

2% POUR 2 °C

LES INVESTISSEMENTS
PUBLICS ET PRIVÉS NÉCESSAIRES
POUR ATTEINDRE LA NEUTRALITÉ
CARBONE DE LA FRANCE EN 2050

Table des matières

Auteurs de l'étude	7
Périmètre de l'étude et définitions essentielles	8
Résumé exécutif	11
Introduction de Nicolas Dufrière, directeur de l'Institut Rousseau	24

Partie 1

Reconstruction écologique et neutralité carbone : la fin devrait justifier les moyens 29

1. Se montrer à la hauteur de l'Accord de Paris que nous avons impulsé	30
2. Des stratégies climatiques qui laissent souvent de côté la question de l'investissement et du financement	32
3. Instaurer une loi pluriannuelle de financement de la reconstruction écologique (LPFRE) pour aligner les moyens et les ambitions	35

Partie 1

Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ? 40

1. Quels niveaux d'investissements privés et publics pour être à la hauteur des enjeux ?	41
1.1 De quelles émissions parle-t-on ? Quels niveaux de décarbonation peut-on espérer ? Quels sont les leviers à notre disposition pour le faire ?	42
1.2 Combien faut-il investir pour assurer cette décarbonation de l'économie ? Combien cela représente-t-il en plus de la tendance actuelle ?	47
1.3 Que peut faire la puissance publique pour encourager et accompagner cette transition ? Quel (sur)coût cela représenterait-il pour le public ?	53
1.3.1 Nos 73 propositions de mesures publiques pour accompagner et accélérer la transition écologique	53
1.3.2 Quel coût pour la puissance publique de ce portefeuille de mesures ?	55
1.4 Quels niveaux d'investissement sont nécessaires d'ici 2030 pour aligner la France sur les objectifs européens ?	59
2. Les investissements nécessaires dans le secteur du transport	62
2.1 Les émissions du secteur	63
2.2 Comment décarboner le secteur ?	64
2.2.1 Réduire le nombre de véhicules et les convertir aux technologies bas-carbone	64
2.2.2 Redévelopper le train, tant pour le fret que pour le transport de personnes	69
2.2.3 Développer les transports en commun	71
2.2.4 Réduire l'usage de l'avion et le décarboner	72

2 % pour 2 degrés !

2.2.5	Décarboner le transport maritime et fluvial	74
2.2.6	Développer les mobilités douces	75
3.	Les investissements nécessaires dans les secteurs de l'industrie et des déchets	76
3.1	Les émissions du secteur	77
3.1.1	Industrie	77
3.1.2	Déchets	79
3.2	Comment décarboner ces secteurs	81
3.2.1	Industrie	81
3.2.1.1	Réduire, réutiliser, recycler » : vers une industrie sobre et circulaire	82
3.2.1.2	Renforcer le Fonds « Économie Circulaire » pour accompagner financièrement le passage à une économie circulaire	88
3.2.1.3	Investir dans la transformation des processus de production	90
3.2.1.4	Pousser le développement de filières d'excellence	93
3.2.2	Déchets	97
3.2.2.1	Instaurer la collecte sélective des biodéchets et leur valorisation	98
3.2.2.2	Décarboner le reste des activités déchets	99
4.	Les investissements nécessaires dans le secteur de l'agriculture	100
4.1	Les émissions du secteur	101
4.2	Comment décarboner le secteur ?	103
4.2.1	Convertir l'ensemble du secteur à l'agroécologie et à l'agriculture biologique et promouvoir les pratiques respectueuses de l'environnement	105
4.2.2	Réduire la taille du cheptel bovin à viande par réduction de la consommation	110
4.2.3	Réduire la production de méthane des ruminants	111
4.2.4	Augmenter la part de déjections animales valorisées en méthanisation	111
4.2.5	Convertir les tracteurs aux technologies bas-carbone	112
5.	Les investissements nécessaires dans le secteur du bâtiment	113
5.1	Les émissions du secteur	114
5.2	Comment décarboner le secteur ?	115
5.2.1	Rénover massivement et globalement les logements	116
5.2.2	Rénover massivement et globalement le parc tertiaire public et privé	118
6.	Les investissements nécessaires dans le secteur de l'énergie	122
6.1	Les émissions du secteur	124
6.2	Comment décarboner le secteur ?	125
6.2.1	Décarboner et adapter le système de production d'électricité	126
6.2.1.1	Soutien public aux énergies renouvelables électriques	130
6.2.1.2	Soutien public au nucléaire	133
6.2.2	Remplacer le gaz fossile par du biogaz et autres gaz « verts »	136
6.2.3	Sortir du pétrole et cesser son raffinage	141
6.2.4	Décarboner la production de chaleur pour le chauffage urbain et autres émissions résiduelles	142
7.	Les investissements nécessaires dans le secteur des puits de carbone	144
7.1	Les émissions du secteur	145
7.2	Comment les puits de carbone vont absorber les émissions résiduelles des autres secteurs ?	146
7.2.1	Augmenter la superficie forestière et les moyens affectés à sa bonne gestion	148
7.2.1.1	Augmenter la superficie forestière	148

2 % pour 2 degrés !

7.2.1.2	Améliorer la gestion des forêts	150
7.2.2	Maximiser le stockage de dioxyde de carbone CO ₂ dans les produits bois	153
7.2.3	Planter des lignes de haies et des arbres en plein champ	154
7.2.4	Faire appel, lorsque pertinent, aux technologies de Captage et Stockage du CO ₂ (CSC)	156
7.2.5	Atteindre l'objectif Zéro Artificialisation Nette en 2050	158
8.	Moyens d'action trans-sectoriels	160
8.1	Engager les effectifs nécessaires pour accompagner la reconstruction écologique	161
8.2	Booster la R&D et l'innovation appliquée à la transition écologique	162
8.3	Utiliser davantage les possibilités offertes par les banques publiques d'investissement	164
8.4	Sensibiliser les citoyens sur les enjeux de la transition écologique et aux solutions associées	168
8.6	Accompagner les mutations professionnelles engendrées par la transition	169
8.7	Soutenir le développement d'un numérique moins émetteur	170
8.8	Honorer nos engagements envers les pays en voie de développement à travers la contribution au Fonds vert de l'ONU	172

Partie 3:

Comment financer ces investissements et quels bénéfices économiques et sociaux en attendre ?

173

1.	De nombreuses pistes de financement sont possibles	174
1.1	Quel taux d'actualisation et d'inflation choisir ?	175
1.2	Un endettement public parfaitement légitime et soutenable	176
1.2.1	Recourir à l'endettement : faut-il craindre les marchés ?	176
1.2.2	Appuyer l'effort de transition en excluant les investissements environnementaux des critères de gestion budgétaire	179
1.2.3	Utiliser la commande publique	180
1.3	Le financement monétaire et la conversion des dettes publiques détenues par la BCE en investissements écologiques	181
1.4	Supprimer les dépenses fiscales inutiles ou nocives pour l'environnement	184
1.5	Mettre en place une fiscalité écologique	185
1.6	Utiliser un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières	187
2.	Les effets économiques et sociaux positifs de la reconstruction écologique	189
2.1.	Des gains de dizaines de milliards d'euros chaque année pour l'économie française	190
2.2.	Des centaines de milliers d'emplois créés	191
2.3.	Un impact positif de la baisse des constructions neuves sur l'utilisation des ressources et sur la biodiversité	191
2.4.	Une bien meilleure santé pour la nation	192
2.5.	Un gain de pouvoir d'achat important pour les ménages	193
3.	Adapter notre gouvernance	194

2 % pour 2 degrés !

Conclusion de Gaël Giraud, président d'honneur de l'Institut Rousseau	196
Synthèse des mesures	199
Annexe 1 : Glossaire	210
Annexe 2 : Une proposition à venir, la protection sociale de l'alimentation	215
Notes	217

Remerciements

En tant que président et directeur de l'Institut Rousseau, nous tenons à remercier chaleureusement l'ensemble des personnes, plus d'une vingtaine, qui se sont engagées bénévolement pour réaliser cette étude fondamentale, conscientes de l'enjeu citoyen de toute première importance qui y est attaché.

Nous remercions tout particulièrement Guillaume Kerlero de Rosbo et Christian Nicol qui ont été à nos côtés pour coordonner le travail sur cette étude et sans qui elle n'aurait pas pu voir le jour. Philippe Ramos a également été d'un précieux secours, servant souvent de couteau suisse au-delà du secteur du bâtiment dont il avait la charge.

De plus, tous les membres du groupe et responsables des différents secteurs, et dont les noms figurent sur la page suivante, ont été remarquables tout au long des huit mois qu'ont duré nos travaux. Qu'ils soient tous remerciés.

Enfin, nous remercions tous les experts de différentes organisations, entreprises ou ONG partenaires, qui nous ont accordé du temps afin d'améliorer les données que nous avons construites et leur mise en valeur dans le rapport qui en a découlé. Nous demeurons bien sûr les seuls responsables des insuffisances ou des inexactitudes, certaines inévitables au regard de l'ampleur de la tâche, qui demeurent dans ce travail.

Nicolas Dufrêne, Gaël Giraud

Auteurs de l'étude

Coordination : Nicolas Dufrière, Guillaume Kerlero de Rosbo, Christian Nicol.

Rédaction : Gaël Giraud, Nicolas Dufrière, Guillaume Kerlero de Rosbo, Christian Nicol, Philippe Ramos, Riwan Driouich, Martin Jego, Oriane Wegner, Pierre Jacques, Sydney Lane, Quentin Fornezzo, Clotilde Naulet, Laurent Dicale, Aurélien Gaillard, César Dugast, Lou Welgryn.

Référents sectoriels :



Sydney Lane



Guillaume Kerlero de Rosbo



Riwan Driouich



Quentin Fornezzo



Pierre Jacques
Martin Jego



Clotilde Naulet



Philippe Ramos

Autres contributeurs à l'étude : Vincent Feuillette, Sébastien Pezza, William Crawford, Ano Kuhanathan, Valériane Chaoub, Lolita Augay, Tiphaine Langlois.

Relecteurs : Alain Grandjean, Fabrice Bonnifet, Olivier Sidler, Emmanuel Rauzier, Agir Pour le Climat, Pour Un Réveil Écologique.

