grâce à l'efficacité énergétique du bâti qui permet un écrêtement de la pointe, grâce à un report de la demande et à l'aide d'un mix de solutions allant des réseaux de chaleur à des sources de production variées en passant par un système de stockage (de quotidien à saisonnier). Il est essentiel d'aborder cette problématique énergétique dans sa globalité afin de rendre le système résilient aux besoins et au changement climatique.

E3 : : Maîtriser la demande *via* l'efficacité énergétique et la sobriété et lisser la courbe de demande électrique en atténuant les pointes de consommation saisonnières et journalières

Les débats autour des options ne progressent qu'insuffisamment. Il demeure toujours des questions concernant les réseaux de gaz et de chaleur. Au-delà de 2035, la vision du mix énergétique demeure confuse quant aux rôle respectif des vecteurs dans l'approvisionnement de la France neutre en carbone, ainsi que des systèmes de production, de transport et d'interopérabilité à développer pour l'atteindre. Une telle vision permet d'opérer les investissements nécessaires qui s'inscrivent dans le long terme.

- **Politiques publiques :** alignées avec l'orientation SNBC. **Objectifs :** probablement atteints.
- **Politiques publiques :** partiellement alignées avec l'orientation SNBC. **Objectifs :** incertitudes non négligeables sur leur réalisation.
- **Politiques publiques :** éloignées de l'orientation SNBC. **Objectifs :** risques importants d'en dévier significativement.
- **Politiques publiques :** impossible de juger de leur contribution à SNBC. **Objectifs :** atteinte impossible à anticiper.

A.4.1 ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

La notion d'« extrême » renvoie à plusieurs acceptions distinctes, quoique liées. En statistique, l'extrême désigne un écart significatif à la moyenne, parfois qualifiée de « normale »[305]. La notion d'extrême est donc relative aux valeurs communément rencontrées. Dans les sciences du climat et en hydrologie, on parle d'extrême lorsqu'une « variable météorologique ou climatique prend une valeur située au-dessus (ou au-dessous) d'un seuil proche de la limite supérieure (ou inférieure) de la plage des valeurs observées pour cette variable »[306]. Un extrême climatique ou météorologique dépend donc de la région du globe où l'on se situe : le seuil pour définir une canicule n'est pas le même à Brest et à Toulouse. Enfin, en sciences sociales, un événement extrême se définit à partir des dégâts mesurés et/ou de la perception que les individus en ont. Un phénomène de faible intensité peut parfois avoir des conséquences catastrophiques parce que les populations exposées n'ont pas su ou pu l'anticiper s'y préparer ou réagir de manière adéquate. Certains processus physiques peuvent aussi être perçus comme extrêmes, alors qu'ils sont d'intensité relativement modérée et de fréquence moyenne.

On distingue aussi les **événements météorologiques extrêmes des événements climatiques extrêmes**[307]. Les premiers se déroulent sur une courte échelle de temps, allant d'une journée à quelques jours. Les vagues de chaleur en Europe en 2017 et 2018 en sont un bon exemple. Les seconds ont lieu sur une période plus longue et peuvent résulter de l'accumulation de plusieurs événements météorologiques (extrêmes ou non). L'accumulation de jours faiblement pluvieux tout au long de la saison par exemple peut par exemple conduire à une sécheresse.

Après examen de l'état des connaissances scientifiques, le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) constate des changements dans les phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Dans son rapport spécial de 2012, le GIEC établit un lien de causalité entre les extrêmes et le changement climatique d'origine anthropique : « *l'évolution du climat modifie la fréquence, l'intensité, l'étendue, la durée et le moment d'apparition des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes, et peut porter ces phénomènes à des niveaux sans précédent. La modification des extrêmes peut être liée à un changement de la moyenne, la variance ou la forme de la distribution de probabilité, ou encore de ces trois paramètres à la fois* ».

Dès 2012, le GIEC indique également que « *le degré de confiance dans la projection d'une variation du sens et de l'ampleur des extrêmes climatiques dépend de nombreux facteurs, dont le type d'extrême, la région et la saison, la quantité et la qualité des données d'observation, la compréhension des processus sous-jacents et la fiabilité avec laquelle ces derniers sont simulés dans les modèles* ». Le rapport ajoute que les impacts sur les sociétés résulteront de la combinaison de la variabilité naturelle du climat, du changement climatique d'origine anthropique et des dynamiques socio-démographiques propres à chaque territoire.

Depuis, des progrès considérables ont été accomplis dans l'attribution scientifique des événements extrêmes au changement climatique. Par le passé, les scientifiques ont fait preuve d'une très grande prudence sur le lien de causalité entre des événements précis et le changement global. Désormais, il est possible d'évaluer de quelle manière le changement climatique dû aux activités humaines affecte la probabilité d'occurrence d'un évènement, ses caractéristiques (intensité, durée…) et la possibilité même de sa survenue. La méthode utilisée est alors différente de l'attribution « statistique », à grande échelle sur des ensembles d'évènements.

4.1.1 MÉTHODOLOGIE APPLIQUÉE EN SCIENCES DE L'ATTRIBUTION POUR DES ÉVÈNEMENTS PARTICULIERS

Pour mettre en évidence ce lien de causalité, les scientifiques commencent par déterminer les probabilités liées aux phénomènes extrêmes en période présente et en période passée (avec une concentration de gaz à effet de serre beaucoup plus faible). Pour déterminer ces probabilités, il est possible de recourir aux données d'observation, aux distributions généralisées ou aux distributions statistiques ajustées. Les experts comparent ensuite les résultats obtenus avec les deux types de modélisation et identifient les écarts significatifs[308].

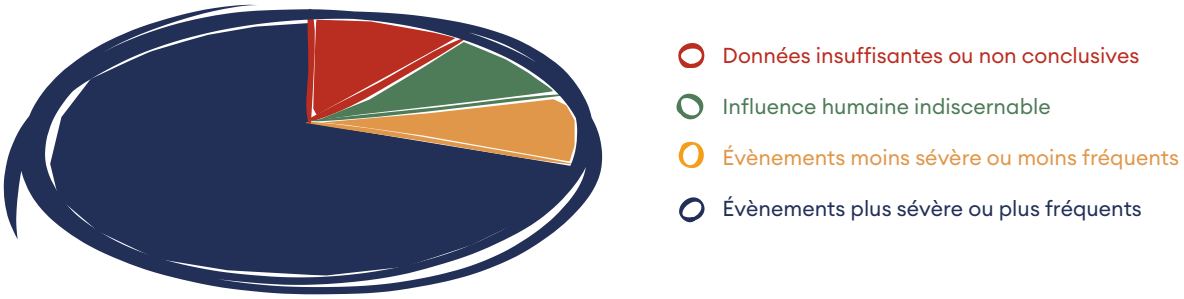
L'analyse des phénomènes extrêmes depuis les années 2000 montre que l'influence des activités humaines sur ces phénomènes extrêmes est visible dans 79 % des cas[309].

Le lien de causalité est particulièrement démontré pour les événements liés à la chaleur (vagues de chaleur telles que celles de 2003 et 2019 en France, stress thermique et températures chaudes extrêmes), risques hydrologiques (crues et inondations, les épisodes orageux, étiages, sécheresses). Le lien de causalité n'a pas pu être mis en évidence seulement pour les cyclones[310].

L'attribution des extrêmes météorologiques et climatiques peut être réalisée à différentes échelles territoriales : les grandes régions du monde telles que le pourtour méditerranéen ou l'Europe Centrale a ou à celle de la France[311].

Le lien de causalité est également observable pour certaines sècheresses (65 % sont attribuables au changement climatique), pluies extrêmes et crues majeures (causalité identifiée dans 58 % des cas[312]).

Figure A1 – Résumé de l'influence humaine dans les études
sur l'attribution des évènements climatiques



Source : **https://www.carbonbrief.org/mapped-how-climate-change-affects-extreme-weather-around-the-world**

A.4.2 L'AUGMENTATION DE LA SINISTRALITÉ POUR LES RISQUES HYDRO-CLIMATIQUES À HORIZON 2050

En 2015[313], l'étude réalisée par la Fédération de l'assurance avec le scénario RCP 4.5 donnait une augmentation du coût cumulé des sinistres de plus de 90 % d'ici à 2040. La hausse imputée au changement climatique était évaluée à 30 %, le reste étant dû à l'augmentation de la valeur du patrimoine couvert et de l'exposition en zone à risque.

En 2018[314], la Caisse centrale de réassurance (CCR) et Météo-France indiquaient que pour un scénario RCP 8.5, à enjeux assurés identiques, la perte annuelle moyenne augmenterait de 30 %. Dans le détail, l'étude note un accroissement de 23 % pour les sécheresses, 38 % pour les inondations (dont 50 % pour le ruissellement et 24 % pour le débordement) et 82 % pour les submersions marines et l'élévation du niveau marin.

À l'horizon 2050, la sinistralité (ratio sinistres à primes) augmenterait de 50 %. La fréquence et la sévérité des événements contribueraient pour 35 % et la concentration dans les zones à risques pour 15 %. L'étude montre en outre de fortes disparités territoriales. Sur la façade atlantique, les dommages augmenteraient de plus de 60 % à certains endroits (évolution démographique et hausse du niveau marin). L'accroissement de la vulnérabilité en Île-de-France se traduirait par une hausse supérieure à 40 %. L'augmentation serait d'environ 30 % pour les départements du pourtour méditerranéen.

Même si le RCP 8.5 est souvent qualifié d'improbable, les deux études, dont celle avec le scénario RCP 4.5, montrent une augmentation de la sinistralité, qui sera prise en compte par les actuaires[315]. Elle se traduira par une augmentation des cotisations d'assurance voire la non-assurabilité de certains risques.

A.4.3 L'HABITABILITÉ DES TERRITOIRES FACE AU CLIMAT QUI CHANGE

L'habitabilité d'un territoire désigne au départ le fait qu'il offre des conditions bio-physiques qui permettent à des humains de l'occuper de façon permanente ou temporaire. Les travaux de sciences humaines et sociales montrent cependant que les sociétés humaines pouvaient habiter des milieux *a priori* extrêmement hostiles, au prix toutefois de coûts sociaux, technologiques, financiers ou environnementaux, majeurs. L'habitabilité d'un territoire dépend aussi des rapports que les individus et les sociétés tissent avec leur environnement. Le sentiment de sécurité, le bien-être, l'aspiration à une vie digne, l'attachement au lieu, expliquent le souhait d'habiter (ou non) tel ou tel lieu. À l'inverse, habiter certains lieux est parfois subi.

En modifiant les conditions biophysiques, le changement climatique menace l'habitabilité de certains territoires. L'augmentation des températures ou de l'humidité, la diminution de certaines ressources, les risques sanitaires, dégradent les conditions de vie et le bien-être. Plus largement, la récurrence d'événements dommageables entraîne des pertes, mais aussi des coûts importants de reconstruction. Enfin, certains territoires sont menacés de submersion du fait de l'élévation du niveau de la mer.

Avec un climat qui change, la question se pose donc de savoir quels territoires devront être absolument protégés, quels espaces seront abandonnés ou occupés de façon temporaire, quelles populations et activités devront être relocalisées et à quelle échéance. En cas de catastrophe, faudra-t-il absolument reconstruire et, si oui, où et comment ? Enfin, le changement climatique pourra entraîner des relocalisations spontanées ou forcées, temporaires ou définitives, avec des déplacements de populations à l'intérieur des territoires et entre l'hexagone et les régions ultra-marines mais aussi entre la France et le reste du monde.

A.4.4 LES RÉGIMES D'INDEMNISATION FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE, UN RISQUE POUR LA TRANSITION JUSTE

Le rapport de la mission d'information sénatoriale sur « la gestion des risques climatiques et l'évolution de nos régimes d'indemnisation » précise qu'une part de l'augmentation du coût des catastrophes naturelles d'ici 2050 sera dû à l'accroissement des valeurs assurées. Elle sera couverte par une augmentation des primes d'assurance. La part liée à l'augmentation des aléas et de la vulnérabilité pourrait en revanche nécessiter une augmentation de la prime additionnelle CAT-NAT, qui passerait de 12 à 18 %. Dans les deux cas, ces augmentations se répercuteront sur le pouvoir d'achat des assurés.

Le régime CAT-NAT, fondé sur la solidarité nationale, est unique au monde. Pour autant, il est loin de couvrir tous les dommages associés aux aléas climatiques. Par exemple, l'agriculture, qui est pourtant le secteur le plus sensible à ces aléas, ne relève pas du régime CAT-NAT. La couverture des risques pour les agriculteurs repose sur deux régimes complémentaires et exclusifs l'un de l'autre, le régime des calamités agricoles et le régime assurantiel, peu utilisé par la profession. Le manque de couverture qui en résulte fait peser des risques financiers importants et croissants sur tout un secteur, qui doit par ailleurs faire des efforts importants d'évolution pour des raisons climatiques et environnementales. Les petites exploitations agricoles non assurées seront particulièrement vulnérables aux pertes, sachant que le revenu disponible des agriculteurs est déjà très contraint[316].

Autre exemple, les collectivités territoriales sont couvertes par la garantie CAT-NAT pour les biens et les véhicules, mais une partie des bâtiments et des infrastructures n'est, en pratique, pas assurables, à cause du montant potentiel des dommages. En cas de sinistre majeur, les collectivités territoriales bénéficient d'une dotation budgétaire de solidarité (L. 1613-6 du CGCT).

Le poids des pertes, comme toute dépense financière, s'évalue au regard d'un budget disponible. Plus la collectivité

sera petite et/ou peu dotée en ressources, plus le reste à charge non indemnisé pèsera lourd, et entrera en concurrence avec d'autres dépenses classiques, qu'il s'agisse des services publics, des dépenses sociales ou d'investissement. L'atteinte aux équipements et infrastructures pose en outre la question de l'accès aux habitants et aux entreprises à un ensemble de services élémentaires, avec un risque de marginalisation accrue pour certains territoires déjà isolés ou mal reliés, notamment dans les zones peu denses ou/et défavorisées.

A.4.5 LA NOUVELLE STRATÉGIE D'ADAPTATION DE L'UE

Non prescriptive, la stratégie doit être révisée tous les 5 ans. Elle comprend 38 actions (contre 8 en 2013,) réparties entre action interne à l'Europe et action internationale.
Elle insiste sur :

- l'acquisition, l'application et l'opérationnalisation des données et connaissances en matière de climat. La plateforme Climate-ADAPT[317] doit être renforcée et élargie avec, en particulier, la création d'un observatoire de la santé[318].

- le caractère systémique entre pays, mais aussi entre programmes européens. L'adaptation (et le climat) deviennent « prédominants » et ne sont plus limités aux questions de biodiversité et d'énergie, mais sont désormais prises en compte dans les questions de développement économique, de santé etc.

- L'intégration de l'adaptation aux outils de gestion des risques, qu'il s'agit d'uniformiser au niveau européen. Ceci implique d'une part de renforcer le dialogue avec le secteur de l'assurance et de mettre en place de nouveau outils de gestion de la ressource en eau douce, *via* l'utilisation de « permis » et d'« allocation ».

- La promotion des solutions fondées sur la nature (en particulier les puits de carbone), en raison de leurs co-bénéfices multiples. Grâce aux Eco-schemes de la PAC, la Commission souhaite par exemple soutenir l'agriculture de conservation des sols afin de régénérer les sols.

A.4.6 LE *BUILD BACK BETTER* OU COMMENT TRANSFORMER LA CATASTROPHE EN OCCASION D'ADAPTATION TRANSFORMATIVE

Le *build back better* (BBB), littéralement « reconstruire en mieux », a été décrit officiellement pour la première fois dans le Cadre de Sendai des Nations unies pour la réduction des risques de catastrophe (2015-2030). BBB signifie mettre en œuvre une reconstruction préventive, avec de nouveaux matériaux, de nouvelles normes, une nouvelle architecture, de nouvelles infrastructures de protections, en relocalisant parfois, mais aussi modifier l'aménagement du territoire, développer les systèmes d'alerte et de prévention, optimiser les ressources, améliorer la culture du risque et de la sécurité. Le BBB implique de s'attaquer aux causes profondes de la vulnérabilité. Il présuppose que la résilience s'opère au prix de transformations structurelles et que le relèvement est un temps d'apprentissage, d'innovation et d'émergence, pour le bénéfice des populations et des activités présentes sur le territoire. Le BBB permet en effet d'augmenter bien-être et la sécurité, dans le respect des objectifs de développement durable. Le BBB demande de raisonner à moyen et long terme, afin que les mesures prises dans l'immédiat après-crise n'accroissent pas les vulnérabilités.

A.4.7 LES BESOINS DE FINANCEMENT POUR L'ADAPTATION : INVESTISSEMENT OU FONCTIONNEMENT ?[319]

L'adaptation peut générer des besoins d'investissements spécifiques : infrastructures de protection, systèmes d'alerte, relocalisation d'actifs etc. Toutefois, l'adaptation exige surtout du temps, des compétences et donc des ressources suffisantes en fonctionnement et en expertise.

En amont, des ressources humaines supplémentaires sont nécessaires pour :

- Expliquer les enjeux, travailler l'appropriation par toutes les parties prenantes, inscrire l'adaptation à l'agenda politique

- Définir, piloter et animer une véritable politique de l'adaptation qui soit prise en compte dans les politiques sectorielles à tous les échelons (nationale, régionale, locale). Cela implique de mettre en place des interlocuteurs/référents adaptation, d'organiser le rapportage et capitaliser les expériences.

En aval, du temps et des compétences dédiées sont aussi cruciales pour :

- Disposer de capacités à faire face à des situations de crise pour les organismes en première ligne (hôpitaux, pompiers etc.). L'existence de marge de manœuvre suffisantes implique de pouvoir disposer de réserves mais aussi que le fonctionnement normal ne soit pas calibré au plus juste.

- La mise en œuvre d'actions sur le terrain et la transformation des pratiques existantes. En effet, l'adaptation nécessite souvent moins d'investissements additionnels que de modifier les pratiques professionnelles existantes pour qu'elles intègrent les enjeux d'un climat qui change.

- Être en capacité d'expérimenter et d'innover. En effet, parce que les enjeux et les solutions sont particulièrement contextualisés, l'adaptation se prête mal à la généralisation d'actions standards mais implique d'expérimenter y compris en matière de financement. Outre la diversité de financements publics possibles qu'il faut parfois articuler, il peut être utile de tester des modèles économiques innovants permettant de mutualiser les sources de financement :
  - entre sites et projets
  - le long d'une chaine de valeur via une approche par coût global qui rémunère les investissements par les économies en cours d'usage
  - entre plusieurs chaines de valeur (paiements pour services écosystémiques par exemple).

Toutes ces évolutions sont primordiales pour les investissements structurants et leur gestion (bâtiments, aménagements, le réseaux d'approvisionnement et de transports) et la définition des modèles de développement économique et territoriaux.

Inscrire l'adaptation dans les pratiques professionnelles des différentes parties prenantes implique donc que :

- L'état et les collectivités locales[320] doivent pouvoir d'évaluer leur budget à l'aune de l'adaptation, en plus de l'atténuation.

- L'adaptation figure dans le mandat des gestionnaires d'infrastructures de mobilité et des infrastructures énergétiques, des gestionnaires et délégataires d'infrastructures d'intérêt local (eau et assainissement) des gestionnaires de parcs immobiliers publics et des bailleurs publics, des opérateurs d'aménagement et de grands programmes publics de modernisation (du réseau ferroviaire, de la ville ou du bâti) Comme c'est le cas au Royaume-Uni depuis 2008 pour environ 90 organisations assurant des missions de service public[321].

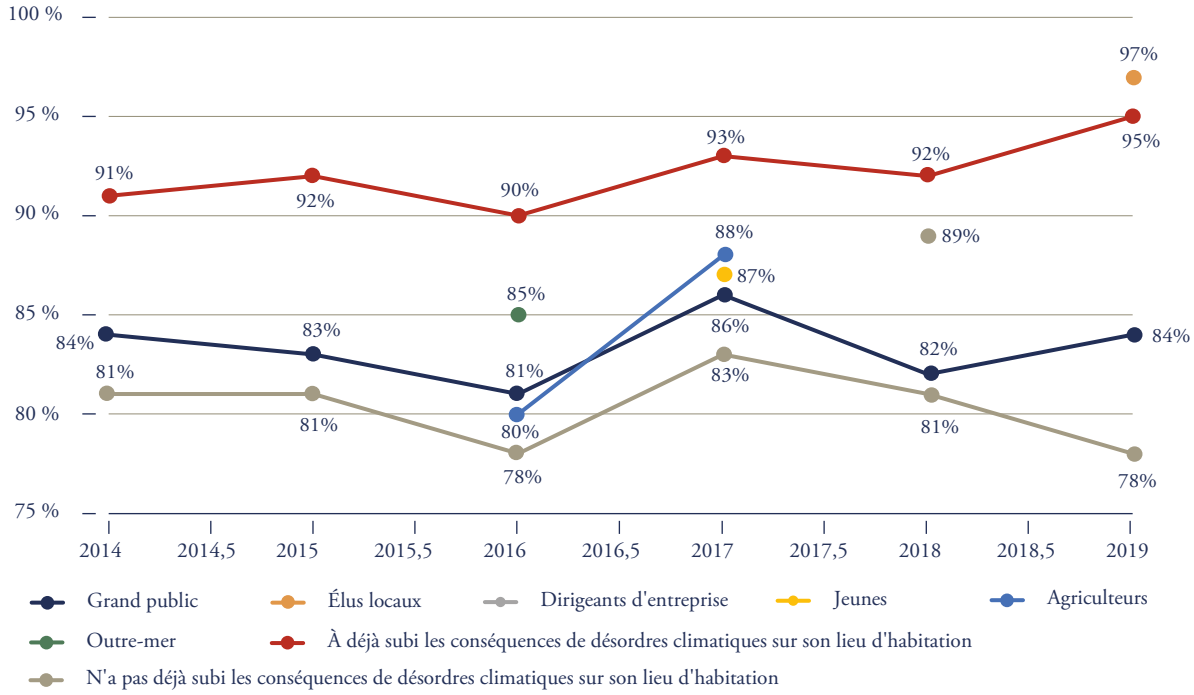
- Les acteurs doivent pouvoir avoir accès à l'ingénierie nécessaire au niveau national (ANCT ou la Banque des territoires) ou local (agences locales d'urbanisme, de développement économique) soit garantie.

- Au final, c'est bien avant tout des moyens humains, des compétences et des évolutions organisationnelles qui manquent aujourd'hui à l'adaptation en France. Ces premières analyses qualitatives sur les besoins de fonctionnement restent encore à quantifier en termes de volumes financiers.

A.4.8 LES FRANÇAIS EN ATTENTE D'ADAPTATION

Figure A.2 – Les Français **en attente d'adaptation**

Réponses "oui " à la question "Pensez-vous que votre territoire sera obligé de prendre des mesures importantes dans les décennies à venir pour s'adapter a ux nouvelles conditions climatiques ?



Source : données ADEME (« Représentations sociales du changement climatique », OpinionWay pour l'ADEME, 2014-2015-2016-2017-2018-2019), traitement HCC

La nécessité de l'adaptation est largement admise dans la population métropolitaine, ultramarine et les décideurs politiques et économiques français. À la question « Pensez-vous que votre territoire sera obligé de prendre des mesures importantes dans les décennies à venir pour s'adapter aux nouvelles conditions climatiques », les Françaises et les Français répondent à plus de 80 % « oui, certainement » ou « oui, probablement ». Ils sont même plus de 90 % à déclarer avoir déjà subi les « conséquences de désordres climatiques sur leur lieu d'habitation ». Ce lien entre exposition aux aléas climatiques et nécessité de l'adaptation avait déjà été mis en évidence en 2016 pour les populations ultramarines[322] (85 % de oui contre 81 % pour la métropole). On peut également noter que la prise de conscience des agriculteurs[323], dont les activités sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques, a progressé. Ainsi, ils étaient 80% en 2016 et 88 % en 2017 à répondre « oui », avec un niveau de certitude encore plus marqué chez les exploitants en agriculture biologique. Le récent rapport de la FNSEA[324] sur la question climatique témoigne aussi de la prise en compte de l'atténuation et de l'adaptation par l'ensemble de la profession.

L'âge joue en faveur de la perception de la nécessité de l'adaptation. Les moins de 30 ans[325], priorisent plus facilement l'environnement par rapport à d'autres questions socio-économiques. Ils se montrent plus sensibles aux enjeux climatiques que leurs aînés et répondent beaucoup plus « oui, certainement » (37 %) à la nécessité de l'adaptation que les 65 ans et plus (26 %).

Le fait d'être en situation de pouvoir, et donc de responsabilité, se traduit aussi par une conscience accrue des nécessités de l'adaptation. Alors que la catégorie socio-professionnelle influe peu sur les réponses, 89 % des dirigeants d'entreprise de plus de 50 salariés[326] en 2018 (contre 82 % pour la population globale) et, plus encore, 97 % des élus locaux[327] en 2019 (contre 84 % de la population française), sont convaincus que leur territoire devra prendre des mesures importantes dans les prochaines décennies pour s'adapter aux nouvelles conditions climatiques.