Nous tenons particulièrement à remercier pour les échanges enrichissants et constructifs que nous avons eus avec des personnes des organisations suivantes :

Hadrien Hainaut pour I4CE, Olivier Sidler pour négaWatt, The Shift Project, le Réseau Action Climat, Coénove, France Gaz Renouvelables, Qualifelec, Coalition Climact, Oxfam.

Autres personnes et experts sectoriels consultés : Brice Welti, Simon Clodic, Delphine Pernot, Arnaud Wiczorek, Davor Simac.

Conception graphique : Basile Mesré-Barjon.

Infographie : Johan Fel

Périmètre de l'étude et définitions essentielles

Ce rapport répond à quatre grandes questions :

1. **Quels sont les investissements publics et privés nécessaires à l'atteinte de la neutralité carbone de la France d'ici 2050 ?**
2. **Quelles enveloppes d'investissement cela représente-t-il en plus de ce que l'on prévoit de toute façon d'investir, sur un périmètre similaire, dans un scénario *business-as-usual* prolongeant les tendances et politiques actuelles ?**
3. **Par quel éventail de mesures la puissance publique peut-elle orienter, accompagner et accélérer cette transition ? Quel en serait le coût pour les finances publiques ?**
4. **Comment financer ce soutien public et l'ensemble des mesures qui le composent ?**

Cette étude s'appuie donc sur la définition d'un scénario de transition permettant d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, inspiré de la Stratégie Nationale Bas Carbone de la France (SNBC), et à sa comparaison à un scénario tendanciel utilisé comme référence. En cela, les fondamentaux de ce travail sont comparables et complémentaires aux travaux récemment publiés par d'autres laboratoires d'idées comme le Shift Project¹ ou l'association négaWatt²³. Mais là où les scénarios décrits par ces études sont d'ordre essentiellement physique (« que faut-il transformer pour que notre société soit neutre en carbone ? »), notre étude se situe essentiellement sur le terrain économique et se **concentre sur le financement** des mutations décrites.

Quelques **définitions indispensables** à la bonne compréhension du rapport :

- **Investissements** : la définition des « investissements » nécessaires utilisée ici est une définition au sens large. Elle s'inspire de la notion de « coûts d'investissement » dans un projet ou un actif, au sens où elle désigne des coûts initiaux à considérer pour implémenter un changement, et exclut les coûts dits « d'opération » ou « de fonctionnement » qui ont lieu ensuite tout au long de la vie du projet. Cette définition n'est pour autant pas enfermée dans une vision purement comptable et désignera ici, dans un objectif de simplicité, des **objets et types de flux économiques sensiblement plus larges et hétérogènes**, notamment sur le périmètre public : dépenses publiques directes (exemple : investissements dans les transports publics), aides publiques aux investissements privés (exemple : prime à la conversion automobile), mécanismes de transfert entre acteurs privés transitant par les comptes publics (exemple : complément de rémunération des producteurs d'énergies renouvelables), baisses de recettes fiscales, etc. Par facilité de langage, **on utilisera parfois les termes de « coût » ou « surcoût » par rapport à la tendance**, pour désigner ces mêmes investissements.

2 % pour 2 degrés !

- **Neutralité carbone nette** : l'objectif de neutralité carbone actuellement fixé par la plupart des institutions politiques, dont la SNBC française, est un objectif « net » au sens il ne s'agit pas de ne plus émettre du tout de gaz à effet de serre en 2050 mais de réduire au maximum les émissions et d'absorber ce qui n'est pas réductible par l'intermédiaire de puits de carbone (notamment les forêts, qui pompent du dioxyde de carbone CO₂ atmosphérique pendant leur croissance). Cette logique est reprise dans cette étude mais avec l'objectif de n'utiliser les puits de carbone qu'en dernier recours, après avoir effectivement décarboné tout ce qui pouvait l'être. En effet, les puits de carbone ont leurs propres limites⁴.

Les principales limites de cet exercice sont les suivantes :

- **On ne chiffre pas ici le coût de l'ensemble de la transition écologique, simplement celui de l'atteinte de la neutralité carbone à horizon 2050.** Pour autant, d'autres sujets environnementaux nécessitent une attention toute aussi importante, tels que **la préservation de la biodiversité (et lutter contre la sixième extinction de masse que nous connaissons)**, la gestion de l'eau, la dépollution chimique des sols et des procédés, etc. Des investissements sur ces thématiques sont tout aussi justifiés et nécessaires mais, pour des raisons méthodologiques, nous ne les prenons pas directement en compte dans cette étude, encore que plusieurs investissements proposés contribuent aussi à agir sur ces fronts. Les montants donnés dans notre étude constituent donc un plancher pour atteindre la neutralité carbone mais devraient être revus sensiblement à la hausse en intégrant les autres enjeux écologiques. Ce sera l'objet de travaux ultérieurs. En outre, comme expliqué précédemment, **nous ne comptabilisons pas directement dans nos totaux les coûts d'opération, comme les baisses de TVA** que nous préconisons en matière de transport ou d'alimentation ou une partie des aides à la production dans l'énergie. Pour toutes ces raisons, le « surcoût » ou le « surinvestissement » pour la puissance publique donné ici constitue véritablement un plancher reposant sur des estimations très prudentes.
- **Les émissions de gaz à effet de serre considérées ici sont uniquement les émissions territoriales, i.e. émises sur le sol français**, et cela afin d'être cohérent avec la SNBC. Cependant, l'empreinte carbone de la France, comptabilisant l'impact carbone de tous les produits importés, est beaucoup plus large. Ces aspects sont abordés à chaque fois que possible (émissions liées à l'aviation internationale, gestion des fuites de carbone grâce un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières de l'Europe, etc.) mais les coûts afférents ne sont pas chiffrés dans l'étude. C'est le cas également de la contribution de la France au Fonds vert de l'ONU, investissement que nous savons nécessaire mais qui vise à appuyer la décarbonation d'autres pays que la France.
- **La rentabilité (au sens économique ou financier, et non du point de vue socio-économique ou écologique) intrinsèque des investissements et leur impact sur les acteurs économiques** (sur les coûts de production, sur le budget des ménages) n'est pas systématiquement étudiée, sauf cas particuliers.

2 % pour 2 degrés !

- **Les mesures de soutien public proposées ici se concentrent sur celles faisant l'objet d'enveloppes budgétaires ou fiscales quantitativement significatives.** Notre travail n'est donc pas d'ordre réglementaire mais plutôt budgétaire : nous ne nous préoccupons pas systématiquement des mesures législatives et réglementaires qui devront nécessairement accompagner le déploiement des investissements. Les mesures réglementaires les plus structurantes, ou constituant des prérequis aux investissements, sont cependant décrites.
- De la même façon, si nous avons **pleinement conscience de l'importance des enjeux de mise en œuvre d'une telle transition**, l'ensemble des conditions nécessaires au bon déroulement de ce plan d'action chiffré n'est pas systématiquement décrit.
- **Le dimensionnement des aides publiques est réalisé en ordre de grandeur uniquement.** Des modélisations spécifiques de cas d'études, mesure par mesure, seraient nécessaires pour s'assurer du niveau exact de subvention permettant un bon équilibre entre incitation efficace des acteurs privés et limitation des effets d'aubaine ou abus découlant d'une surévaluation des besoins. De même, si des orientations sont généralement données sur la ventilation du soutien public selon des critères sociaux ou économiques (exemple : taux de couverture supérieur pour les ménages modestes, priorisation des PME présentant de moindres marges de manœuvre d'investissement, etc.), **les barèmes exacts des dispositifs ne sont pas détaillés.**
- **Les investissements publics ne distinguent pas les coûts qui devront être portés par l'État et ceux qui devront être portés par les collectivités.** La Stratégie nationale bas-carbone de l'État rappelle que 75 % des leviers pour une transition écologique réussie sont territoriaux. Par ailleurs, les collectivités sont responsables d'environ 70 % de l'investissement public. Dans bien des cas, les investissements publics déployés devront donc être opérés en lien avec les collectivités. Cependant, les règles budgétaires qui s'imposent aux collectivités, et notamment l'obligation pour elles de voter un budget à l'équilibre, les privent de la possibilité de mobiliser rapidement les près de 36 milliards d'euros d'investissements publics supplémentaires nécessaires chaque année pour réaliser la transition. Par conséquent, la grande majorité des investissements calculés ici devraient être financés par l'État, le cas échéant en lien avec les collectivités. En outre, à l'exception de certains investissements (dans les transports en commun par exemple), l'État et ses opérateurs ont la capacité de déployer la plupart des aides décrites dans ce rapport.
- **Enfin, les investissements sont considérés comme commençant début 2022 et s'arrêtant début 2050, et s'étalent donc sur 28 ans.** La référence pour les émissions actuelles, issus du rapport annuel du Haut Conseil pour le Climat 2021⁵, est l'année 2019. Ainsi, les variations d'émissions de la France entre 2019 et fin 2021 sont négligées. En effet, les émissions à fin 2021 ont rebondi à des niveaux proches de 2019, après avoir fortement baissé en 2020 en raison de la crise sanitaire⁶.

Résumé exécutif

Au cours des dernières années, nous avons fixé des objectifs ambitieux pour le climat. Nous avons multiplié les accords internationaux, les lois et les stratégies nationales. Mais les résultats ne suivent pas : nos émissions baissent trop lentement. **Une des causes principales de cet échec est que la reconstruction écologique de nos sociétés se heurte au mur de l'argent.** Or, atteindre la neutralité carbone suppose, certains y verront un paradoxe au regard de l'impératif de sobriété, de nombreux investissements.

Mais combien, exactement ? On pourrait imaginer que ce chiffrage existe déjà : en effet, comment penser des stratégies nationales bas carbone (SNBC) ou des programmations pluriannuelles pour l'énergie (PPE) sans aborder simultanément la question des moyens budgétaires et financiers nécessaires pour les atteindre ? Or, cela peut paraître surprenant, mais ce « recensement » n'existe tout simplement pas, malgré des tentatives éparses et incomplètes d'organismes publics ou privés de fournir des données. **Cela nous conduit inévitablement à une forme de double discours en matière d'environnement : celui qui consiste à promettre beaucoup en matière d'objectifs, tout en mobilisant peu au niveau des financements.**

C'est à ce problème majeur pour la réussite de la transition bas-carbone et pour le débat démocratique et économique que ce rapport entreprend de s'attaquer. **Notre objectif final, la raison d'être de ce rapport, est d'associer aux leviers de décarbonation de l'économie les moyens financiers nécessaires pour les réaliser.**

Nous chiffrons ces investissements, publics et privés confondus, à 182 milliards d'euros par an, dont 57 milliards d'euros par an en plus des investissements déjà

prévus dans un scénario tendanciel, ce qui comprend aussi bien les dépenses « vertes » actuelles que celles dont nous pouvons anticiper la réorientation (par exemple les investissements actuels dans les véhicules thermiques seront transformés en investissements dans des véhicules électriques). **Ces investissements supplémentaires représentent 2,3 % du PIB de la France en 2021. C'est ce qui donne le titre de notre rapport : 2 % du PIB d'investissements publics et privés supplémentaires sont nécessaires chaque année pour tenir notre engagement de neutralité carbone et faire notre juste part pour limiter le réchauffement à 2 degrés !**

Précisons que ces « investissements » ne sont pas à considérer au sens économique strict du terme : il s'agit en réalité de l'ensemble des dépenses publiques et privées nécessaires pour atteindre les objectifs fixés et peuvent prendre la forme d'investissements durs, mais également de subventions, de crédits d'impôts, d'allègements fiscaux, d'aides à l'installation ou à la reforestation, de l'acquisition de biens par des ménages, etc.

Sur ces 57 milliards d'euros supplémentaires, 36 milliards d'euros d'investissements devraient être pris en charge par l'État. 36 milliards d'euros par an d'argent public supplémentaire pour atteindre la neutralité carbone : qu'est-ce que c'est pour le budget de l'État ? **C'est à peu près ce que paie chaque année l'État aux banques et autres investisseurs en remboursement des intérêts de sa dette publique** (38 milliards d'euros pour 2022, plus de 40 milliards d'euros pendant les années 2010). C'est nettement moins que ce qu'on dépense chaque année pour la défense (50 milliards d'euros) ou que ce que les actionnaires privés ont perçu en dividendes en 2019 (49,2 milliards d'euros). **Et c'est un peu moins que le premier plan d'urgence budgétaire mis en place dès le début de la pandémie en mars 2020** (42 milliards d'euros). Pour le climat aussi, il nous faut un plan d'urgence, dès maintenant et pour les années à venir.

Ces investissements publics et privés que nous requérons n'ont donc rien d'insurmontable : ils permettraient bien au contraire d'enclencher une dynamique vertueuse pour l'environnement, l'emploi, la santé et *in fine* la prospérité de nos concitoyens.

Quelques précisions importantes pour bien comprendre le cadre de notre étude. Tout d'abord, cette dernière est centrée sur les investissements publics et privés qui permettront de réduire suffisamment les émissions de gaz à effet de serre de la France pour atteindre une neutralité carbone d'ici 30 ans. Par conséquent, notre étude ne prend pas en compte l'ensemble des investissements qui seraient nécessaires à une politique complète de reconstruction écologique (préservation de la biodiversité et lutte contre la sixième extinction de masse que nous connaissons, reconstruction des réseaux d'eau, dépollution chimique des sols et des procédés, etc.), encore que plusieurs investissements étudiés contribuent aussi à agir sur ces fronts. **Notre chiffre constitue donc un plancher pour atteindre la neutralité carbone mais devrait être revu sensiblement à la hausse en intégrant les autres enjeux écologiques.** Ce sera l'objet de travaux ultérieurs. En outre, nous avons évalué le coût de l'investissement en capital (le "Capex") et avons donc laissé de côté les coûts opérationnels (les "Opex"), beaucoup plus difficiles à évaluer et anticiper.

2 % pour 2 degrés !

Ensuite, il est important de souligner que **notre travail n'est pas d'ordre réglementaire mais plutôt budgétaire** : nous ne nous préoccupons pas systématiquement des mesures législatives et réglementaires qui devront nécessairement accompagner le déploiement des investissements. Les mesures réglementaires les plus structurantes, ou constituant des prérequis aux investissements, sont cependant décrites.

Enfin, si nous avons **pleinement conscience de l'importance des enjeux liés au bon déploiement opérationnel d'une telle transition**, l'ensemble des conditions nécessaires au bon déroulement de ce plan d'action chiffré n'est pas systématiquement décrit.

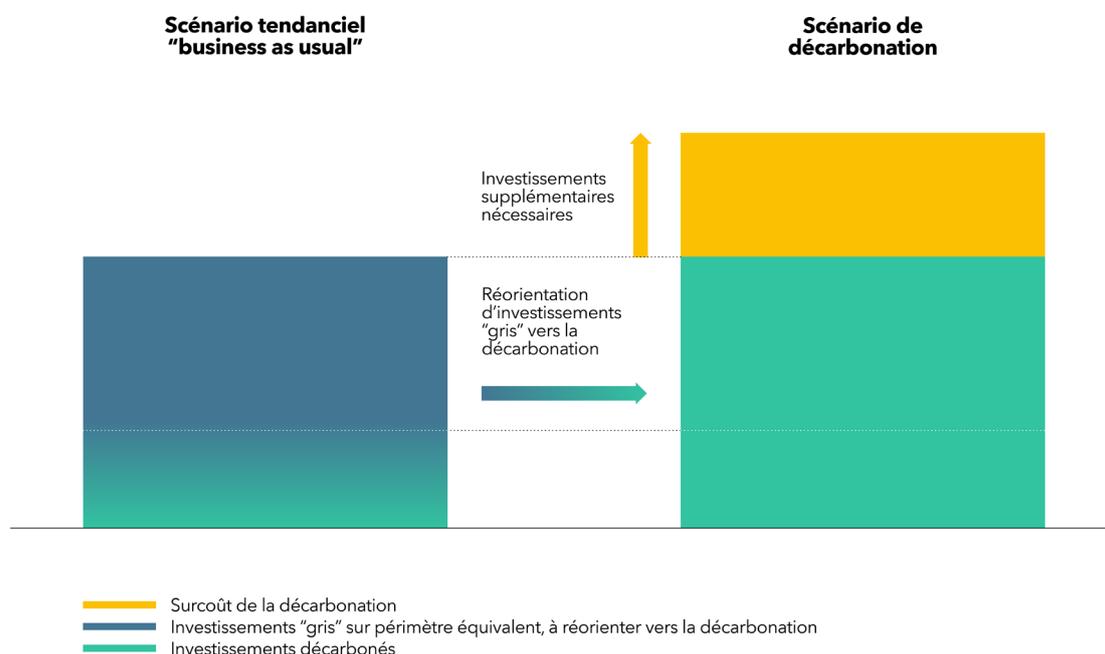
Pour mettre en œuvre le plan d'investissement que nous proposons, nous recommandons, avec d'autres acteurs importants du débat, **l'élaboration d'une loi de programmation pluriannuelle du financement de la reconstruction écologique (LPFRE)**, comme il en existe en matière de recherche et de défense, qui permettrait d'opérer une jonction étroite entre les objectifs fixés et les moyens de les atteindre. **La plus-value et l'originalité de notre rapport est également de proposer une vision de ce que devrait contenir cette loi de programmation pluriannuelle de financement de la reconstruction écologique, secteur par secteur.** Cette vision repose sur des éléments chiffrés les plus concrets et objectifs possibles, mais ces derniers s'articulent également avec une réflexion politique et sociale sur la manière de conduire la reconstruction écologique. Cette réflexion repose sur deux principes directeurs : d'abord, un effort d'investissement massif dans la reconstruction écologique est nécessaire dès maintenant car chaque année perdue accentue la difficulté de la pente ; ensuite, la reconstruction écologique ne peut pas se faire sans justice sociale, sans accompagner financièrement et opérationnellement les citoyens les plus pauvres et les entreprises les moins bien dotées. Notre étude nous permet par exemple de conclure que sans mettre dès maintenant des financements à la hauteur des tâches à accomplir, il est extrêmement peu probable que nous arriverons à tenir l'objectif de - 55 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 (« Fit for 55 »).

Ces éléments expliquent qu'une large part du « surcoût » de la transition doit être prise en charge par la puissance publique (36 milliards d'euros sur 57 milliards d'euros de surcoût). Cela représente des montants conséquents mais **nous démontrons également, dans la troisième partie du rapport, comment ces dépenses publiques peuvent être financées aisément dans la durée**, notamment si elles s'articulent avec des réformes budgétaires et monétaires plus importantes, mais même si nous devons faire sans attendre ces réformes potentielles. **Nous montrons par ailleurs les nombreux bénéfices économiques qui peuvent en résulter**, que ce soit pour les finances publiques, pour le pouvoir d'achat des ménages, pour les gains qui peuvent en résulter pour la sécurité sociale et le système de santé ou encore du point de vue de la balance commerciale.

Une méthodologie d'évaluation en trois temps

La méthode utilisée est simple et peut se résumer en trois phases (une présentation détaillée est disponible en annexe). **La première phase consiste, à partir des études existantes et des stratégies nationales, à définir l'ensemble des leviers d'action permettant de réduire les émissions** de la France à presque zéro. Ces émissions de gaz à effet de serre sont celles des six grands secteurs d'activité aujourd'hui à l'origine de l'ensemble des émissions territoriales de notre économie (transport, industrie, agriculture, bâtiments, production d'énergie, déchets). La somme des « leviers de décarbonation » sectoriels proposés dans cette étude nous permet de baisser de 87 % les émissions de gaz à effet de serre en 2050 par rapport à aujourd'hui. Les 13 % restants ont vocation à être couverts par le développement d'un dernier secteur à émissions négatives, les puits de carbone.

La deuxième phase vise à établir un « surcoût » global d'investissements nécessaires pour parvenir à la décarbonation de chacun de ces secteurs, sans distinction à ce stade entre le public et le privé. Ce surcoût est calculé pour chaque levier de décarbonation. Il repose sur la **différence entre les investissements nécessaires à la décarbonation de l'économie** (scénario de transition) **et ce que la France continuera d'investir, sur le même périmètre et selon les données que nous avons à notre disposition, si la tendance actuelle est poursuivie** jusqu'à 2050 (scénario tendanciel utilisé comme référence). Dans ce scénario tendanciel, on conserve globalement les modes d'organisation actuels, les politiques actuellement menées sont poursuivies, ou les changements opérés continuent de se faire à la vitesse actuelle (ou anticipée par les politiques actuelles), sans accélérer fortement la cadence ni engager les mutations plus profondes que nous proposons dans le scénario de transition. Les surcoûts affichés impliquent donc que les investissements tendanciels qui ne sont pas déjà au service de la transition soient réorientés vers des investissements de transition (voir figure ci-après). Comme indiqué précédemment, c'est ce qui se produit lorsque des particuliers investissent dans un véhicule électrique au lieu d'un véhicule thermique, ou quand des investisseurs investissent dans des moyens de production d'énergie bas-carbone et non plus d'énergie fossile.