NOTES ET RÉFÉRENCES

1. CITEPA. (2021).« CCNUCC. Le rapport d'inventaire officiel dans le cadre de la Convention Climat ». **https://www.citepa.org/fr/ccnucc/**
2. CITEPA. (2020). « Secten. Le rapport de référence sur les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en France ». **https://www.citepa.org/fr/secten/**
3. Service des Données et Études Statistiques-SDES. (2021). « Bilan énergétique de la France pour 2019 ». **https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/bilan-energetique-2019/avant-propos**
4. RTE. (2020). « Bilan électrique 2019 ». **https://assets.rte-france.com/prod/public/2020-06/bilan-electrique-2019_1_0.pdf**
5. CITEPA. « Baromètre mensuel des émissions ». **https://www.citepa.org/fr/barometre/**
6. Météo France. (2020). « Bilan climatique de l'hiver 2019 – 2020 ». **http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/bilans-climatiques/843/bilan-climatique-de-l-hiver-2019-2020#**
7. RTE. (2021). « Bilan électrique français 2020 : une année marquée par la crise sanitaire et la progression de l'éolien dans le mix électrique». **https://www.rte-france.com/actualites/bilan-electrique-francais-2020**
8. Agence européenne de l'environnement. **https://www.eea.europa.eu/fr**
9. Haut conseil pour le climat. (2020 a). « Rénover mieux : leçons d'Europe ». **https://www.hautconseilclimat.fr/publications/renover-mieux-lecons-deurope/**
10. *Journal officiel de la République française*. (2015). « Décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone ». **https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGIARTI000041816446/2020-04-24/**
11. Journal officiel de la République française. (2020). « Décret n° 2020-457 du 21 avril 2020 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone ». **https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGIARTI000041815681/2020-04-24/**
12. *Journal officiel de la République française*. (2020). Op. cit.
13. *Journal officiel de la République française*. (2019). « Loi n°2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat (1) ». **https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039355955**
14. GIEC. (2018). Glossaire [Matthews, J.B.R. (éd.)]. In « Le réchauffement planétaire de 1,5 °C. ». Rapport spécial du GIEC, octobre. [Publié sous la direction de Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J.B.R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M.I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M. et Waterfield, T.]. **https://www.ipcc.ch/sr15/**
15. Middlemiss, L., Mulder, P., Hesselman, M., Feenstra, M., Tirado Herrera, S. et Straver, K. (2021). « Energy Poverty and the Energy Transition. Towards Improved Energy Poverty Monitoring, Measuring and Policy Action » TNO White Paper. **https://www.tno.nl/en/about-tno/news/2020/11/energy-poverty-and-the-energy-transition/**
16. Voir « Périmètres et définitions ». (2020). Observatoire national des emplois et métiers de l'économie verte. **https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Onemev_perimetres_definitions.pdf**
17. L'observatoire national des emplois et métiers de l'économie verte | Ministère de la Transition écologique (ecologie.gouv.fr)
18. Programme des Nations unies pour l'Environnement. (2020). « Rapport 2020 sur l'écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions ». **https://www.unep.org/fr/emissions-gap-report-2020**
19. Le Quéré, C., Peters, G.P., Friedlingstein, P. *et al*.(2021). « Fossil CO_2 Emissions in the Post-COVID-19 Era ». Nature Climate Change 11, 197–199. **https://doi.org/10.1038/s41558-021-01001-0**
20. Agence internationale de l'énergie. (2021). « Global Energy Review: CO_2 Emissions in 2020 ». **https://www.iea.org/articles/global-energy-review-co2-emissions-in-2020**
21. Haut conseil pour le climat. (2020 b). « Redresser le cap, relancer la transition », p. 25-29. **https://www.hautconseilclimat.fr/publications/rapport-annuel-2020**
22. Jones, C.D., *et al*. (2021). « The Climate Response to Emissions Reductions Due to COVID-19: Initial Results From CovidMIP ». *Geophysical Research Letters* 48 (8). **https://doi.org/10.1029/2020GL091883**
23. Agence internationale de l'énergie. (2021). *Op. cit.*
24. Organisation météorologique mondiale. (2020). « Bilan des gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère, d'après les observations effectuées à l'échelle du globe en 2019 ». *Bulletin sur les gaz à effet de serre* n°16. **https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21818**
25. Larsen *et al*. (2021).°« Preliminary US Greenhouse Gas Emissions Estimates for 2020 » . **https://rhg.com/research/preliminary-us-emissions-2020**
26. Agence internationale de l'énergie (2021). « Global Energy Review 2021 ». **https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021**
27. US Carbon Monitor. Consulté en mai 2021. **https://carbonmonitor.org/**
28. Haut conseil pour le climat. (2020 b). *Op. cit*. p. 30-36.
29. Vivid Economics. (2021). « Greenness of Stimulus Index », février. **https://www.vivideconomics.com/casestudy/greenness-for-stimulus-index/**
30. OCDE. (2021). « Focus on Green Recovery ». Consulté en avril. **https://www.oecd.org/coronavirus/en/themes/green-recovery**
31. Haut conseil pour le climat. (2020 c). « France Relance : quelle contribution à la transition bas-carbone ? » . **https://www.hautconseilclimat.fr/publications/france-relance-quelle-contribution-a-la-transition-bas-carbone/**
32. « Tracking the Contribution of National Covid-19 Recovery Efforts Towards a Climate Neutral EU ». Green Recovery Tracker. Consulté en avril 2021. **https://www.greenrecoverytracker.org/**
33. O'Callaghan, B., Yau, N., Murdock, E., Tritsch, D., Janz, A., Blackwood, A., Purroy Sanchez, L., Sadler, A., Wen, E., Kope, H., Flodell, H., Tillman-Morris, L., Ostrovsky, N., Kitsberg, A., Lee, T., Hristov, D., Didarali, Z., Chowdhry, K., Karlubik, M., Shewry, A., Bialek, F., Wang, M., Rosenbaum, N., Gupta, S., Hazell, T., Angell, Z., et Hepburn, C. (2020). Global Recovery Observatory. Oxford University Economic Recovery Project. Consulté en avril 2021. **https://recovery.smithschool.ox.ac.uk/tracking/**
34. Green Economy Tracker. Green Covid-19 Recovery. Consulté en avril 2021. https://greeneconomytracker.org/policies/green-covid-19-recovery
35. Haut conseil pour le climat. (2020 c). *Op. cit.*
36. Plan de relance. Volet Écologie. **https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance/tableau-de-bord/ecologie**
37. Plan de relance. Les cartographies du plan de relance. **https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance/cartographies**
38. Haut conseil pour le climat. (2020 c). *Op. cit.* .
39. « Prime à la conversion des véhicules particuliers en 2018. Une évolution socio-économique *ex post* ». (2019). **http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/document.html?id=Temis-0090070**
40. Conseil des ministres. (2020). « Le plan de relance - Compte rendu du Conseil des ministres », 3 septembre. **https://www.gouvernement.fr/conseil-des-ministres/2020-09-03/le-plan-de-relance**
41. Haut conseil pour le climat. (2020 c). *Op. cit.*
42. Journal officiel de la République française. (2020). « Loi n° 2020-1721 du 29 décembre 2020 de finances pour 2021 ». **https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000042753580/**
43. Dans sa lettre de mission, le comité est appelé à fournir « une analyse détaillée des effets du choc sur le tissu économique et sur nos entreprises, en fonction de leur taille, de leur secteur d'activité et de leur implantation géographique » ainsi que d'évaluer « l'adéquation des mesures de soutien économique au regard de l'ampleur et de la nature du choc généré par l'épidémie, et leur efficience au regard de l'impact significatif de ces mesures sur les finances publiques ».

44. Comité de suivi des mesures de soutien financier aux entreprises confrontées à l'épidémie de Covid-19. (2020). « Lettre de mission du Premier ministre au président ». **https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/200421_lettre_de_mission_b._coeure.pdf**
45. Comité de suivi des mesures de soutien financier aux entreprises confrontées à l'épidémie de Covid-19. (2021). « Rapport d'étape. » **https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2021-rapport-etape-coeure-avril_0.pdf**
46. Haut conseil pour le climat. (2019). *Op. cit.*
47. Haut conseil pour le climat. (2019). *Ibid.*
48. 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/
49. Haut conseil pour le climat (2019). *Op. cit.*
50. « Rapport annuel neutralité carbone 2019 » (2020). Réponse du gouvernement remise au Parlement et au CESE le 10 janvier.
51. *Journal officiel de la République française*. (2015). «Loi n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République », Art. L. 4251-10. **https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000030985460**
52. Ademe. (2021). « Carte de l'avancement des PCAE. Suivi national ». **https://www.territoires-climat.ademe.fr/ressource/636-232**
53. Association NégaWatt. (2019). « Cadre harmonisé pour le volet énergie des SRADDET ». **https://negawatt.org/Cadre-harmonise-pour-le-volet-energie-des-SRADDET**
54. Association NégaWatt.(2019). « Analyse et concaténation du volet énergie des SRADDET ». **https://negawatt.org/Analyse-et-concatenation-du-volet-energie-des-SRADDET**
55. ADCF, Intercommunalités de France. (2020). « Mise en œuvre des PCAET. État des lieux ». *Focus environnement*, décembre. **https://www.adcf.org/files/THEME-Environnement/FOCUS-PCAET.pdf**
56. Commission européenne. (2020). « Committing to Climate-Neutrality by 2050: Commission Proposes European Climate Law and Consults on the European Climate Pact ». **https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_335**
57. Conseil européen. (2020).« Réunion du 10 et 11 décembre. Conclusions ». **https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2020/12/11/european-council-conclusions-10-11-december-2020/**
58. European Environment Agency. (2021). « National Emissions Reported to the UNFCCC and to the EU Greenhouse Gas Monitoring Mechanism ». **https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/national-emissions-reported-to-the-unfccc-and-to-the-eu-greenhouse-gas-monitoring-mechanism-17**
59. Ministère de l'Économie, des finances et de la relance. (2021). « Plan national de relance et de résilience ». **https://www.economie.gouv.fr/presentation-plan-relance**
60. Conseil européen. (1997). « Résolution du Conseil européen relative au pacte de stabilité et de croissance », Amsterdam, 17 juin. *Journal Officiel des Communautés européennes*. **https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:31997Y0802(01)&from=EN**
61. Comité budgétaire européen. (2019). « Assessment of EU Fiscal Rules with a Focus on the Six and Two-Pack Legislation », August. **https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/2019-09-10-assessment-of-eu-fiscal-rules_en.pdf**
62. Commission européenne. « Système d'échange de quotas d'émission de l'UE (SEQE-UE) ». **https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_fr**
63. International Maritime Organization. « Initial IMO GHG Strategy ». In Focus. **https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx**
64. Commission européenne. « Réduire les émissions dues au secteur du transport maritime ». **https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/shipping_fr**
65. Commission européenne. (2021). « Assessment of ICAO's global market-based measure (CORSIA) pursuant to Article 28b and for studying cost pass-through pursuant to Article 3d of the EU ETS Directive », direction générale pour l'Action climatique. **https://ec.europa.eu/clima/index_fr**
66. Commission européenne. « Réforme structurelle du SEQE-UE ». **https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/reform_fr**
67. Commission européenne. « Réexamen de la phase 4 (2021-2030) ». **https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/revision_fr**
68. Branger, F. et Quirion, P. (2015). Reaping the Carbon Rent: Abatement and Overallocation Profits in the European Cement Industry, Insights from an LMDI Decomposition Analysis, Energy Economics, 47, (C), 189-205. **https://econpapers.repec.org/article/eeeeneeco/v_3a47_3ay_3a2015_3ai_3ac_3ap_3a189-205.htm**
69. Haut conseil pour le climat. (2020 d). « Maîtriser l'empreinte carbone de la France ». Réponse à la saisine du gouvernement. **https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2020/10/hcc_rapport_empreinte-carbone.pdf**
70. Cour des comptes européenne. (2020). « Système d'échange de quotas d'émission de l'UE : les quotas gratuits doivent être mieux ciblés ». **https://www.eca.europa.eu/lists/ecadocuments/insr20_18/insr_eu-ets_fr.pdf**
71. Organisation mondiale du commerce. « Règles de l'OMC et politiques environnementales : les exceptions du GATT. » **https://www.wto.org/french/tratop_f/envir_f/envt_rules_exceptions_f.htm**
72. OECD, Trade and Agriculture Directorate and Environment Directorate. (2014). « Border Carbon Adjustment and International Trade: a Literature Review ». Joint Working Party on Trade and Environment. COM/TAD/ENV/JWPTE(2014)51/FINAL. Paris: OECD, Bueb, J., Richieri Hanania, L. et Le Clézio A. (2017). *Border Adjustment Mechanisms: Elements for Economic, Legal, and Political Analysis*. Oxford University Press.
73. Commission européenne. « Système d'échange de quotas d'émission de l'UE (SEQE-UE) », *Op. cit.*
74. Commission européenne. « Réexamen de la phase 4 (2021-2030) ». Op. cit.
75. L'année 2013 correspond au début de la troisième phrase de fonctionnement de l'EU ETS et à la baisse du plafond d'émissions d'environ 38 $MtCO_2$ par an.
76. Institute for Climate Economics, I4CE. (2019). « L'état du marché carbone européen ». **https://www.i4ce.org/download/letat-du-marche-carbone-europeen-edition-2019/**
77. Ecoact. (2021). « Marché européen du carbone : rapport 2021 sur l'état de l'EU ETS ». **https://eco-act.com/fr/marche-du-carbone/marche-europeen-du-carbone-rapport-2021/**
78. Commissariat général au développement durable. (2019). « Chiffres clés du climat : France, Europe et Monde ». (2019). p. 35. **https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-05/datalab-46-chiffres-cles-du-climat-edition-2019-novembre2018.pdf**
79. Commission européenne. « Cadre d'action en matière de climat et d'énergie d'ici à 2030 ». **https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_fr**
80. European Environment Agency. (2021). « Share of Energy Consumption from Renewable Sources in Europe ». Indicator Assessment. **https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/renewable-gross-final-energy-consumption-5/assessment**
81. Commission européenne. (2020). « EU Green Deal – Revision of the Energy Taxation Directive ». **https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12227-Revision-of-the-Energy-Tax-Directive**
82. Commission européenne. (2020). « Développer les énergies renouvelables en mer pour une Europe climatiquement neutre ». **https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_20_2096**
83. Commission européenne. (2019). « Annexe de la communication relative au pacte vert pour l'Europe ». **https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?qid=1596443911913&uri=CELEX:52019DC0640#document2**
84. Commission européenne. (2020). « A Renovation Wave for Europe -Greening our Buildings, Creating Jobs, Improving Lives ». **https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/eu_renovation_wave_strategy.pdf**
85. Haut conseil pour le climat (2020 a). *Op. cit.*
86. Commission européenne. (2019). « Annexe de la communication relative au pacte vert pour l'Europe ». *Ministère de la Transition écologique. (2021).« Plan d'action climat ». https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20194_bilan_Plan-Action-Climat-litteraire-5.pdf*
87. Commission européenne. (2020). « Promoting Sustainable Mobility: Commission Proposes 2021 to Be the European Year of Rail ». **https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_364**
88. Commission européenne. (2020). « Pacte vert pour l'Europe - Proposition de révision de la directive sur la taxation de l'énergie ». **https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12227-Pacte-vert-pour-l%E2%80%99Europe-Proposition-de-revision-de-la-directive-sur-la-taxation-de-l%E2%80%99energie_fr**
89. Commission européenne. (2019). « Annexe de la communication relative au pacte vert pour l'Europe ». *Op. cit.*
90. Service des données et études statistiques (SDES) - Les facteurs d'évolution des émissions de CO2 liées à l'énergie en France de 1990 à 2018 **https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/les-facteurs-devolution-des-emissions-de-co2-liees-lenergie-en-france-de-1990-2018?rubrique=25**
91. Insee – Transport intérieur de marchandises par mode **https://www.insee.fr/fr/statistiques/2016004**
92. En tenant compte uniquement des émissions territoriales, hors transports internationaux (maritime et aérien). L'ensemble des chiffres des deux paragraphes sont issues de l'Agence européenne de l'environnement.