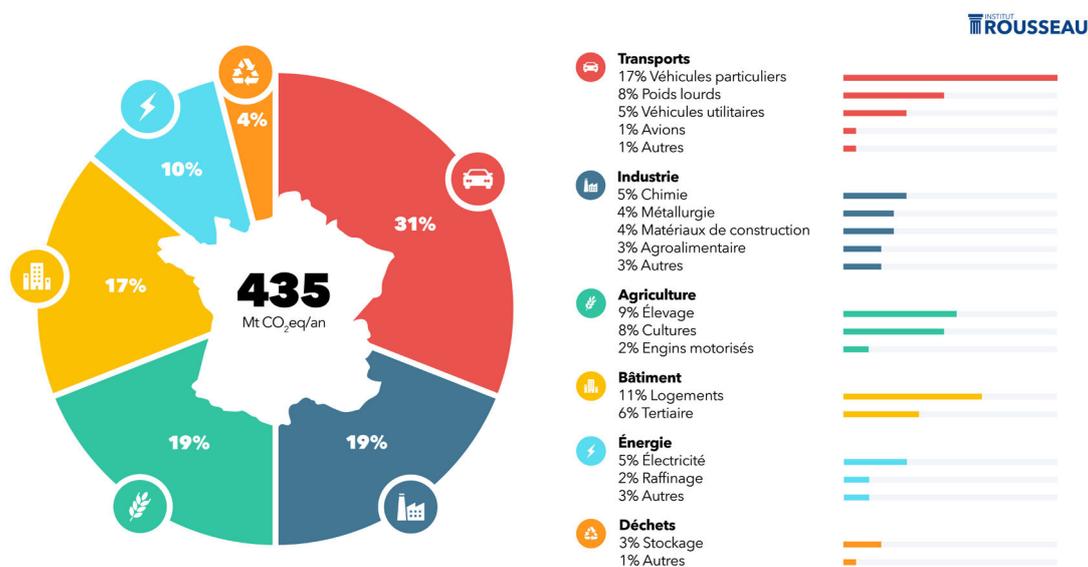
Philosophie de calcul du surcoût de la transition par rapport aux investissements déjà réalisés et aux investissements à réorienter

Enfin, la troisième phase consiste à chiffrer les principales mesures publiques qui permettront d'activer efficacement les leviers de décarbonation. Seules sont recensées les mesures que nous estimons être les plus importantes et qui sont également, le plus souvent, les plus coûteuses pour les finances publiques. Comme indiqué précédemment, il s'agit essentiellement de mesures d'investissements directs ou d'aides à l'investissement ou à la consommation, qu'elles prennent la forme de subventions, de crédits d'impôt, de baisse (ou de hausse) de la fiscalité.

Les émissions de la France et les investissements nécessaires à leur réduction

Les émissions territoriales de la France sont d'abord le fait du transport de biens et de personnes, pour près d'un tiers des émissions, et en particulier de l'usage de la voiture (plus de la moitié des émissions du transport, 17 % du total). Viennent ensuite, en proportions relativement égales (un peu moins de 20 % chacun), l'industrie, l'agriculture et les bâtiments (qui consomment de l'énergie pour chauffer, éclairer, cuisiner, ventiler, etc.). La production d'énergie sur le territoire pèse pour environ 10 % du total, pour moitié liée à la production d'électricité à partir de ressources fossiles (gaz, fuel, etc.). Enfin, la gestion des déchets est responsable de 3,4 % de nos émissions, principalement en raison des fuites de méthane issues de la décomposition naturelle de déchets organiques dans les centres d'enfouissement.

2 % pour 2 degrés !



Émissions territoriales 2019 de la France, par secteur d'activité

Les leviers d'action à mobiliser pour réduire ces émissions sont, dans l'ensemble, bien connus et référencés. Le cœur du dispositif consiste à décarboner la production d'énergie nécessaire à toutes les activités de la vie courante : se déplacer, se nourrir, se loger, s'éclairer ou se chauffer, s'approvisionner en objets divers, etc. Mais tous les autres secteurs doivent également s'adapter, à la fois pour réduire leur consommation d'énergie et pour pouvoir utiliser ces nouvelles formes décarbonées d'énergie (par exemple en passant d'équipements thermiques à des équipements électriques). Enfin, certaines sources d'émissions non directement liées à la consommation d'énergie nécessitent des changements de pratiques ou de procédés, comme dans l'agriculture ou l'industrie. **Nous avons listé 33 leviers d'actions, dont 26 concernent directement les émissions sectorielles et 7 concernent des moyens d'action transverses, profitables à l'ensemble des secteurs.**

Nos 33 leviers pour décarboner la France d'ici 2050



TRANSPORT

- 1 Réduire le nombre de véhicules et les convertir aux technologies bas-carbone
- 2 Redévelopper le train
- 3 Développer les transports en commun et la mobilité douce
- 4 Réduire l'usage de l'avion et le décarboner
- 5 Décarboner le transport maritime et fluvial



INDUSTRIE

- 1 Réduire certaines productions grâce à une sobriété de consommation
- 2 Augmenter le recyclage des matériaux
- 3 Développer des procédés de production bas-carbone
- 4 Relocaliser et développer des filières nationales sur certains secteurs stratégiques pour la transition*



AGRICULTURE

- 1 Convertir l'ensemble du secteur à l'agro-écologie
- 2 Réduire la taille du cheptel bovin et la consommation de viande
- 3 Réduire la production de méthane des ruminants
- 4 Augmenter la part de déjections animales valorisées en méthanisation
- 5 Convertir les tracteurs aux technologies bas-carbone



BATIMENT

- 1 Rénover massivement et globalement les logements
- 2 Rénover massivement et globalement le parc tertiaire public et privé
- 3 Réduire le rythme de construction neuve



PRODUCTION D'ENERGIE

- 1 Décarboner et adapter le système de production d'électricité
- 2 Remplacer le gaz naturel par du biogaz et autres gaz « verts »
- 3 Sortir du pétrole et cesser son raffinage
- 4 Décarboner la production de chaleur pour le chauffage urbain et autres émissions résiduelles (incinération, etc.)



DECHETS

- 1 Collecter séparément et méthaniser les déchets organiques fermentescibles
- 2 Développer l'économie circulaire et l'économie de la fonctionnalité



PUITS DE CARBONE

- 1 Augmenter la superficie forestière et les moyens affectés à sa bonne gestion
- 2 Planter des lignes de haies et des arbres en plein champs
- 3 Faire appel, lorsque pertinent, aux technologies de Captage et Stockage du CO2



LEVIERS TRANS-SECTORIELS

- 1 Engager les effectifs publics nécessaires pour accompagner la transition écologique
- 2 Booster la R&D et l'innovation appliquée à la transition écologique
- 3 Utiliser davantage les possibilités offertes par les banques publiques d'investissement
- 4 Adapter la formation initiale aux enjeux de la transition écologique
- 5 Sensibiliser les citoyens aux enjeux de la transition écologique et aux solutions associées
- 6 Soutenir le développement d'un numérique moins émetteur
- 7 Accompagner les mutations professionnelles engendrées par la transition

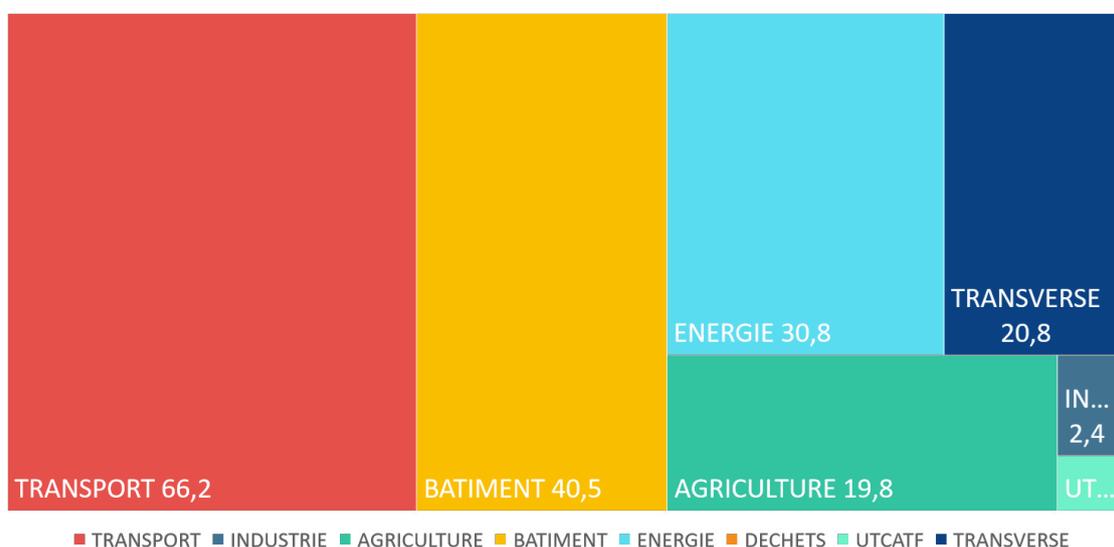
La totalité des investissements collectifs nécessaires à la mise en place de l'ensemble des leviers de décarbonation présentés dans le rapport est estimée à environ 5 000 milliards d'euros d'ici 2050, soit 181 milliards d'euros en moyenne par an. Comme expliqué précédemment, ces investissements nécessaires à la décarbonation de l'économie sont à comparer à ce que la France continuera d'investir, sur le même périmètre, si la tendance actuelle est poursuivie jusqu'à 2050, c'est-à-dire ce que l'on a coutume d'appeler le *business as usual*. Par exemple, les enveloppes de coûts d'investissement tendanciels incluent le coût d'achat des voitures thermiques que nous continuerions d'acheter si nous n'opérons pas de conversion vers des véhicules bas-carbone, le coût des rénovations des bâtiments selon le rythme et le type de rénovation actuellement constatés ou encore, côté public, des coûts

2 % pour 2 degrés !

relatifs au maintien de budgets actuels de dépense publique (Fonds Chaleur, Fonds Économie Circulaire, etc.). **La somme de ces coûts tendanciels comparables à nos coûts de transition est estimée à environ 3 400 milliards d'euros d'ici 2050, soit 121 milliards d'euros en moyenne par an.** La différence entre les coûts d'investissement totaux nécessaires à la transition et les coûts tendanciels permettent d'en déduire le niveau de « surinvestissement » (ou surcoût) à débloquer pour atteindre la neutralité carbone. **La somme de ces surcoûts d'investissement est estimée à environ 1 650 milliards d'euros d'ici 2050, soit 57 milliards d'euros en moyenne par an,** représentant une hausse d'environ 50 % par rapport au périmètre tendanciel.

Lorsqu'on raisonne en investissement total, on constate que la majorité des investissements (près de 60 %) est concentrée sur deux secteurs : celui du transport et celui du bâtiment. Cela s'explique par le caractère massifié de ces deux secteurs : les investissements à mener s'appliquent à des dizaines de millions de véhicules et de bâtiments. Viennent ensuite, dans des proportions relativement comparables, la production d'énergie (17 %, 30,8 milliards d'euros par an), l'agriculture (11 %, 19,8 milliards d'euros par an) et les mesures transverses (11 %, 20,8 milliards d'euros par an). L'industrie (2,4 milliards d'euros par an) et les puits de carbone (1,2 milliards d'euros par an), arrivent loin derrière avec 2 % des investissements à eux deux.

Investissement total : 182 milliards d'euros/an



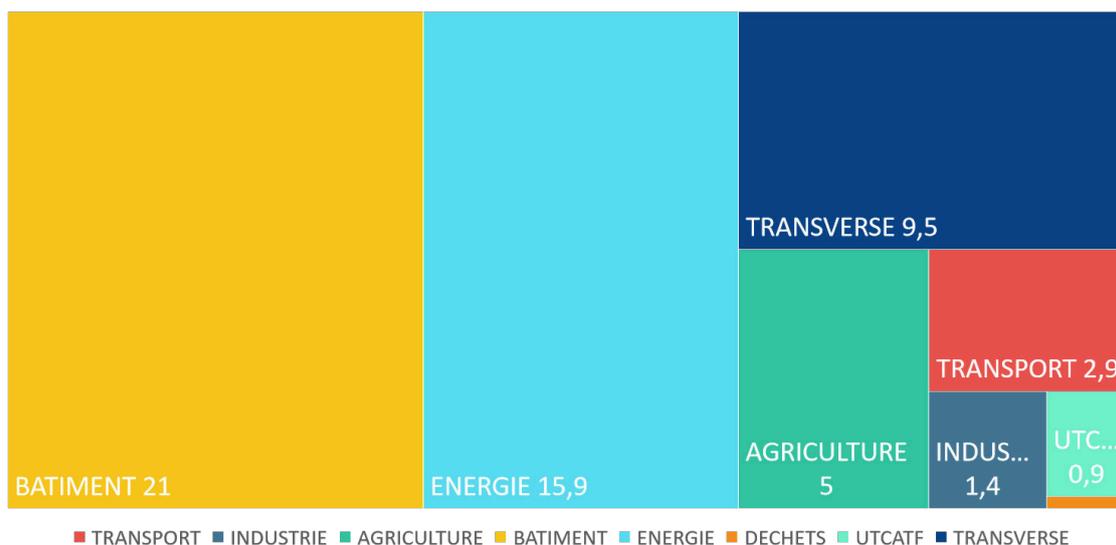
Surface d'investissements annuels à débloquer par secteur (en milliards d'euros par an)

Lorsqu'on raisonne en surinvestissement par rapport à la tendance, le classement change du tout au tout. Le secteur du bâtiment est de loin celui qui nécessite le plus gros effort supplémentaire par rapport à la tendance (36 % du surcoût de transition, soit 21 milliards par an), suivi par la production d'énergie (28 %, 15,9 milliards par an). Ces deux secteurs représentent à eux deux 64 % des besoins d'investissements supplémentaires. Côté

2 % pour 2 degrés !

bâtiment, cela s'explique par le besoin de fortement accélérer le rythme des rénovations, ainsi qu'au passage de rénovations partielles (dites "par gestes") à des rénovations globales, unitairement plus coûteuses. Côté énergie, cela est dû à une hypothèse de forte électrification des usages dans le scénario de transition, entraînant une hausse de 60 % de la consommation électrique par rapport au scénario tendanciel. Enfin, la forte baisse du secteur du transport dans le classement des surcoûts est principalement due à deux raisons. D'une part, le surinvestissement dans le secteur des transports est égal au différentiel de coût entre des véhicules bas-carbone et des véhicules thermiques dans lesquelles il faut de toute façon investir dans le scénario tendanciel (contrairement au bâtiment, par exemple, ou une partie des rénovations nécessaires n'est tout simplement pas faite). D'autre part, cela est dû à une baisse de 20 % du nombre de voitures particulières dans le scénario de transition par rapport au scénario tendanciel, résultant notamment du fort développement du train et des transports en commun (voir partie suivante relative aux transports). On achètera moins de voitures d'ici 2050 qu'en tendance actuelle, ce qui engendre un surcoût « négatif » sur ce levier, qui vient fortement alléger les autres postes de surcoût du secteur (développement des transports en commun, relance du ferroviaire, etc.).

Sur-investissement total : 57 milliards d'euros/an



Volume d'investissements supplémentaires à débloquer, par secteur, en plus d'une réorientation de dépenses tendanciennes (surcoût, en milliards d'euros par an)

Comment financer ces investissements ?

Parmi les pistes de financement disponibles, il faudra nécessairement en passer, en premier lieu, par **davantage d'endettement public**. Ce financement supplémentaire, de l'ordre de 20 à 30 milliards d'euros annuels (si l'on prend en compte les "économies" budgétaires permises par la suppression d'un certain nombre de dépenses fiscales défavorables à l'environnement

2 % pour 2 degrés !

- *cf. infra*), doit s'opérer dans la durée, de manière continue pour chacune des 30 prochaines années. Cela ne doit pas nous effrayer car ces sommes ne représentent pas un montant « conséquent » pour les marchés financiers. À titre de comparaison, la France a placé sur les marchés près de 24 milliards d'euros entre le 3 et le 15 février de cette année 2022 sur des maturités allant jusqu'à 31 ans pour des taux inférieurs à 1 %. On peut également souligner le fait que le besoin de financement de l'État devrait atteindre 302,5 milliards d'euros en 2022, contre 321,1 milliards pour l'année 2021 (hors roulement de dettes à court terme qui augmentent le besoin de financements comme indiqué plus loin). **Par conséquent, emprunter 30 à 40 milliards d'euros supplémentaires représenterait moins de 10 % du besoin de financement annuel de l'État à ajouter aux emprunts annuels.** Et cela alors que les offres de financements reçues par le Trésor représentent, à chaque adjudication, près de 3,5 fois les montants de financement recherchés, ce qui signifie que la France pourrait aisément placer davantage de titres de dette sur les marchés financiers sans se trouver à court d'investisseurs.

Au niveau européen, la mise en œuvre des investissements nécessaires à la transition écologique suppose toutefois une **remise en cause complète du cadre juridique actuel**, qui devrait passer *a minima* par **l'exclusion du calcul du déficit public des dépenses publiques** relatives à plusieurs secteurs d'investissements bénéfiques pour la reconstruction écologique qui sont détaillés dans le rapport.

Au niveau national, les **règles de la commande publique devront aussi être repensées**. Cette dernière représente environ 200 milliards d'euros chaque année, soit un peu moins de 10 % de notre produit intérieur brut (PIB). Cependant, l'observatoire de la commande publique estime que seuls 13,6 % des marchés publics comportent aujourd'hui une clause environnementale, contre un objectif fixé par la loi de transition énergétique de 2015 à 30 % en 2020. Mais le prix reste le critère majeur dans la pondération des différents critères au moment des consultations. Il n'est pas rare que le seul critère prix dépasse 70 % de l'ensemble de la notation, contre moins de 10 % en moyenne pour les considérations environnementales. Si l'on veut engager une véritable reconstruction écologique, il est nécessaire d'aller plus loin en introduisant dans la loi une obligation de pondération des critères environnementaux qui soit au moins égale à une fourchette comprise entre 30 et 50 % de l'ensemble des critères en fonction des catégories de produits et services concernés.

Enfin, **le recours à l'arme monétaire est une piste à considérer sérieusement** : une partie des dépenses pourrait et devrait être monétisée afin d'alléger la facture pour les États, même s'ils peuvent a priori s'en passer tant que les taux d'intérêts demeurent faibles et que la Banque centrale assure des débouchés à la dette publique (ce qui devient de moins en moins certain au regard des déclarations récentes des banques centrales). Une solution à terme pourrait alors être **l'introduction raisonnée et ciblée de monnaie libre (libre de dettes), dans des volumes limités et décidés sous contrôle démocratique, dans le système économique**. Cette proposition a été explorée par l'Institut Rousseau dans plusieurs publications. Par exemple, on pourrait imaginer que la Banque centrale crée de l'argent *ex nihilo* pour approvisionner soit directement les États soit des fonds d'investissement dans la

2 % pour 2 degrés !

reconstruction écologique afin de faciliter le financement de cette dernière. La BCE pourrait par exemple financer à hauteur de 20 milliards d'euros par an (pour la France) l'effort visé dans la loi de programmation du financement de la reconstruction écologique décrite dans la première partie, tout en en faisant autant, à proportion de leurs besoins, pour les autres pays de la zone euro. Cette politique conduirait à une injection de liquidités au profit de la société et de l'intérêt général, et non plus seulement au profit des marchés financiers. Mais techniquement, la méthode serait la même et l'impact sur le bilan de la banque centrale également.