93. Le nouveau cycle européen de conduite, en anglais *New European Driving Cycle* ou NEDC, est un cycle de conduite automobile conçu pour imiter de façon reproductible les conditions rencontrées sur les routes européennes. Il a été remplacé entre 2017 et 2018 par la procédure d'essai mondiale harmonisée pour les véhicules légers , en anglais *Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures* ou WLTP. Afin de pouvoir comparer les émissions des véhicules neufs à travers le temps, il est possible d'utiliser la norme NEDC corrélée qui permet de convertir la norme WLTP en un équivalent NEDC.
94. ICCT - Market monitor: European passenger car registrations, January–December 2020 **https://theicct.org/publications/market-monitor-eu-jan2021**
95. European commission - CO_2 emission performance standards for cars and vans **https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation_en**
96. Samuel Klebaner – novembre 2020 – Automobile : l'essor du SUV, un choix avant tout politique – The Conversation **https://theconversation.com/automobile-lessor-du-suv-un-choix-avant-tout-politique-149781**
97. ICCT – September 2021 - Fact sheet: Real-world usage of plug-in hybrid electric vehicles **https://theicct.org/publications/phev-fs-eng-sept2020**
98. France relance p.93-96 **https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/plan-de-relance/annexe-fiche-mesures.pdf**
99. Cour des comptes – Note d'analyse de l'exécution budgétaire 2020 et années antérieures (voire recommandation n°3 p.8 pour l'année 2020 **https://www.ccomptes.fr/fr/documents/55384)**
100. Ademe – juin 2020 - Évaluation d'un scénario SNBC 2 sans hausse de taxe carbone et sans prix-fictifs *ad hoc* **https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2020/07/valuation-dun-scnario-snbc2-sans-hausse-de-taxe-carbone-et-sans-prix-fictifs-ad-hoc-ademe.pdf**
101. Boston Consulting Group – février 2020 - Evaluation d'impact des mesures prises depuis 2017 sur la réduction des gaz à effet de serre en France à horizon 2030 **https://www.ecologie.gouv.fr/ministere-transition-ecologique-publie-etude-evaluant-limpact-carbone-des-mesures-prises-2017** et Carbone 4 - février 2021 - L'État français se donne-t-il les moyens de son ambition climat ?
http://www.carbone4.com/publication-letat-francais-se-donne-t-moyens-de-ambition-climat/
102. ObSoCO – décembre 2020 - L'Observatoire des mobilités émergentes – Hors-série
https://lobsoco.com/wp-content/uploads/2021/01/LObSoCo-Chronos-I-Observatoire-des-mobilites-emergentes-Hors-serie-COVID-I-Infographie.pdf
103. *Ibidem*
104. Le Monde – décembre 2020 - L'e-commerce défend son rôle d'amortisseur de la crise
https://www.lemonde.fr/economie/article/2020/12/08/l-e-commerce-defend-son-role-d-amortisseur-de-la-crise_6062606_3234.html
105. Haut conseil pour le climat – juillet 2020 – Redresser le cap, relancer la transition – encadré p.51
https://www.hautconseilclimat.fr/publications/rapport-annuel-2020/
106. Observatoire du cycle - avril 2021 - chiffres clés du marché 2020
https://www.unionsportcycle.com/fr/les-actualites/2021-04-08/observatoire-du-cycle-2020-une-annee-hors-norme-pour-le-velo
et Vélo et territoire - avril 2021 - Bulletin #1 Fréquentation vélo en France
https://www.velo-territoires.org/wp-content/uploads/2021/04/2021_04_14_Bulletin-Frquentation-vlo-en-France.pdf
107. McKinsey & Company – September 2020 - Five COVID-19 aftershocks reshaping mobility's future
https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/five-covid-19-aftershocks-reshaping-mobilitys-future
108. Observatoire du cycle - avril 2021 - chiffres clés du marché 2020
109. Kraus, S., & Koch, N. (2021). Provisional COVID-19 infrastructure induces large, rapid increases in cycling. Proceedings of the National Academy of Sciences, 118(15). **https://www.pnas.org/content/118/15/e2024399118.short**
110. Observatoire du cycle - avril 2021 - chiffres clés du marché 2020
111. European Commissions – Cycling **https://ec.europa.eu/transport/themes/clean-transport-urban-transport/cycling_en**
112. European Commissions – July 2020 – Special Eurobarometer 495 : Mobility and Transport (p.9) **https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2226**
113. Boston Consulting Group – février 2020 - Evaluation d'impact des mesures prises depuis 2017 sur la réduction des gaz à effet de serre en France à horizon 2030 (p.39) **https://www.ecologie.gouv.fr/ministere-transition-ecologique-publie-etude-evaluant-limpact-carbone-des-mesures-prises-2017**
114. FTI Intelligence - may 2018 - Impact of electrically chargable vehicles on jobs and growth in the EU
https://www.fticonsulting.com/-/media/Files/us-files/intelligence/intelligence-research/impact-electrically-chargeable-vehicles-jobs-growth-eu.pdf ticpe
115. 11,3 milliards d'euros de recettes fiscales via la TICPE en 2019. Source : Cour des comptes – Note d'analyse de l'exécution budgétaire 2020 - Recettes fiscales de l'État **https://www.ccomptes.fr/fr/documents/55417**
116. Direction générale du Trésor – avril 2021 - Les usagers de la route paient-ils le juste prix de leurs circulations ?
https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2021/04/27/les-usagers-de-la-route-paient-ils-le-juste-prix-de-leurs-circulations
117. Bruegel – november 2018 - The distributional effects of climate policies **https://www.bruegel.org/2018/11/distributional-effects-of-climate-policies/**
118. Eurostat **https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/t2020_rk320/default/bar?lang=fr**
119. Autorité de régulation des transports – juillet 2020 - Comparaison France-Europe du transport ferroviaire
https://www.autorite-transports.fr/wp-content/uploads/2020/07/comparaison-france-europe-transport-ferroviaire.pdf
120. *Ibidem*.
121a. France relance p.89-90 **https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/plan-de-relance/annexe-fiche-mesures.pdf**
121b. https://www.i4ce.org/plan-de-relance-fret-ferroviaire-climat/
122. Patrice Geoffron – oct 2020 - Plan de relance : encore trop peu, mais pas trop tard pour le fret ferroviaire
https://www.i4ce.org/plan-de-relance-fret-ferroviaire-climat/
123. Direction générale du Trésor – avril 2021 - Les usagers de la route paient-ils le juste prix de leurs circulations
https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2021/04/27/les-usagers-de-la-route-paient-ils-le-juste-prix-de-leurs-circulations [lien hypertexte à mettre en gras et à activer]
124. European Commission – 2021 – Sustainable & smart mobility strategy
https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2021-mobility-strategy-and-action-plan.pdf
125. Commissions européenne – Rail **https://ec.europa.eu/transport/modes/rail_en**
126. Service des données et études statistiques (SDES) - Les facteurs d'évolution des émissions de CO_2 liées à l'énergie en France de 1990 à 2018
https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/les-facteurs-devolution-des-emissions-de-co2-liees-lenergie-en-france-de-1990-2018?rubrique=25
127. IEA (2020), Energy efficiency and economic stimulus, IEA, Paris **https://www.iea.org/articles/energy-efficiency-and-economic-stimulus**
128. Faruqui, Ahmad, Sanem Sergici, and Ahmed Sharif. "The impact of informational feedback on energy consumption–A survey of the experimental evidence." *Energy* 35.4 (2010): 1598-1608. **https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544209003387**
129. INSEE. Tableau de bord de la conjoncture. Consulté le 22 avril 2021 **https://www.insee.fr/fr/statistiques/2107840#titre-productioIndustrielle**
130. Ministère de la Transition écologique (2021), *Ibid*.
https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2021-04/datalab_essentiel_243_bilan_energetique_provisoire_avril2021.pdf
131. Ministère de la transition écologique et solidaire (2021), Bilan énergétique de la France en 2020 - Données provisoire, Data Lab, Commissariat général au développement durable, avril 2021.
132. Ministère de la transition écologique et solidaire (2020), Les facteurs d'évolution des émissions de CO_2 liées à l'énergie en France de 1990 à 2018, Data Lab, Commissariat général au développement durable, avril 2020.
133. Ministère de l'économie et des finances. L'industrie chimique en France. Consulté en avril 2021.
https://www.entreprises.gouv.fr/fr/l-industrie-chimique-france
134. Ministère de la Transition écologique. Suivi des indicateurs de la transition bas-carbone. Consulté en avril 2021.
http://indicateurs-snbc.developpement-durable.gouv.fr/part-des-emissions-industrielles-soumises-a-des-a119.html et CGDD/DGT/DGF (2020), Rapport sur l'impact environnemental du budget de l'État.
https://www.vie-publique.fr/rapport/276480-rapport-sur-limpact-environnemental-du-budget-de-letat
135. Ademe (2021). Plans de Transition Sectoriels, Mémo d'analyse des enjeux de décarbonation du secteur, Ciment. **https://finance-climact.fr/publication/**
136. https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1
137. https://www.infociments.fr/chiffres-cles
138. L'Ademe vise cet objectif dans leur scénario de synthèse et s'accorde avec le scénario 2DS de l'AIE où 66 % de taux de clinker est atteint dès 2030.
139. R. Guo, Wang J., Bing L., Tong D., Ciais P., Davis S. J., Andrew R. M., Xi F. and Liu Z. (2021), Global CO_2 uptake by cement from 1930 to 2019, Earth System Science Data, Colume 13, n°4, pp. 1791-1805, **https://doi.org/10.5194/essd-13-1791-2021**
140. Agreste, calculs Haut conseil pour le climat.
141. Agreste (2020), Synthèses conjoncturelles, juin 2020, n°359,
https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/SynCsm20359/consyn359202006ConsoViande.pdf

142. Agreste (2020), Graph'Agri2020, **https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/GraFra2020Chap3.3/Graf2012%20-%20Engrais,%20produits%20de%20protection%20des%20cultures.pdf**
143. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, FAOSTAT.
144. Grassi, G., Stehfest, E., Rogelj, J. **et al.** (2021), Critical adjustment of land mitigation pathways for assessing countries' climate progress. *Nat. Clim. Chang*. 11, 425–434. **https://doi.org/10.1038/s41558-021-01033-6**
145. Ceccherini, G., Duveiller, G., Grassi, G., Lemoine, G., Avitabile, V., Pilli, R., & Cescatti, A. (2020). Abrupt increase in harvested forest area over Europe after 2015. *Nature*, 583(7814), 72-77.
146. Dhôte J.-F. et A. Colin (2017), Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois françaises dans l'atténuation du changement climatique ? Rapport INRA et IGN. **https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/etude-forets-bois-et-changement-climatique-rapport-2.pdf**
147. Roux A., Dhôte J.-F. (Coordinateurs), Achat D., Bastick C., Colin A., Bailly A., Bastien J.-C., Berthelot A., Bréda N., Caurla S., Carnus J.-M., Gardiner B., Jactel H., Leban J.-M., Lobianco A., Loustau D., Meredieu C., Marçais B., Martel S., Moisy C., Pâques L., Picart-Deshors D., Rigolot E., Saint-André L., Schmitt B. (2017). Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois françaises dans l'atténuation du changement climatique? Une étude des freins et leviers forestiers à l'horizon 2050. Rapport d'étude pour le Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, INRA et IGN, 101 p. + 230 p. (annexes). **https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/etude-forets-bois-et-changement-climatique-rapport-2.pdf**
148. La mortalité annuelle représente en moyenne 0,3 % du volume total de bois vivant sur pied. **https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/memento_2020.pdf** et **https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/memento_2019_web-2.pdf**
149. **https://www.onf.fr/onf/+/583::changement-climatique-quelles-pistes-pour-la-reconstruction-des-forets.html**
150. **https://www.onf.fr/onf/+/2e0::epidemie-de-scolytes-les-forestiers-de-lonf-sur-le-front.html**
151. IGN (2020), Le Mémento, Inventaire forestier, édition 2020. **https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/memento_2020.pdf**
152. Qin, Y., Xiao, X., Wigneron, JP. *et al*., (2021) Carbon loss from forest degradation exceeds that from deforestation in the Brazilian Amazon. *Nat. Clim. Chang*. **https://doi.org/10.1038/s41558-021-01026-5**
153. Agreste (2021), L'occupation du sol entre 1982 et 2018, Les dossiers n°3.
https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/Dos2103/Dossiers%202021-3_TERUTI.pdf
154. Agreste (2021), *ibid*.
155. https://artificialisation.biodiversitetousvivants.fr/bases-donnees/teruti-lucas
156. THEMA/Efese, mars 2019 **https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-33141-etude.pdf**
157. France Stratégie (2019). Objectif « Zéro artificialisation nette » : quels leviers pour protéger les sols ?, Rapport au ministre de la Transition écologique et solidaire, au ministre de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales et au ministre chargé de la Ville et du logement. **https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-rapport-2019-artificialisation-juillet.pdf**
158. Commission européenne, Technical Report - 2013 - 063EnvironmentThe impact of EU consumption on deforestation: Comprehensive analysis of the impact of EU consumption on deforestation, Final report, 2019, **https://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/1.%20Report%20analysis%20of%20impact.pdf**
159. Commission européenne. (2013). « The impact of EU consumption on deforestation: Comprehensive analysis of the impact of EU consumption on deforestation », Technical Report 2013-63. **https://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/1.%20Report%20analysis%20of%20impact.pdf**
160. WWF (2021), Quand les européens consomment, les forêts se consument.
https://www.wwf.fr/sites/default/files/doc-2021-04/20210414_Rapport_Quand-les-europeens-consomment-les-forets-se-consument_WWF.pdf
161. Angerand S. et B. Patentreger (2020), Mettre fin aux importations de soja issu de la conversion d'écosystèmes naturels d'Amérique du SudProposition d'un mécanisme pour mettre en œuvre les engagements français, Canopée, AFD, CST forêt, MEAE.
https://www.canopee-asso.org/wp-content/uploads/2020/09/Rapport-SOJA_09-2020-1.pdf
162. WWF (2021), *opt cit*.
163. Pendrill, F., Persson, U. M., Godar, J., Kastner, T., Moran, D., Schmidt, S. and Wood, R. (2019). Agricultural and forestry trade drives large share of tropical deforestation emissions. Global Environmental Change, 56. 1–10. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.03.002
164. Haut conseil pour le climat (2020). Maîtriser l'empreinte carbone de la France.
165. Escobar N. *et al*. (2020), Spatially-explicit footprints of agricultural commodities: Mapping carbon emissions embodied in Brazil's soy exports, Global Environmental Change, Volume 62, Mai 2020.
https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0959378019308623?token=3CEAE847C930E85BD94FEDAFE850D3B6FB86C1862557FE2A93275F965E21B8A34BC5928E61E0F19E09B3EE90A7EF57D7
166. Qin, Y., Xiao, X., Wigneron, JP. *et al*. (2021), *opt. cit.*
167. Brisson N. et F., Frédéric Levrault, 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.
168. Agreste Infos rapides (2020), Grandes cultures, octobre 2020 n°144. **https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/IraGcu20144/2020_144inforapgdescultures.pdf**
169. Ben-Ari, T., Boé, J., Ciais, P., Lecerf, R., Van der Velde, M., & Makowski, D. (2018). Causes and implications of the unforeseen 2016 extreme yield loss in the breadbasket of France. *Nature communications*, 9(1), 1-10. **https://doi.org/10.1038/s41467-018-04087-x**
170. T. A. Brás, J. Seixas, N. Carvalhais et J. Jägermeyr (2021), Severity of drought and heatwave crop losses tripled over the last five decades in Europe, Environmental Research Letters, 1748-9326. **https://doi.org/10.1088/1748-9326/abf004**
171. Ben-Ari, T. *et alii*. (2018), *opt. cit.*
172. Agreste Conjoncture (2021), En 2021, le gel historique d'avril ampute fortement la production d'abricots, n°2021-52.
https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/IraFru21052/2021_052inforapabricot.pdf
173. Agreste synthèses conjoncturelles (2020), Bilan conjoncturel 2020, n°365.
https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/BilanConj2020/detail/
174. Agreste conjoncture (2020), Faibles rendements des grandes cultures en 2020, n°2020-164.
https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/IraGcu20164/detail/
175. Ben-Ari, T. *et alii*. (2018), *ibid*.
176. Bies-Peré H., H. Lapie, J. Limouzin et O. Dauger (2020), Faire du défi climatique une opportunité pour l'agriculture, Rapport d'orientation 2020, FNSEA.
177. Par exemple : Guyomard, H., Bureau J.-C. et al. (2020), Research for AGRI Committee – The Green Deal and the CAP: policy implications to adapt farming practices and to preserve the EU's natural resources. European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies? Brussels.
https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/629214/IPOL_STU(2020)629214_EN.pdf
178. Commission européenne (2021), List of potential AGRICULTURAL PRACTICES that ECO-SCHEMEScould support.
https://ec.europa.eu/info/news/commission-publishes-list-potential-eco-schemes-2021-jan-14_en
179. Aubert P.-M. et Paux X. (2021), La certification Haute Valeur Environnementale dans la PAC : enjeux pour une transition agroécologique réelle, IDDRi, Sciences PO,Propositions n°4, mars 2021,
https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications/Catalogue%20Iddri/Propositions/202103-PB0421_HVE_0.pdf
180. Fosse J., Faire de la politique agricole commune un levier de la transition agroécologique, France Stratégie, octobre 2019.
https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-rapport-pac-octobre-2019.pdf
181. Les plan de filières sont consultables à **https://agriculture.gouv.fr/egalim-les-plans-de-filieres**.
182. Haut conseil pour le climat (2020), « France relance » : quelle contribution à la transition bas-carbone ?
183. Haut conseil pour le climat (2020), « France relance » : quelle contribution à la transition bas carbone, un avis du Haut conseil pour le climat, décembre 2020.
184. M. Combe (2020), Qu'est-ce que l'agriculture à haute valeur environnementale ?, Natura Sciences.
https://www.natura-sciences.com/agriculture/agriculture-haute-valeur-environnementale.html
185. Haut conseil pour le climat (2020), « France relance » : quelle contribution à la transition bas carbone, un avis du Haut conseil pour le climat, décembre 2020.
186. **https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/plan-de-relance/annexe-fiche-mesures.pdf**
187. **https://bilan-electrique-2020.rte-france.com/production-emissions-de-co2/#**
188. **https://bilan-electrique-2020.rte-france.com/production-thermique-fossile/#**
189. Commissariat général au développement durable (2020), Les facteurs d'évolution des émissions de CO_2 liées à l'énergie en France de 1990 à 2018, Datalab, avril 2020.
https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/les-facteurs-devolution-des-emissions-de-co2-liees-lenergie-en-france-de-1990-2018?rubrique=28&dossier=1274

190. **https://bilan-electrique-2020.rte-france.com/production-thermique-fossile/#**
191. Base Ademe, **https://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?conventionnel.htm**
192. **https://theconversation.com/comment-expliquer-la-reussite-du-royaume-uni-dans-leolien-offshore-129952**
193. **https://ec.europa.eu/luxembourg/luxembourg/news/eu-us-joint-statement-lng_fr**
194. Commission européenne (2020), EU-U.S. LNG Trade, U.S. liquefied natural gas (LNG) has the potential to help match EU gas needs.
https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/eu-us_lng_trade_folder.pdf
195. BP Statistical Review of World Energy, 2016, 2017, 2018, 2019 et 2020.
https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf
196. Agence internationale de l'énergie (2020), European Union 2020, Energy Policy Review, juin 2020.
https://iea.blob.core.windows.net/assets/ec7cc7e5-f638-431b-ab6e-86f62aa5752b/European_Union_2020_Energy_Policy_Review.pdf
197. Commission européenne (2018), Déclaration conjointe UE - États-Unis du 25 juillet: les importations de gaz naturel liquéfié (GNL) américain vers l'Union européenne sont en hausse, Communiqué de presse. **https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/IP_18_4920**
198. Agence internationale de l'énergie (2017), World Energy Outlook. **https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017**
199. Global Energy Monitor (2021). Europe Gas Tracker Report 2021.
https://globalenergymonitor.org/wp-content/uploads/2021/03/GEM-Europe-Gas-Tracker-Report-2021.pdf
200. RTE (2021), Bilan électrique 2020, **https://bilan-electrique-2020.rte-france.com/production-nucleaire/#**
201. Le soutien aux énergies renouvelables électriques, au biométhane, et à la chaleur renouvelable sont inclues ici.
202. I4CE (2021). Climat : retour sur 10 ans de dépenses de l'État : les défis pour le prochain quinquennat. Climat : retour sur 10 ans de dépenses de l'État - I4CE.
203. I4CE (2021). Panorama des financements pour le climat.
https://www.i4ce.org/wp-core/wp-content/uploads/2021/03/Panorama-des-financements-climat-2020.pdf
204. Par exemple, les pouvoirs publics peuvent modifier les comportements des agents économiques, en utilisant, de manière complémentaire, des taxes, des normes ou des labels, vis-à-vis des différents usages, en aidant à mieux choisir au quotidien, en particulier pour l'achat des équipements.
205. Association négaWatt (2018), La sobriété énergétique, pour une société plus juste et plus durable,
https://negawatt.org/IMG/pdf/sobriete-scenario-negawatt_brochure-12pages_web.pdf
206. **https://www.economie.gouv.fr/presentation-strategie-nationale-developpement-hydrogene-decarbone-france**
207. **https://www.ecologie.gouv.fr/nicolas-hulot-annonce-plan-deploiement-lhydrogene-transition-energetique**
208. BCG (2021), Évaluation d'impact des mesures prises depuis 2017 sur la réduction des gaz à effet de serre en France à horizon 2030, Étude complète & annexe technique.
209. European Commission. (2020). *A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe*. COM (2020).
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_1259
210. **https://www.citepa.org/fr/2020_07_a14/**
211. BloombergNEF (2020), 'Hydrogen Economy' Offers Promising Path to Decarbonization.
https://about.bnef.com/blog/hydrogen-economy-offers-promising-path-to-decarbonization/
212. **https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-03/Bilan%20electrique%202020_0.pdf**
213. **https://www.ecologie.gouv.fr/impacts-du-changement-climatique-sante-et-societe**
214. Simpson, N.P. *et al*. (2021). « A Framework for Complex Climate Change Risk Assessment ». *One Earth*, Vol. 4 (4), avril.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590332221001792
215. Voir GIEC. (2018). Glossaire [Matthews, J.B.R. (éd.)]. *Op cit*. Exposition : « Présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, ressources ou services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un cadre susceptible de subir des dommages ».
216. Bassett, T.J., Fogelman, C. (2013). « Déjà Vu or Something New ? The Adaptation Concept in the Climate Change Literature », Geoforum, 48, p. 42-53 & Simonet, G. (2017). « L'adaptation, un concept systémique pour mieux panser les changements climatiques », Note de recherche. Portail *Norois*, 245 | 2017, mis en ligne le 31 décembre 2019, consulté le 16 avril 2021. **https://doi.org/10.4000/norois.6252**
217. Pelling, M. (2011). *Adaptation to Climate Change: From Resilience to Transformation*, Routledge, London
218. R. Vautard, G. J. van Oldenborgh R. Bonnet, S. Li , Y. Robin, S. Kew, S. Philip, J.-M. Soubeyroux, B. Dubuisson, N. Viovy, M. Reichstein, F. Otto, (2021) Human influence on growing period frosts like the early april 2021 in Central France,
https://www.worldweatherattribution.org/human-caused-climate-change-increased-the-likelihood-of-early-growing-period-frost-in-france/
219. Météo France. (2020). « Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS 2020 pour la métropole ».
http://www.drias-climat.fr/document/rapport-DRIAS-2020-red3-2.pdf
220. « La trajectoire RCP2.6 illustre un avenir marqué par de faibles émissions de gaz à effet de serre du fait d'efforts importants d'atténuation du changement climatique, qui se traduit dans les simulation CMIP 5 par deux chances sur trois de contenir le réchauffement planétaire sous 2 °C d'ici à 2100. En revanche, le RCP8.5 est un scénario d'émissions fortes de gaz à effet de serre en raison de l'absence de politiques destinées à lutter contre le changement climatique, conduisant à une augmentation continue et soutenue des concentrations atmosphériques en gaz à effet de serre. Parmi tous les RCP, le RCP8.5 correspond à la trajectoire d'émissions les plus élevées de gaz à effet de serre. [Il peut être fait ...] aussi référence à d'autres scénarios, dont les RCP4.5 et RCP6.0, qui correspondent à des scénarios intermédiaires d'émission de gaz à effet de serre et conduisent à des niveaux intermédiares de réchauffement. » IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate[H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press. **https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/03_SROCC_SPM_FINAL.pdf**
221. Watts, N. et al. (2021). « The 2020 Report of The Lancet Countdown on Health And Climate Change: Responding to Converging Crises », The Lancet, Vol. 397, Issue 10269. **https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673620322290X** Avec : Markus Amann, Nigel Arnell, Sonja Ayeb-Karlsson, Jessica Beagley, Kristine Belesova, Maxwell Boykoff, Peter Byass, Wenjia Cai, Diarmid Campbell-Lendrum, Stuart Capstick, Jonathan Chambers, Samantha Coleman, Carole Dalin, Meaghan Daly, Niheer Dasandi, Shouro Dasgupta, Michael Davies, Claudia Di Napoli, Paula Dominguez-Salas, Paul Drummond, Robert Dubrow, Kristie L Ebi, Matthew Eckelman, Paul Ekins, Luis E Escobar, Lucien Georgeson, Su Golder, Delia Grace, Hilary Graham, Paul Haggar, Ian Hamilton, Stella Hartinger, Jeremy Hess, Shih-Che Hsu, Nick Hughes, Slava Jankin Mikhaylov, Marcia P Jimenez, Ilan Kelman, Harry Kennard, Gregor Kiesewetter, Patrick L Kinney, Tord Kjellstrom, Dominic Kniveton, Pete Lampard, Bruno Lemke, Yang Liu, Zhao Liu, Melissa Lott, Rachel Lowe, Jaime Martinez-Urtaza, Mark Maslin, Lucy McAllister, Alice McGushin, Celia McMichael, James Milner, Maziar Moradi-Lakeh, Karyn Morrissey, Simon Munzert, Kris A Murray, Tara Neville, Maria Nilsson, Maquins Odhiambo Sewe, Tadj Oreszczyn, Matthias Otto, Fereidoon Owfi, Olivia Pearman, David Pencheon, Ruth Quinn, Mahnaz Rabbaniha, Elizabeth Robinson, Joacim Rocklöv, Marina Romanello, Jan C Semenza, Jodi Sherman, Liuhua Shi, Marco Springmann, Meisam Tabatabaei, Jonathon Taylor, Joaquin Triñanes, Joy Shumake-Guillemot, Bryan Vu, Paul Wilkinson, Matthew Winning, Peng Gong, Hugh Montgomery, Anthony Costello (2021)
222. Haut Conseil de la santé publique. (2015). « Impacts sanitaires de la stratégie d'adaptation au changement climatique ». Méthodologie de recherche et d'évaluation - Observations et recommandations. Paris : La Documentation française, collection Avis et Rapport.
https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=523
223. Ministère de la Transition écologique et solidaire, Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation. (2020). « Retour d'expérience sur l'épisode caniculaire et la sécheresse 2019 ». Rapport établi par Baudoin, E. (coordinatrice), Py, M., Stevens, D. (CGEDD) et Pujos C. (CGAAER).
https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/277225.pdf
224. En 2016, par exemple, 23 % des maternelles de Paca sont exposées au risque inondation, 42 % dans le Vaucluse ; en 2017, 20 500 jeunes sont exposés en Bourgogne-Franche-Comté (216 écoles et 41 établissements du secondaire). https://www.insee.fr/fr/statistiques/3614748
225. Easterling, W.E., Aggarwal, P.K., Batima, P., Brander, K.M., Erda, L., Howden, S.M., Kirilenko, A., Morton, J., Soussana, J.-F., Schmidhuberand, J., et Tubiello, F.N. (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, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. et Hanson, C.E., Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 273-313. **https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg2-chapter5-1.pdf**
226. ICOMOS Open Archive. (2019). « L'avenir de notre passé. Engager le patrimoine culturel dans l'action pour le climat », Burke, S., Cox, P., Daly, C., Downes, J., Gomez-Ferrer, B., A., Flores-Roman, M., Lefèvre, R.-A., Markham, A., Megarry, W., Odiaua, I., Potts, A., et Rockman, M.
https://openarchive.icomos.org/id/eprint/2452/
227. CGDD (2017), V. Antoini (2017), DATAR-Lab octobre 2017
228. Direction générale du Trésor. (2020). « Impact économique du changement climatique : revue des méthodologies d'estimation, résultats et limites », juillet.
https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2020/07/10/document-de-travail-n-2020-4-impact-economique-du-changement-climatique-revue-des-methodologies-d-estimation-resultats-et-limites