Cette proposition de monétisation des dépenses publiques sous contrôle démocratique, via le mécanisme de la monnaie libre, conduit presque au même résultat que la **conversion des dettes publiques détenues par la BCE en investissements écologiques**. L'Institut Rousseau a en effet porté une proposition originale : annuler les dettes publiques détenues par le système européen de banques centrales (SEBC), soit près de 4 000 milliards d'euros début 2022, en échange de l'engagement des États de développer des investissements de même montant dans la reconstruction écologique et sociale. **En annulant 750 milliards d'euros de dette publique française détenue par la BCE, en échange de l'engagement de réinvestir 36 milliards d'euros par an dans la neutralité carbone, nous pourrions financer 20 années du plan que nous proposons, et cela sans aucune augmentation de la dette publique.**

Enfin, **le coût pour les finances publiques peut être atténué en utilisant la fiscalité écologique**. Cela passe d'une part par la suppression des dépenses fiscales nocives pour l'environnement. En 2022, selon le rapport du Réseau Action Climat, les dépenses fiscales nocives pour l'environnement ont atteint près de 12,5 milliards d'euros pour les plus importantes d'entre elles. D'autre part, une fiscalité écologique peut être développée pour taxer les activités et produits polluants pour inciter à adopter des pratiques plus respectueuses de l'environnement. Ce genre de fiscalité a été introduite depuis une trentaine d'années mais la France ne l'utilise qu'assez peu : notre pays ne figure même pas dans les 10 premiers pays européens pour la proportion des recettes fiscales environnementales dans le PIB.

Des coûts mais aussi des gains pour l'État, les entreprises et les ménages

La reconstruction écologique s'accompagne également de nombreux effets positifs directs ou indirects sur les plans économiques et sociaux. Parmi ces effets positifs directs, on pense par exemple aux près de **54 milliards d'euros de gains annuels sur la balance commerciale**, principalement dû aux baisses des importations d'hydrocarbures économisés chaque année. Pour le cas de la France, ce gain lié aux hydrocarbures peut être estimé à environ 46,5 milliards d'euros chaque année. Il doit toutefois être nuancé par le surplus d'importation de 1 milliards d'euros par an pour les biocarburants (montant calculé dans la partie Transport). Les importations françaises en matière agricole seront également une source d'économie. Le coût des importations d'intrants à base d'azote et de phosphore s'élevait en 2019 à 1,84 milliards

d'euros. Cette somme serait réduite de plus de 50 % par les mesures que nous présentons dans ce rapport, ce qui nous conduit à estimer à près d'un milliard d'euros par an le gain pour la balance commerciale française.

Au niveau de l'emploi, la **création nette d'au moins 300 000 emplois** selon les chiffres du Shift Projet aurait une incidence positive pour les finances publiques. Si l'on considère une baisse de 300 000 chômeurs, le fait que l'allocation moyenne de chômage en septembre 2020 était de 1266 €, que le salaire brut moyen est de 3183€ par mois en France en 2019, un rapide calcul permet d'obtenir près de 4,56 milliards d'allocation chômage soit économisés soit cotisés. En outre, si l'on considère le taux de cotisation salariale moyen de 22 % et le fait que les charges patronales sont comprises entre 25 % et 42 % (donc ici nous retiendrons 30 %), cela conduirait à augmenter de 2,52 milliards d'euros les cotisations salariales et de 3,44 milliards d'euros par an les cotisations patronales. **Au total, les créations d'emplois supplémentaires pourraient éviter des allocations chômage et générer des cotisations supplémentaires pour un montant de l'ordre de 10 milliards d'euros.**

Au niveau de la sécurité sociale, **les coûts évités pour la Sécurité sociale de la pollution de l'air pourraient être de l'ordre de 3 milliards d'euros chaque année.** Des coûts spécifiques liés à des maladies provoquées par l'humidité et une insuffisance de chauffage dans les logements pourraient également être évités : un rapport parlementaire récent évoque ainsi un coût pour la sécurité sociale spécifique lié à ces logements, qui sont en réalité des « passoires thermiques », de 666 millions d'euros par an.

Enfin, pour les ménages, le premier élément d'économie est lié aux véhicules individuels. Dans les études, en moyenne, une voiture électrique coûte 1,5 à 2 € pour 100 kilomètres sur les routes alors que les voitures thermiques coûtent plutôt 8 à 9 € pour la même distance. Or, en moyenne, les Français roulent 12 200 km chaque année. Cela permet à un utilisateur de voiture électrique d'économiser en moyenne plus de 800 € chaque année, dans l'hypothèse où les coûts des carburants sont stables dans le temps, ce qui n'est pas certain. On peut également envisager 100 € d'économies annuelles sur l'entretien selon plusieurs études convergentes (voir partie Transports).

De la même façon, des économies importantes seront effectuées grâce aux rénovations thermiques ambitieuses. Une étude estime qu'il peut y avoir jusqu'à 67,5 % d'économies potentielles sur la facture du chauffage pour un ménage effectuant des travaux performants tant sur l'isolation que sur un mode de chauffage efficient. La facture énergétique étant de 1602 € par an en moyenne, dont environ 1058 € pour la facture de chauffage, les logements qui seront rénovés correctement peuvent donc permettre à leurs habitants une économie de 714 € par an.

Additionnées, ces mesures permettent d'atteindre des économies moyennes cumulées d'environ 1700 euros par an pour les ménages. Ces opérations étaient par ailleurs largement subventionnées par l'État pour les ménages modestes et pour les classes moyennes, au regard des choix opérés dans notre étude, ces économies seraient souvent nettes des dépenses initiales

nécessaires.

En conclusion

- La décarbonation de notre économie a un coût non négligeable : 181 milliards d'euros d'investissements publics et privés, dont 57 milliards d'euros de surcoût par rapport aux scénarios tendanciels, dont *a minima* 36 milliards d'euros devront être pris en charge par la puissance publique. Mais ce coût, qui peut aussi être vu comme un investissement, est aisément finançable, en particulier si l'on mobilise des sources de financement innovantes.
- Afin de réaliser ces investissements dans la durée et de permettre une discussion démocratique informée sur ce thème, la France doit mettre en place au plus vite une loi de programmation pluriannuelle de financement de la reconstruction écologique (LPFRE). Cela suppose également un État stratège : la « main invisible » des marchés ne permettra pas d'organiser la transition.
- Toutes les filières de notre économie doivent dès à présent se lancer dans la transition, sans quoi tout retard entraînera une surcharge d'investissement dans les années futures. Quel que soit le secteur considéré, attendre ne fera que rendre la reconstruction écologique plus difficile et plus chère. L'objectif « Fit for 55 » est déjà menacé.
- Des avantages économiques substantiels sont à tirer de la transition bas-carbone, en matière de santé, de performance des entreprises, d'emplois et de gains économiques pour les ménages, en plus des gains en termes de qualité de vie. Un ménage pourrait espérer économiser en moyenne 1700 sur ses factures annuelles, essentiellement consacrées au logement et au transport.
- Il existe des moyens d'accompagner socialement la reconstruction écologique de notre pays de manière que les plus défavorisés d'entre nous ne se retrouvent pas à devoir supporter le poids de la transition sans accompagnement adéquat. Certains investissements devront être pris en charge à 100 % par la puissance publique. En effet, justice sociale et transition écologique doivent aller de pair.
- En conclusion, atteindre la neutralité carbone de la France nécessite une action volontariste, immédiate et de nous donner les moyens intellectuels et budgétaires de régler le problème. Mais à ces conditions, elle est à portée de main. Il s'agit d'une question de volonté politique. Alors, qu'attendons-nous ?

Ce travail est issu des efforts d'un groupe composé d'une vingtaine de personnes qui ont travaillé de

manière bénévole pendant près de huit mois. Il a été relu par plusieurs experts dont les commentaires ont été précieux pour affiner les résultats et mieux expliquer la démarche. Merci à eux !

Introduction de Nicolas Dufrêne, directeur de l'Institut Rousseau

*« Il faut d'abord savoir ce que l'on veut, il faut ensuite le courage
de le dire, il faut ensuite l'énergie de le faire ! »*

Clémenceau

D'après l'Organisation météorologique mondiale, les sept dernières années ont été les plus chaudes jamais enregistrées sur la planète⁷. Il n'est pas besoin d'en dire plus sur la nécessité d'agir de manière urgente. Mais pourquoi nos progrès sont-ils si lents, si insuffisants ? Les objectifs fixés par les accords internationaux, les lois et les stratégies ne manquent pourtant pas de vertus et d'ambitions, mais ils ne sont que rarement atteints. **Disons-le clairement : une des causes principales de cet échec est que la reconstruction écologique se heurte au mur de l'argent.**

La sobriété, l'efficacité et la reconstruction écologique de nos sociétés nécessitent en effet, certains y verront un paradoxe, d'énormes moyens matériels et par conséquent financiers. Il nous faut aujourd'hui l'équivalent de 2 % du PIB d'investissements publics et privés supplémentaires chaque année pour tenir notre engagement de neutralité carbone et faire notre part pour limiter le réchauffement climatique à 2 degrés maximum. Or, si la reconstruction

écologique nous ramène à la dimension matérialiste de l'histoire humaine, notre pensée et nos règles économiques continuent de nous condamner largement à l'austérité et à l'inaction.

Cette incapacité à penser le lien entre reconstruction écologique et moyens financiers s'illustre dans le fait que les objectifs fixés aux niveaux internationaux et aux niveaux nationaux sont systématiquement déconnectés des investissements qui sont nécessaires pour les atteindre. Il existe ainsi une forme de double discours : celui qui consiste à promettre beaucoup en matière d'objectifs, tout en mobilisant peu au niveau des financements. **Il n'existe pas, par exemple, en France ou en Europe de tentative de recensement complet et systématique des investissements publics et privés nécessaires pour atteindre la neutralité carbone⁸.** Certaines institutions et certains organismes de recherche⁹ tentent bien de conduire des évaluations, mais ce n'est pas une tâche prioritaire massivement soutenue par les pouvoirs publics. Pourtant, si la reconstruction écologique de nos sociétés est le grand défi du XXI^e siècle, cette évaluation systématique des coûts de la transition devrait constituer une tâche prioritaire pour éclairer les décisions publiques, mais aussi pour inciter les citoyens, les entreprises et les élus locaux à se mettre en ordre de bataille.

Cette évaluation devrait en outre servir de socle à des lois de programmation pluriannuelle du financement de la reconstruction écologique, comme il en existe en matière de recherche et de défense, qui permettrait d'opérer une jonction étroite entre les objectifs fixés et les moyens de les atteindre. Mais cela n'existe pas. Est-ce un moyen de donner le change aux citoyens en indiquant haut et fort la fixation d'objectifs ambitieux pour 2050 tout en les détournant des vrais enjeux économiques qui se posent dès aujourd'hui ?