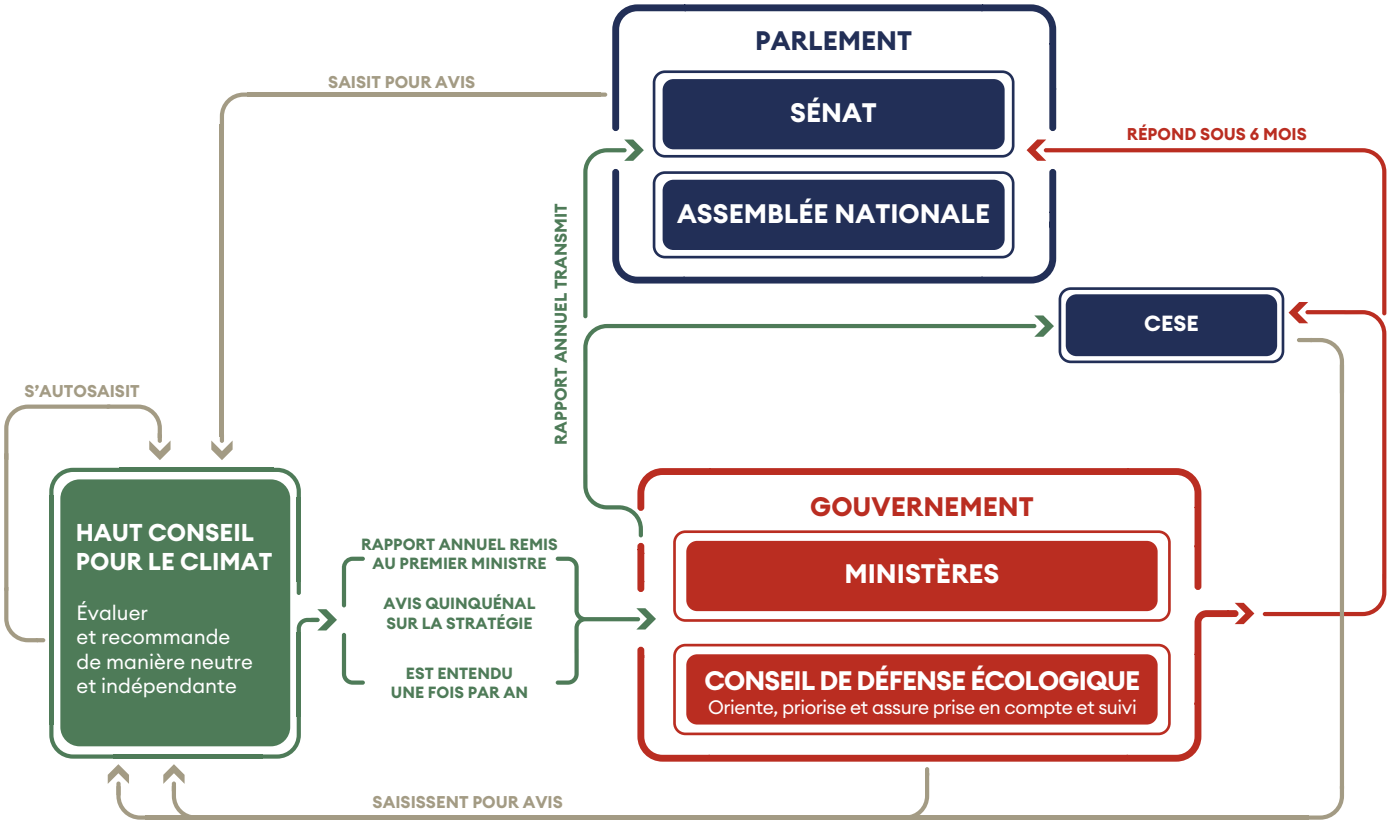
229. Planton, S., Le Cozannet, G., Cazenave, A., Costa, S., Douez, O. *et al.* (2015). « Le climat de la France au XXIe siècle », in Vol 5 : Changement climatique et niveau de la mer : de la planète aux côtes françaises. [Rapport de recherche] Ministère de l'Écologie et du développement durable. **https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01288453/document**
230. Byers, E., *et al.* (2018). « Global Exposure and Vulnerability to Multi-Sector Development and Climate Change Hotspots », *Environmental Research Letters*, Vol.13, Number 5. **https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aabf45/meta#back-to-top-target**
231. Les services climatiques visent à « fournir une information sur le climat utile pour l'adaptation au changement et aux variations climatiques, pour la planification à long terme et pour les systèmes d'alerte précoce. Ils incluent à la fois des données descriptives sur le passé et le futur du climat et incluent, généralement, la désagrégation de l'information au niveau régional et local. »
Remark more CS includes both data describing past and future climate, and usually involves downscaling to provide information on regional and local scales. **https://unterm.un.org/unterm/display/record/unhq/na?OriginalId=47fda9985c7e47978525762e0072f41d**
232. The Global Framework for Climate Services (GFCS). **https://gfcs.wmo.int/**
- European Commission. Fighting and Adapting to Climate Change. Work programme. **https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/node/821**
233. Copernicus, Europe's Eyes on Earth. The Copernicus Climate Change Service (C3S). **https://climate.copernicus.eu/**
234. Ademe. (2020). « Représentations sociale du changement climatique, 21ème vague ».
https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/4057-representations-sociales-du-changement-climatique-21-eme-vague.html
235. Délégation sénatoriale à la Prospective. (2019). « Adapter la France aux dérèglements climatiques à l'horizon 2050 : urgence déclarée », Sénat, rapport d'information n°511, Dantec, R. et Roux, J.-Y. **https://www.senat.fr/rap/r18-511/r18-511.html**
236. GIEC-(2019). « Résumé à l'intention des décideurs ». In: *L'océan et la cryosphère dans le contexte du changement climatique*. Rapport special du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. [Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., K. Alegría, K., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., Rama, B. et Weyer N.M. (eds.)].
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2020/07/SROCC_SPM_fr.pdf
237. Délégation sénatoriale à la Prospective. (2019). *Op. cit.*
238. Voir GIEC. (2018). Glossaire [Matthews, J.B.R. (éd.)]. *Op. cit.* « Adaptation ».
239. *Ibid.* « Capacité de réagir ».
240. Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., et Davis, I. (1994). At Risk: *Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. London: Routledge.
241. Voir GIEC. (2018). Glossaire [Matthews, J.B.R. (éd.)]. *Op. cit.* « Résilience ».
242. Hartzell-Nichols, L. (2011). « Responsibility for Meeting the Costs of Adaptation », p. 690. *WIREs Clim Change* n°2.
DOI: 10.1002/wcc.132. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/wcc.132
243. Le budget de l'État consacré à l'adaptation apparaît à l'heure actuelle comme très limité et peu pilotable. Voir Institute for Climate Economics, I4CE. (2020). Dépoues, V., « L'adaptation dans le budget de l'État », Point climat n°65, novembre.
https://www.i4ce.org/wp-core/wp-content/uploads/2020/11/Ladaptation-dans-le-budget-de-lEtat.pdf
244. Délégation sénatoriale à la prospective (2019). *Op. cit.*
245. Voir GIEC. (2018). Glossaire [Matthews, J.B.R. (éd.)]. *Op. cit.* « Limites de l'adaptation ».
246. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). « AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability ». Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M. Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R. et White L.L. (eds.)]. **https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/**
247. IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press
248. GIEC, 2019 : Changement climatique et terres émergées : rapport spécial du GIEC sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres. [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (dir. publ.)]. Sous presse
249. IPCC, 2019: Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.
250. Voir GIEC. (2018). Glossaire [Matthews, J.B.R. (éd.)]. *Op. cit.* « Pertes et préjudices ».
251. Centre de ressources sur les bilans de gaz à effet de serre. Pour plus de précision en fonction de l'équipement, voir :
https://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?refrigeration_et_climatisation.htm
252. Voir GIEC. (2018). Glossaire [Matthews, J.B.R. (éd.)]. *Op. cit.* « Mal-adaptation ».
253. SNCF. (2020). L'impact sur les infrastructures et le matériel roulant.
https://www.sncf.com/fr/itineraire-reservation/informations-trafic/reportages/fortes-chaleurs
SNCF. (2020). Plan "fortes chaleurs" : la SNCF mobilisée. https://www.sncf.com/fr/groupe/newsroom/plan-canicule-fortes-chaleurs
254. Voir Ministère de la Transition écologique et solidaire, Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation. (2020). *Op. cit.*
255. Haut conseil de la famille, de l'enfance et de l'âge-HCFEA. (2019). Conseil de l'enfance et de l'adolescence, « La participation et l'écoute de la parole des enfants dans la transition écologique. TOME I-2.
https://www.hcfea.fr/IMG/pdf/rapport_participation_transition_ecologique__version_finale_tome_1-2.pdf
256. Duvat, V. et Magnan, A. (2020). « Reconstruire les trajectoires de vulnérabilité des territoires pour s'adapter au changement climatique », In Droit et *changement climatique : comment répondre à l'urgence climatique ? Regards croisés à l'interdisciplinaire*.
https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02937678
257. Bertrand, F. et Richard, E. (2015). « La délicate existence locale de l'adaptation aux changements climatiques : avec, sans, ou à côté de l'atténuation », *Développement durable et territoires*, Vol. 6, n°3., consulté le 03 avril 2021. **https://doi.org/10.4000/developpementdurable.11048**
258. Nations Unies. (2015). Accord de Paris.
https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/french_paris_agreement.pdf
259. Commission européenne. (2021). « Construire un avenir résilient face au changement climatique – Une nouvelle stratégie de l'UE relative à l'adaptation au changement climatique ». https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/IP_21_663.
260. Simonet, G. (2021). Les minutes Adaptation, « Retour sur la stratégie d'adaptation aux changement climatique de l'UE, une volonté d'accélérer mais pas de transformer », mars. Comité 21.
http://www.comite21.org/docs/doc-non-mis-en-ligne/2021/minute-adaptation---strategie-acc-de-l-ue---mars-2021.pdf
261. C40 Cities. Cities get the job done. **https://www.c40cities.org/**
262. Journal officiel de la République française. (2015). Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte. L'article 173 de cette loi modifie, en les étendant, les dispositions issues de l'article 224 de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite loi « Grenelle II ». **https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000031048231**
263. *Journal officiel de la République française*. (2019). Loi n°2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat.
https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000039358652/
264. Ministère de l'Économie et des Finances – Direction générale du Trésor. (2019). « Bilan de l'application des dispositions du décret n°2015-1850 du 29 décembre 2015 relatives au reporting extra-financier des investisseurs ».
https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/677780aa-0aac-42bb-a144-37f942cd738d/files/b290fb4b-da2c-4750-99d4-3841e71d1fe8
265. Ministère de la Transition écologique, Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique. « Santé. Des risques sanitaires accrus ».
https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/thematiques/sante#paragraph--11011
266. Assemblée nationale. (2021). Projet de loi n° 602 adopté, portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets. **https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/textes/l15t0602_texte-adopte-seance#D_Chapitre_Ier_31**
267. Ministère de la Transition écologique, Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique. « Acteur économique. Anticiper les bouleversements de l'activité ». **https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/profil/acteur-economique**

268. Ministère de la Transition écologique, Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique. (2014). ONERC & epe, « Les entreprises et l'adaptation au changement climatique », guide pratique de l'EpE et l'ONERC.
https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/centre-ressources/les-entreprises-et-ladaptation-au-changement-climatique
269. AGRESTE. (2021). « L'occupation des sols entre 1982 et 2018 », Les dossiers n°3, avril.
https://www.terre-net.fr/ulf/data/DelphineJ/Dossiers2021-3_TERUTI-1.PDF
270. Ministère de la Transition écologique, Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique. Un centre de ressources au service des territoires. **https://www.adaptation-changement-climatique.fr/**
271. AdCF 2020, Mise en œuvre des PCAET état des lieux. Les notes de l'AdCF Environnement
https://www.adcf.org/files/THEME-Environnement/AdCF_Note-PCAET_2020_VF.pdf p 6
272. IRSTEA et ONEMA (2015). « Rapport préliminaire en vue de l'expertise collective sur l'impact cumulé des retenues », décembre.
https://expertise-impact-cumule-retenues.irstea.fr/wp-content/uploads/2016/05/Rapport-pr%C3%A9liminaire.pdf
273. Cohen-Shacham, E., Janzen, C., Maginnis, S., Walters, G. (2016). « Nature-Based Solutions to Address Global Societal Challenges », IUCN Commission on Ecosystem Management (CEM) et IUCN World Commission on Protected Areas (WCPA). **https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en**
274. WWDR. (2018). « Les solutions fondées sur la nature pour la gestion de l'eau ». Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau. **http://www.unesco.org/new/fr/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/**
275. UICN, Comité français. (2018). « Les solutions fondées sur la nature. Pour lutter contre les changements climatiques et réduire les risques naturels en France ». **http://uicn.fr/wp-content/uploads/2018/06/brochure-sfn-mai2018-web-ok.pdf**
276. Ministère de la Transition écologique. (2020). « Des solutions fondées sur la nature pour s'adapter au changement climatique », Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, rapport, janvier.
http://observatoires-littoral.developpement-durable.gouv.fr/des-solutions-fondees-sur-la-nature-pour-s-adapter-a81.html
277. Pörtner, H.O., Scholes, R.J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L., Cheung, W.L., Diamond, S., Donatti, C., Duarte, C., Eisenhauer, N., Foden, W., Gasalla, M. A., Handa, C., Hickler, T., Hoegh-Guldberg, O., Ichii, K., Jacob, U., Insarov, G., Kiessling, W., Leadley, P., Leemans, R., Levin, L., Lim, M., Maharaj, S., Managi, S., Marquet, P. A., McElwee, P., Midgley, G., Oberdorff, T., Obura, D., Osman, E., Pandit, R., Pascual, U., Pires, A. P. F., Popp, A., Reyes-García, V., Sankaran, M., Settele, J., Shin, Y. J., Sintayehu, D. W., Smith, P., Steiner, N., Strassburg, B., Sukumar, R., Trisos, C., Val, A.L., Wu, J., Aldrian, E., Parmesan, C., Pichs-Madruga, R., Roberts, D.C., Rogers, A.D., Díaz, S., Fischer, M., Hashimoto, S., Lavorel, S., Wu, N., Ngo, H.T. 2021. IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change; IPBES and IPCC. **https://ipbes.net/events/launch-ipbes-ipcc-co-sponsored-workshop-report-biodiversity-and-climate-change**
278. Euzen, A., Laville, B., Thiebault, S. (2017). *L'adaptation au changement climatique. Une question de société. Comité 21*, Editions CNRS.
https://www.cnrseditions.fr/catalogue/sciences-politiques-et-sociologie/ladaptation-au-changement-climatique/
279. Annexe réalisée à partir du rapport du lot 2 : - Institute for Climate Economics, I4CE. (2019-2021). « Finadapter : pour un développement résilient des territoires français », avec le soutien de l'Ademe. **https://www.i4ce.org/go_project/finadapter/** - Depoues, V., Dhenain, S. (2021). « Les défis économiques pour généraliser la prise en compte de l'adaptation au changement climatique dans les territoires français », avec le soutien de l'Ademe. **https://www.i4ce.org/download/les-defis-economiques-pour-generaliser-la-prise-en-compte-de-ladaptation-au-changement-climatique-dans-les-territoires-francais/**
280. OpinionWay. (2018-2019-2020). « Les représentations sociales du changement climatique », études d'opinion pour l'Ademe.
281. Lamb, W., Mattioli, G., Levi, S., Roberts, J., Capstick, S., Creutzig, F., et Steinberger, J. (2020). « Discourses of Climate Delay ». *Global Sustainability*, 3, E17. **https://www.cambridge.org/core/journals/global-sustainability/article/discourses-of-climate-delay/7B11B722E3E3454BB6212378E32985A7**
282. Voir CCNUCC. (2021).
283. https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance/appels-projets
284. https://www2.assemblee-nationale.fr/content/download/337053/3300165/version/1/file/Conditionnalit%C3%A9_DossierPresse.pdf
285. Finance ClimAct. Consulté en avril 2021. **https://finance-climact.fr/**
286. Ministère de la Transition écologique. Suivi des indicateurs de la stratégie nationale bas-carbone.
http://indicateurs-snbc.developpement-durable.gouv.fr/emissions-et-intensite-d-emissions-des-gaz-fluores-a116.html
287. Ministère de la Transition écologique. *Ibid*.
288. Institute for Climate Economics, I4CE. (2021). *Op. cit*. (2021).
289. Ademe et In Numeri. (2020). « Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération, Situation 2016-2018 », Perspective 2019, Objectifs 2023.
290. France Stratégie. (2020). « Comment évaluer l'externalité carbone des métaux ? », Bueb, J. et To, E., *La Note d'analyse* n°96.
https://www.strategie.gouv.fr/publications/evaluer-lexternalite-carbone-metaux
291. Grosse, F. (2010). « Le découplage croissance/matières premières. De l'économie circulaire à l'économie de la fonctionnalité : vertus et limites du recyclage », *Futuribles*, n° 365, juillet-août.
https://www.futuribles.com/fr/revue/365/le-decouplage-croissance-matieres-premieres-de-lec/
292. Ministère de la Transition écologique. Suivi des indicateurs de la stratégie nationale bas-carbone. *Op. cit.*, consulté en avril 2021.
293. Pour la prochaine PAC qui entrera en vigueur en 2023, chaque État membre devra élaborer un PSN unique définissant les interventions et les modalités de mise en œuvre, à l'échelle nationale, des deux piliers de la PAC.
294. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, France Relance. (2021). « Plan de relance. La stratégie nationale protéines végétales ».
https://agriculture.gouv.fr/lancement-de-la-strategie-nationale-en-faveur-du-developpement-des-proteines-vegetales
295. Carbone 4. (2021). *Op. cit*.
296. Ministère de la Transition écologique. Suivi des indicateurs de la stratégie nationale bas-carbone. *Op. cit*.
297. THEMA/Efese. (2019). *Op. cit*.
298. Carbone 4. (2021). *Op. cit*.
299. Commissariat général au développement durable. (2020). « Les énergies renouvelables en France en 2019 », suivi de la directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation des énergies renouvelables, avril, Data Lab.
https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-04/datalab-essentiel-212-energies-renouvelables-2019-avril2020.pdf
300. Eurostat. (2020). « Les énergies renouvelables dans l'UE en 2018 », Communiqué de presse, 23 janvier.
https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/10335446/8-23012020-AP-FR.pdf/6742e9c8-d6b9-d4a5-e2d6-d3e5fc96e32b
301. Voir également Agence internationale de l'énergie et RTE.(2021). « Conditions and Requirements for the Technical Feasibility of a Power System with a High Share of Renewables in France Towards 2050 », janvier.
https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-01/RTE-AIE_rapport%20complet%20ENR%20horizon%202050_EN.pdf
302. Ministère de la Transition écologique. Suivi des indicateurs de la stratégie nationale bas-carbone. *Op. cit*.
303. *Ibid*.
304. Carbone 4. (2019). « Évolution de la demande électrique à moyen et long terme : quels impacts pour la gestion de la pointe électrique en 2030 et 2050 ? », Jancovici, J.-M., Schuller, A., Timsit, S. et Vasselin, Z., novembre.
http://www.carbone4.com/wp-content/uploads/2019/11/Publication-Carbone-4-Pointe-Electrique-1.pdf
305. Conformément aux nouvelles recommandations de l'Organisation Météorologique Mondiale, la définition de la normale climatologique renvoie désormais à la période de 30 ans la plus récente dont la dernière année se termine par le chiffre 0 et non plus à des périodes de 30 ans qui ne se recoupent pas (1901–1930, 1931–1960, 1961–1990, 1991–2020) comme c'était le cas précédemment (Directives de l'OMM pour le calcul des normales climatiques, OMM n° 1203, 2017.
306. GIEC. (2012). « Résumé à l'intention des décideurs ». In : *Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique* [sous la direction de Field, C.B., Barros, V., Stocker, T.F., Qin, D., DokkenD.J., Ebi, K.L., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Plattner, G.-K., Allen, S.K., Tignor, M. et Midgley, P.M.]. Rapport spécial des Groupes de travail I et II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. **https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/IPCC_SREX_FR_web-1.pdf**
307. Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, ONERC. (2018). « Les événements météorologiques extrêmes dans un contexte de changement climatique ». Rapport au premier Ministre et au Parlement.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_Rapport_2018_Evenements_meteorologiques_extremes_et_CC_WEB.pdf
308. Eustace. Attribution of Extreme Weather Events. Introduction and Background.
https://www.eustaceproject.org/users/use-if-temperature-data/extreme-event-attribution/

309. Carbon Brief. Attributing Extreme Weather to Climate Change.
https://www.carbonbrief.org/mapped-how-climate-change-affects-extreme-weather-around-the-world
310. World Weather Attribution. (2020). « Prolonged Siberian Heat of 2020 », juillet.
https://www.worldweatherattribution.org/siberian-heatwave-of-2020-almost-impossible-without-climate-change/
311. Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Bindi, M., Brown, S., Camilloni, I., Diedhiou, A., Djalante, R., Ebi, K.L., Engelbrecht, F., Guiot, J., Hijioka, Y., Mehrotra, S., Payne, A., Seneviratne, S.I., Thomas, A., Warren, R. et Zhou, G. (2018). « Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems », In GIEC. (2018). *Op. cit.*
312. IPSL. (2016). « EXTREMOSCOPE. Interprétation et attribution des événements météorologiques et climatiques extrêmes dans un cadre climatique en France Projet », rapport final, Vautard ,R. *et al.* **https://cse.ipsl.fr/projets/83-extremoscope**
313. Caisse centrale de réassurance. (2015). « Modélisation de l'impact du changement climatique sur les dommages assurés dans le cadre du régime Catastrophes naturelles », service R&D modélisation, décembre.
https://www.ccr.fr/documents/35794/35836/Etude+climat.pdf/18d0afb3-0a2c-40a7-a5ca-8a10c570168e?t=1455202610000
314. CCR et Météo France. (2018). « Conséquences du changement climatique sur le coût des catastrophes naturelles en France à horizon 2050 ». **6a7b6120-7050-ff2e-4aa9-89e80c1e30f2** (**https://www.ccr.fr**)
315. Association actuarielle internationale. (2020). « IAA Paper: Importance of Climate-Related Risks for Actuaries, Climate Risk Task Force », Climate Risk Task Force. September.
https://www.actuaries.org/IAA/Documents/Publications/Papers/CRTF_ImportanceClimateRelatedRisksActuaries_FINAL.pdf
316. La question de la couverture des risques en agriculture sera traitée plus amplement dans un prochain rapport du HCC dédié à l'agriculture.
317. Climate ADAPT. The European Climate Adaptation Platform. https://climate-adapt.eea.europa.eu/
318. European Climate and Health Observatory, and Climate ADAPT. Main topics and tools of the observatory.
https://climate-adapt.eea.europa.eu/observatory
319. Institute for Climate Economics, I4CE. (2019-2021) et Depoues, V., Dhenain, S. (2021). *Op. cit.*
320. Institute for Climate Economics, I4CE. (2020). « Évaluation climat des budgets des collectivités territoriales : synthèse », Fetet, (M.) et Nicol M., novembre.
https://www.i4ce.org/download/evaluation-climat-des-budgets-collectivites-territoriales/
321. Department of Environment, food and rural affairs. (2018). List of Organisations Reporting under Adaptation Reporting Power: Third Round, Policy paper, décembre.
https://www.gov.uk/government/publications/climate-change-adaptation-reporting-third-round/list-of-organisations-reporting-under-adaptation-reporting-power-third-round
322. OpinionWay. (2016). « Représentations sociales du changement climatique ». Étude d'opinion pour l'Ademe. Échantillon de 504 ultramarins, représentatif de la population des départements et collectivités d'Outre-Mer (Polynésie française, Réunion, Mayotte, Guyane, Guadeloupe, Martinique, Nouvelle-Calédonie) âgée de 15 ans et plus, constitué selon la méthode des quotas, au regard des critères de sexe, d'âge, de catégorie socio-professionnelle et de collectivité de résidence.
323. OpinionWay. (2016 et 2017). « Représentations sociales du changement climatique ». Étude d'opinion pour l'Ademe. En 2016, échantillon de 491 agriculteurs représentatif de la profession, constitué selon la méthode des quotas, au regard des critères d'âge, de type et de taille d'exploitation ; en 2017, échantillon de 789 agriculteurs représentatif de la profession, constitué selon la méthode des quotas, au regard des critères d'âge, de type et de taille d'exploitation et de région.
324. FNSEA. (2020). *Op. cit.*
325. OpinionWay. (2017). « Représentations sociales du changement climatique ». Étude d'opinion pour l'Ademe. Échantillon de 800 jeunes représentatifs de la population française des jeunes âgés de 15 à 30 ans, constitué selon la méthode des quotas au regard des critères de sexe, d'âge, de catégorie socioprofessionnelle, de catégorie d'agglomération et de région de résidence.
326. OpinionWay. (2018). « Représentations sociales du changement climatique ». Étude d'opinion pour l'Ademe. Échantillon représentatif de 505 dirigeants d'entreprises de 50 salariés et plus, constitué selon la méthode des quotas au regard des critères de taille d'entreprise et de secteur d'activité.
327. OpinionWay. (2019). « Représentations sociales du changement climatique ». Étude d'opinion pour l'Ademe. Échantillon de 495 élus, dont 191 maires ou adjoints au maire, 205 membres d'exécutifs intercommunaux et 99 membres d'exécutifs régionaux ou départementaux. L'échantillon de maires a été stratifié selon la taille de la commune.