Car tout se passe malheureusement comme si la fin ne justifiait pas les moyens, comme si la réelle prise de conscience écologique se retrouvait paralysée face au fonctionnement habituel du système économique et des politiques budgétaires et monétaires. Si la finance verte est aujourd'hui largement une illusion¹⁰, la rentabilité demeurant le facteur clé du fonctionnement financier malgré des labels et engagements plus ou moins sérieux, l'État ne remplit pas davantage son rôle à l'heure actuelle.

Dans cette étude importante, l'Institut Rousseau a voulu s'attaquer, avec les moyens qui sont les siens (et qui ne sont pas ceux d'un État), à ce problème. Avec le groupe de plus de 20 personnes qui ont participé à cette étude, nous avons voulu opérer un recensement, le plus exhaustif possible, des volumes d'investissements publics et privés qui sont nécessaires pour atteindre l'objectif de neutralité carbone à 2050 et mener la reconstruction écologique du pays.

Nous avons conduit ce travail en ayant en tête deux principes directeurs : d'abord un effort d'investissement massif dans la reconstruction écologique est nécessaire dès maintenant car chaque année perdue accentue la difficulté de la pente ; ensuite, la reconstruction écologique ne peut pas se faire sans accompagner financièrement et opérationnellement les citoyens les plus pauvres et les entreprises les moins bien dotées. C'est également une question d'équité :

2 % pour 2 degrés !

nous savons en effet qu'en France, l'empreinte carbone moyenne d'un individu appartenant aux 1 % les plus riches est 13 fois plus importante que les 50 % les plus pauvres en raison des différences de mode de vie.

Il en ressort, comme cela sera détaillé dans les pages qui suivent, un besoin global d'investissements supplémentaires annuels de 57 milliards d'euros par an, dont 36 milliards d'euros devront faire l'objet d'un financement public, pour atteindre la neutralité carbone. Ces investissements supplémentaires représentent 2,3 % du PIB de la France en 2021. C'est ce qui donne le titre de notre rapport : 2 % du PIB d'investissements publics et privés supplémentaires sont nécessaires chaque année pour tenir notre engagement de neutralité carbone et faire notre part pour limiter le réchauffement à 2 degrés.

À notre connaissance, une telle étude n'avait encore jamais été faite sur un périmètre aussi étendu. Par ailleurs, nous ne nous contentons pas de recenser les investissements publics et privés nécessaires mais nous les associons à des propositions concrètes de mesures de politiques publiques qui permettront de déployer ces investissements. Nous ciblons ainsi les mesures d'investissements directs ou d'aides à l'investissement ou à la consommation, qu'elles prennent la forme de subventions, de crédits d'impôt, de baisse (ou de hausse) de la fiscalité, c'est-à-dire les mesures qui ont un impact sur les finances publiques. **Toutes ces mesures pourront nourrir la loi de programmation pluriannuelle de financement de la reconstruction écologique que nous appelons de nos vœux.** Par ailleurs, nous nous préoccupons également du financement global de l'ensemble des mesures et formulons à cet égard des propositions qui reprennent en partie des pistes de financement déjà présentées dans d'autres travaux de l'Institut Rousseau ou d'autres organisations.

Bien entendu, notre étude ne peut être exhaustive ni au niveau des mesures ni même au niveau du recensement complet de tous les investissements nécessaires. À certains égards, il est probable que les chiffres présentés ici soient encore sous-évalués par rapport à la réalité. Néanmoins, dans les grandes masses, elle est solide et réaliste, et correspond souvent à ce qui peut être trouvé dans les éléments d'information épars qui existent, que ce soit au sein du budget de l'État ou dans les calculs des organisations professionnelles.

36 milliards d'euros par an d'argent public supplémentaire pour atteindre la neutralité carbone : qu'est-ce que c'est pour le budget de l'État ? **C'est à peu près ce que paie chaque année l'État aux banques privées en remboursement des intérêts de sa dette publique** (38 milliards d'euros pour 2022, plus de 40 milliards d'euros pendant les années 2010). C'est deux fois moins que ce qu'on dépense chaque année pour l'éducation (77 milliards d'euros - hors enseignement supérieur). C'est moins que ce que les actionnaires privés ont perçu en dividendes en 2019 (49,2 milliards d'euros). Et c'est **un peu moins que le premier plan d'urgence budgétaire mis en place dès le début de la pandémie en mars 2020** (42 milliards d'euros). Pour le climat aussi, il nous faut un plan d'urgence, dès maintenant et pour les années à venir.

À l'approche d'échéances électorales importantes et au moment où débute la présidence française de l'Union européenne, ce travail a donc pour vocation de proposer un guide à ceux qui voudraient regarder en face, sans faux-semblants, l'adéquation nécessaire qui devrait exister entre les moyens budgétaires et financiers et la fixation des objectifs quantifiés en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Car alors que nous avons raté l'atteinte des premiers objectifs que nous nous sommes fixés dans la SNBC, comment croire que nous pourrions atteindre l'objectif de 55 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 avec les moyens actuels ? C'est comme si nous voulions traverser l'océan sur un matelas gonflable, avant de nous retrouver inévitablement submergés par la réalité.

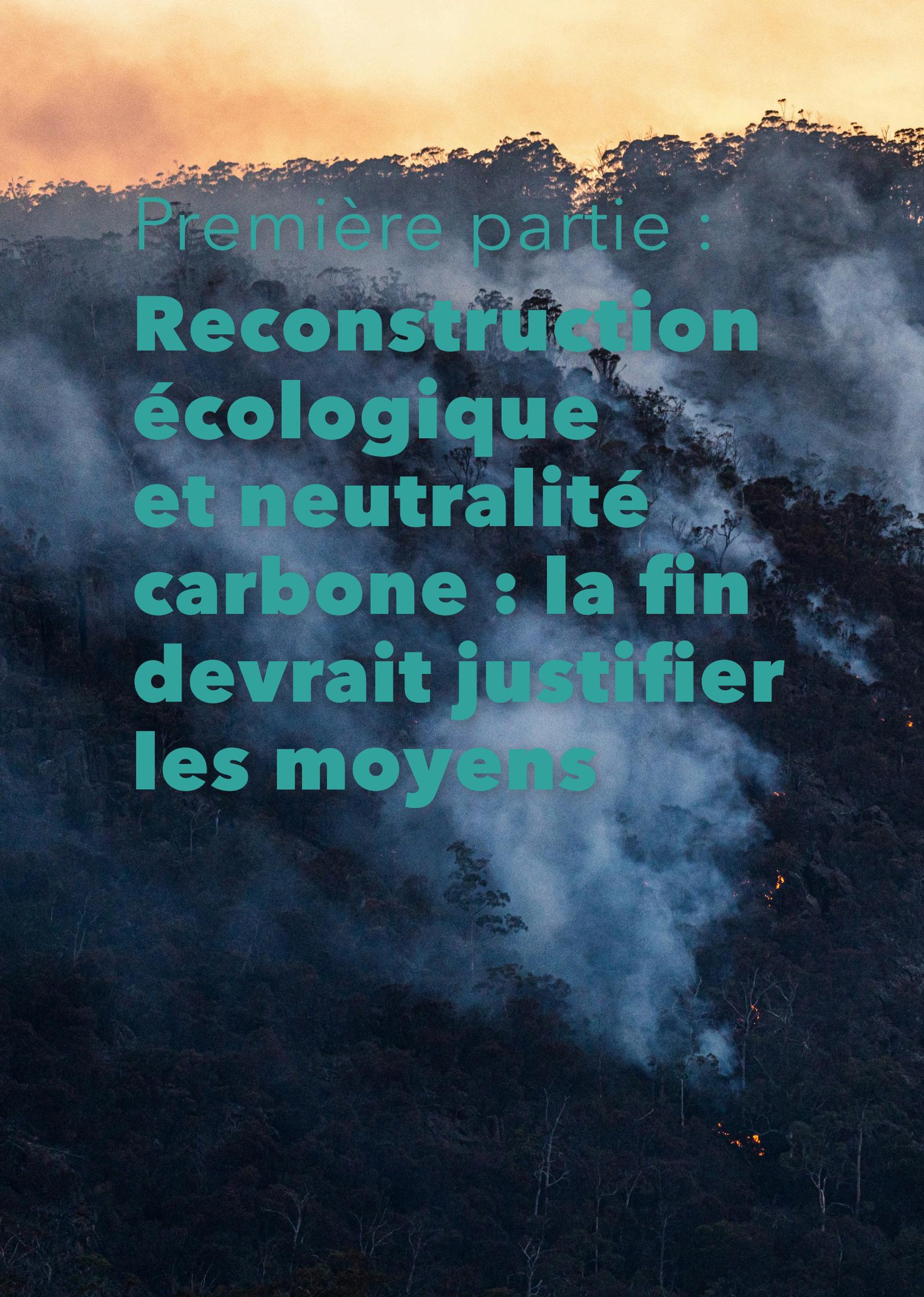
Ce travail nous paraît ainsi complémentaire des initiatives lancées par des organisations partenaires comme négaWatt ou le Shift Project sur les moyens de réduire les émissions et les choix matériels et technologiques à faire pour cela. Il s'inscrit également dans le prolongement des décisions de justice condamnant l'État pour inaction climatique (Affaire du Siècle) et de multiples autres initiatives de la société civile. La France, pays hôte de la COP21 dont est issu l'Accord de Paris, se doit de montrer l'exemple. En ce sens, nous ne pouvons être qu'en désaccord complet avec Bruno Le Maire lorsque celui-ci affirme que « La transition écologique va demander des financements absolument massifs mais aucun État, et certainement pas la France, qui a 115 % de dette publique, ne peuvent se permettre de financer, sur fonds publics, des investissements aussi importants. Parce qu'alors l'écart de taux avec l'Allemagne explosera et tout l'argent que vous pourriez mettre dans la transition écologique ira au remboursement de la dette et à l'augmentation de la charge de la dette »¹¹. Toute notre étude démontre justement que l'État aura un rôle majeur à jouer pour investir. Mais cet investissement ne doit pas seulement être perçu comme un coût : il est un investissement pour l'avenir, qui nous permettra de montrer l'exemple à d'autres pays, qui renforcera la compétitivité de nos entreprises qui pourront développer, avec le soutien des pouvoirs publics, de nouveaux savoir-faire, qui stimulera l'emploi et la santé de nos concitoyens, qui baissera l'impact financier de la pollution de l'air et de la malbouffe, etc.