i. Projet de décret relatif à l'interdiction d'installer des systèmes de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire consommant principalement des combustibles à haut niveau d'émissions de gaz à effet de serre dans les bâtiments à usage d'habitation ou à usage professionnel
http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/projet-de-decret-relatif-a-l-interdiction-d-a2287.html
et Batiactu - juin 2021 - L'interdiction des chaudières au fioul reportée de six mois
https://www.batiactu.com/edito/interdiction-chaudieres-au-fioul-neuf-reportee-six-62018.php
ii. Plan d'action climat du Ministère de la Transition écologique
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20194_bilan_Plan-Action-Climat-litteraire-5.pdf
iii. Les seuils de consommation énergétiques sont fixés réglementairement à 50 kWhEP/(m².an) pour les bâtiments neufs et 80 kWhEP/(m2.an) pour les bâtiments rénovés. Sources : arrêté du 3 mai 2007 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label « haute performance énergétique » **https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000615939/** et arrêté du 29 septembre 2009 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label « haute performance énergétique rénovation » **https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000021089668/**
vi. Estimation fournie par le service des études statistiques du Ministère de la Transition écologique
v. Insee – mai 2020 - Confinement : des conséquences économiques inégales selon les ménages **https://www.insee.fr/fr/statistiques/4801313**
vi. Plan de relance Volet écologie **https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance/tableau-de-bord/ecologie**
vii. I4CE Edition 2020 du Panorama des financements climat
https://www.i4ce.org/go_project/panorama-financements-climat-domestiques/panorama-financements-climat-france/ [à mettre en gras et activer le lien]
viii. CGEDD et CGE – octobre 2018 - Évaluation de la réglementation thermique de 2012 dans les bâtiments neufs en vue de la prochaine réglementation environnementale
https://cgedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Affaires-0009677/010888-01_rapport-1ere-etape_publie.pdf
xi. Service des données et études statistiques – septembre 2019 - Le parc de logements par classe de consommation énergétique
https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/le-parc-de-logements-par-classe-de-consommation-energetique
x. ADEME, Dorémi, Enertech, 2020. La rénovation performante par étapes - Étude des conditions nécessaires pour atteindre la performance BBC rénovation ou équivalent à terme en logement individuel. 196 pages.
Cet ouvrage est disponible en ligne **https://www.ademe.fr/mediatheque**
xi. Observatoire régionale de santé Ile de France – mai 2014 – Précarité énergétique et santé
https://www.ors-idf.org/nos-travaux/publications/precarite-energetique-et-sante/
xii. IEA (2020), Energy efficiency and economic stimulus, IEA, Paris **https://www.iea.org/articles/energy-efficiency-and-economic-stimulus**
xiii. Plan de relance – Rénovation énergétique des bâtiments publics
https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance/profils/collectivites/renovation-energetique-batiments-publics
xiv. Direction de l'immobilier de l'État – France Relance : les projets de rénovation énergétique des bâtiments publics
https://immobilier-etat.gouv.fr/les-grands-dossiers/france-relance-projets-renovation-energetique-batiments-publics
xv. Programmation pluriannuelle de l'énergie p. 205
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf [à mettre en gras et activer le lien hypertexte]
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf
xvi. Fedene et SNCU – Enquête des réseaux de chaleur et de froid édition 2020
https://www.fedene.fr/wp-content/uploads/sites/2/2020/12/SNCU_synth%C3%A8se-enquete-2020-final.pdf
xvii. Programmation pluriannuelle de l'énergie p. 205
xviii. Fedene et SNCU – Enquête des réseaux de chaleur et de froid édition 2020
https://www.fedene.fr/wp-content/uploads/sites/2/2020/12/SNCU_synth%C3%A8se-enquete-2020-final.pdf [à mettre en gras et activer le lien hypertexte]
xix. Amorce - Comparaison économique des modes de chauffage en 2017
https://amorce.asso.fr/publications/comparaison-economique-des-modes-de-chauffage-en-2017-rce32

QU'EST-CE QUE LE HCC ?



Le Haut conseil pour le climat est un organisme indépendant chargé d'émettre des avis et recommandations sur la mise en œuvre des politiques et mesures publiques pour réduire les émissions de gaz à effet de serre de la France. Il a vocation à apporter un éclairage indépendant sur la politique du gouvernement en matière de climat. Le Haut conseil pour le climat a été créé par le décret du 14 mai 2019, après avoir été installé le 27 novembre 2018 par le Président de la République. Son existence a été inscrite dans la loi du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat. Ses membres sont choisis pour leur expertise dans les domaines de la science du climat, de l'économie, de l'agronomie et de la transition énergétique.

Aux termes du décret portant sa création, le Haut conseil pour le climat 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 et la bonne mise en œuvre et l'efficacité des politiques et mesures pour réduire les émissions 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 nationale 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 Haut conseil pour le climat prend en compte les impacts socio-économiques de la transition pour les ménages et les entreprises, les enjeux de souveraineté et les impacts environnementaux.

Ses rapports, fondés sur des analyses, évaluent les politiques et mesures en place et prévues et formulent des recommandations et propositions pour aider la France à atteindre ses objectifs. Il donne 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. Il offre une perspective à long-terme. Tous les avis et rapports du Haut conseil pour le climat sont rendus publics.

REMERCIEMENTS
DU HAUT CONSEIL POUR LE CLIMAT

Ce rapport a été élaboré par :

- Olivier **FONTAN** (directeur exécutif),
- Audrey **BERRY**,
- Julien **BUEB**,
- Solange **MARTIN**,
- Paul-Hervé **TAMOKOUÉ KAMGA**,
- Élisa **SGAMBATI** étant chargée de la communication.

Des remerciements tous particuliers à nos deux stagiaires,

- Antoine **VANDON** et
- Inès **PITAVY**, pour leur engagement précieux et sans faille.

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'**ADEME**,
- la Délégation aux affaires européennes et internationales (**DAEI**) (**MTE**)
- le Département de la Lutte Contre l'Effet de Serre (**DLCES**) (**MTE**),
- la Direction générale de l'Energie et du Climat (**DGEC**) (**MTE**),
- la Direction général du Trésor (**DG Trésor**) (**MEFR**),
- la Fédération Atmo France,
- Institute for Climate Economics (**I4CE**),
- l'Institut du Développement Durable et des Relations Internationales (**IDDRI**),
- l'Institut national de la recherche agronomique (**INRA**),
- Météo France
- négaWatt,
- l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (**ONERC**)
- Régions de France,
- le Réseau des Agences Régionales de l'Énergie et de l'Environnement (**RARE**),
- l'ambassadeur chargé des négociations pour le changement climatique, S. Exc. M. **Stéphane CROUZAT**.

Le Haut conseil pour le climat remercie les auteurs des contributions suivantes, qui ont été réalisées à sa demande :

- CREDOC, 2020 « Note de synthèse sur l'évolution de la sensibilité environnementale et des comportements associés, à partir de l'enquête Conditions de vie et aspirations.

- Note d'analyse, RARE/AtmoFrance.BDR Climalex, M. **TORRE-SCHAUB**, étude « Outils juridiques pour la neutralité carbone : leviers, difficultés, perspectives».

L'agence COM&O pour la réalisation graphique de ce document www.agence-comeo.com, Guillaume **SCIAUX** (www.pacha-cartographe.fr) et Gaëlle **SUTTON** (https://gaellesutton.fr/) pour la réalisation des cartographies et Sylvie **HURION** pour son travail de relecture.

LES MEMBRES
DU HAUT CONSEIL POUR LE CLIMAT

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 « Committee on Climate Change ».

Corinne LE QUÉRÉ - présidente

Michel Colombier est ingénieur et économiste. Il est directeur scientifique de 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'Energie, chef du département « stratégie et évaluation » de l'Ademe. Il a été président du Comité d'Experts pour la Transition Energétique en France.

Michel COLOMBIER

Sophie Dubuisson-Quellier est docteur en sociologie de l'École des Mines de Paris, directrice de recherche au CNRS et directrice adjointe du Centre de Sociologie des organisations (CSO), unité mixte de recherche de Sciences Po et du CNRS. Elle conduit un programme de recherche en sociologie économique sur la fabrique sociale des comportements de consommation.

Sophie DUBUISSON-QUELLIER

Alain Grandjean est diplômé de l'École polytechnique, de l'Ensae et docteur en économie de l'environnement. Il est le co-fondateur et associé de Carbone 4, cabinet de conseil en stratégie climat. Il est membre du comité scientifique de la Fondation Nicolas Hulot. En 2016, il a remis avec Gérard Mestrallet et Pascal Canfin à la présidente de la COP21 un rapport sur le prix du carbone.

Alain GRANDJEAN

Marion Guillou est présidente du conseil d'AGREENIUM (l'institut agronomique, vétérinaire et forestier de France), et membre de conseils d'administration nationaux (IFRI) et internationaux (Bioversity, CIAT). Auparavant chercheuse, elle a été présidente directrice générale de l'INRA et présidente du conseil d'administration de l'École polytechnique.

Marion GUILLOU

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 6ème rapport d'évaluation du GIEC.

Céline GUIVARCH

Jean-Marc Jancovici est diplômé de l'École polytechnique et de Télécom ParisTech. Il est associé fondateur de Carbone 4, cabinet de conseil en stratégie climat, 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.

Jean-Marc JANCOVICI

Benoît est le directeur général d'I4CE – Institut de l'économie pour le climat, une association experte de l'économie et de la finance fondée par la Caisse des Dépôts et l'Agence Française de Développement, et dont la mission est de faire avancer l'action contre les changements climatiques. Benoît est ingénieur de l'École polytechnique et de l'ENSTA ParisTech, et est titulaire d'un Master en économie de l'Université Paris X-AgroParisTech-Ecole polytechnique.

Benoît LEGUET

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.

Valérie MASSON-DELMOTTE

Magali Reghezza-Zitt est une ancienne élève de l'Ecole normale supérieure (ENS), agrégée de géographie, docteur en géographie et aménagement. Elle est maître de conférences habilitée à diriger des recherches à l'ENS, où elle dirige le centre de formation sur l'environnement et la société (CERES). Membre du laboratoire de géographie physique de Meudon, ses recherches portent sur la géographie politique et sociale de l'environnement.

Magali REGHEZZA-ZITT

Katheline Schubert est professeur d'économie à l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne et chaire associée à l'École d'économie de Paris. Ses travaux portent sur l'économie des ressources naturelles et de l'environnement et sur la croissance.

Katheline SCHUBERT

Jean-François Soussana est ingénieur agronome et docteur en physiologie végétale de formation. Il est directeur de recherche et vice-président de l'INRA 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.

Jean-Francois SOUSSANA

Laurence Tubiana est présidente de la Fondation européenne pour le climat (ECF). Elle est également présidente du conseil d'administration de l'Agence française de développement (AFD) et professeur à Sciences Po Paris. Elle 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.

Laurence TUBIANA

HAUT CONSEIL
pour le CLIMAT

RENFORCER L'ATTÉNUATION, **ENGAGER L'ADAPTATION .**

www.hautconseilclimat.fr
@hc_climat