En réalité, les dernières années nous ont montré à quel point ce discours économique n'était plus acceptable : pendant trop longtemps, on nous a habitués à penser que les ressources financières et monétaires étaient rares et que les ressources naturelles étaient abondantes et disponibles ; il nous faut aujourd'hui penser exactement l'inverse : les ressources naturelles sont rares et fragiles, tandis que les ressources budgétaires, monétaires et financières peuvent être très abondantes. Ainsi si la Banque centrale européenne a été en mesure de créer plus de 2000 milliards d'euros en moins de deux ans pour lutter contre la pandémie, propulsant au passage les marchés financiers vers des records historiques au moment où les morts s'accumulent et où les économies tournent au ralenti, il devrait être possible d'utiliser une partie de ce formidable pouvoir pour financer la reconstruction écologique comme nous avons pu le suggérer¹². En outre, même sans recours à l'arme monétaire, si les États ont pu monter leur déficit jusqu'à 10 % du PIB pour lutter contre la pandémie, et cela sans conséquences majeures ni sur les taux d'intérêts, ni

2 % pour 2 degrés !

sur l'inflation, ni sur l'épargne, contrairement à tout ce que prévoyait la théorie économique néo-classique, il est certainement possible de faire la même chose pour contrer l'autre grande menace existentielle qu'est le dérèglement climatique.

Il n'y a qu'une dette que nous ne pouvons pas annuler : la dette climatique. C'est la seule qui devrait nous préoccuper. Regarder en face les investissements à déployer pour parvenir à la neutralité carbone, et déterminer les meilleurs moyens pour les financer, c'est là l'objectif de ce rapport, mais aussi un impératif pour notre Nation, car de la promesse à la réalité, seul l'investissement fait la différence.

A photograph of a forest landscape at sunset. The sky is a mix of orange and yellow, transitioning into a darker blue. The trees are silhouetted against the bright sky. In the foreground and middle ground, there is a thick layer of white smoke or mist rising from the forest floor, partially obscuring the trees. The overall mood is somber and dramatic.

Première partie :
**Reconstruction
écologique
et neutralité
carbone : la fin
devrait justifier
les moyens**

1. Se montrer à la hauteur de l'Accord de Paris que nous avons impulsé

Le 12 décembre 2015, la COP 21 s'est conclue sur le premier accord universel signé par 195 pays afin de lutter contre le réchauffement climatique : l'Accord de Paris¹³. Il vise à limiter le réchauffement climatique à + 2 degrés Celsius maximum, et au plus près des + 1,5 degré Celsius. Un emballement des températures au-delà de ces seuils entraînerait des conséquences potentiellement cataclysmiques. Ce réchauffement climatique global, dû aux émissions de gaz à effet de serre (CO₂ équivalent), doit ainsi conduire tous les pays du monde à agir, en particulier ceux qui en ont les moyens.

Atteindre les objectifs de l'Accord de Paris est de plus en plus nécessaire, car plus le temps passe, plus les conséquences seront importantes et plus le mur à franchir sera haut. En outre, les rapports se multiplient désormais qui alertent sur des conséquences du réchauffement climatique sur le climat, la biodiversité et la vie humaine encore plus graves que nous le pensions initialement.

Hélas, à l'heure actuelle, aucun État ou presque ne se montre aujourd'hui à la hauteur des enjeux. Le GIEC a publié le 9 août 2021 le premier volume de son sixième rapport d'évaluation (6th Assessment Report ou AR6) sur le changement climatique¹⁴. Ainsi, même en cas de réduction immédiate des émissions de CO₂ équivalent, il est plus "probable qu'improbable" (pour reprendre les termes employés) que la barre des +1,5 degré Celsius sera atteinte voire dépassée d'ici 2040 ; peut-être même d'ici 2025. Dans le meilleur (SSP1-1.9) des cinq scénarios centraux étudiés (sur les 9 évalués), la température pourrait descendre légèrement sous ce seuil d'ici la fin du XXIe siècle. Dans le pire des scénarios, les émissions annuelles de CO₂ équivalent tripleraient et la température augmenterait de 4,4 degrés Celsius d'ici la fin de ce siècle (fourchette large des estimations de 3,3 à 5,7 degrés Celsius).

De la même manière, dans son rapport 2021¹⁵ sur l'écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions publié le 26 octobre 2021, à la veille de la COP26, **le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE)** rappelait que les émissions

2 % pour 2 degrés !

Partie 1 : Reconstruction écologique et neutralité carbone : la fin devrait justifier les moyens

de gaz à effet de serre continuent de croître année après année, excepté en 2020 en raison de la pandémie de Covid-19 (- 5,4 %). Il établit également que les contributions déterminées au niveau national (NDC), nouvelles et actualisées, ne réduisent que de 7,5 % les émissions prévues pour 2030, alors que 55 % sont nécessaires pour atteindre l'objectif de 1,5 degré Celsius fixé à Paris. Cela mettrait le monde sur la voie d'une **augmentation de la température d'au moins 2,7 degrés Celsius d'ici la fin du siècle.**

L'inaction politique et la pusillanimité en matière de lutte contre le changement climatique nous dirigent tout droit vers un monde invivable. Ce que l'on mesure parfois moins, et qui est régulièrement souligné par des études convergentes, c'est que l'inaction climatique entraîne un impact économique colossal.

Ces conséquences économiques ont été estimées dès 2006 par l'ancien chef économiste de la Banque Mondiale, Nicholas Stern. Il évoquait à l'époque que d'ici 2050, l'inaction climatique pourrait coûter 5 500 milliards d'euros, soit environ 5 % du PIB mondial¹⁶ ! Depuis, de nombreuses autres études sont venues compléter ou préciser ce chiffre. À titre d'exemple, une étude publiée en avril 2020 par des chercheurs chinois, américains et suédois, établissait que les investissements nécessaires pour atteindre les objectifs fixés par l'Accord de Paris pouvait aller jusqu'à 2 % du PIB mondial, alors que le coût de l'inaction climatique pour les États serait environ dix fois supérieur¹⁷. Cette estimation est probablement encore largement sous-estimée, tant au niveau de l'effort financier à accomplir dans la durée qu'au niveau des conséquences économiques d'un dérèglement climatique généralisé. La vérité est qu'au-delà de 3 ou 4 degrés de réchauffement, des boucles de rétroaction et des conséquences largement imprévisibles entreront en action.

Ainsi, comme nous le rappelle la publication du groupe 2 du GIEC du 28 février 2022¹⁸, respecter l'Accord de Paris est donc véritablement un impératif de survie, un impératif économique et une responsabilité morale à l'égard du vivant, principalement pour les 20 pays les plus riches du monde qui sont responsables de 80 % des émissions de gaz à effet de serre.

Il en va enfin de la crédibilité, de l'exemplarité et du rayonnement de la France sur le plan international. La lutte contre le réchauffement climatique sera le principal défi du XXIe siècle et les nations qui ne seront pas au rendez-vous de l'Histoire seront montrées du doigt. Le pays qui a accueilli l'Accord de Paris en 2015, et qui souhaite être exemplaire dans les domaines environnementaux¹⁹, se doit d'être en pointe dans ce domaine. Or, il n'est plus temps des simples discours, et certains pays se mettent en ordre de marche pour que l'Accord de Paris soit respecté, en visant une neutralité carbone de leur pays (bien) avant 2050. Il y a bien sûr l'Allemagne, grand partenaire de la France, qui a décidé au printemps 2021 d'avancer sa date de neutralité carbone de 2050 à 2045²⁰. D'autres pays visent même leur neutralité dès 2040, comme l'Autriche, la Finlande, l'Islande. Les plus exemplaires vont encore plus loin, avec la Norvège qui vise une neutralité pour 2030, tandis que les Maldives et le Bhoutan revendiquent d'avoir déjà atteint cet objectif, certes sur des échelles bien plus réduites. Nous pouvons et nous devons être à **la pointe des avancées et innovations et nous montrer dignes de relever ce défi historique qui engage la survie des civilisations.**

2. Des stratégies climatiques qui laissent souvent de côté la question de l'investissement et du financement

À la suite de l'Accord de Paris en 2015 et pour respecter ses engagements, la France s'est fixé une série d'objectifs ambitieux en matière climatique. La loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat établit ainsi la **date à laquelle la France s'engage à avoir atteint la neutralité carbone à 2050**²¹. Avant cette date, cet engagement avait déjà été pris par l'Union européenne avec le plan présenté par la Commission européenne le 28 novembre 2018 détaillant la stratégie d'atteinte de la neutralité carbone dans l'UE à l'horizon 2050. L'État s'est en outre engagé auprès de l'Union européenne à réduire **d'au moins 40 % ses émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990 d'ici 2030**. L'Union européenne ayant récemment rehaussé cet objectif pour atteindre une réduction intérieure nette d'au moins 55 % des émissions, il est attendu que la France en fasse autant, ce qui devrait se traduire dans la nouvelle Stratégie nationale bas carbone (SNBC). On se retrouve ainsi face à un paradoxe déjà évoqué en introduction : les objectifs fixés sont toujours plus ambitieux, mais ils ne sont jamais atteints.

La France n'est certes pas le plus mauvais élève en matière de climat et **le pays ne représente que 1 % des émissions mondiales** (si l'on fait toutefois abstraction des émissions importées qui porteraient plutôt sa part à 1,5 % pour seulement 0,8 % de la population mondiale). Cependant, nous avons le devoir de nous montrer d'autant plus ambitieux que de nombreux pays n'ont pas encore les moyens d'atteindre la neutralité carbone. En outre, la France a sa part de responsabilité historique dans le réchauffement climatique. **Elle est estimée en 2017 être à l'origine de 2,38 % du cumul des émissions mondiales de dioxyde de carbone CO₂, depuis le début de la Révolution industrielle**. Or, pour rappel, c'est bien ce cumul historique qui entraîne des conséquences sur le climat actuel et pas uniquement nos émissions annuelles.

Depuis le 23 avril 2020, deux plans principaux définissent la stratégie française pour atteindre ses objectifs : la **Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)** et la **Stratégie natio-**

2 % pour 2 degrés !

Partie 1 : Reconstruction écologique et neutralité carbone : la fin devrait justifier les moyens

nale bas-carbone (SNBC). À ce jour, la PPE définit les grandes orientations énergétiques de la France pour la période 2019-2028 sur quatre axes :

- la baisse de 35 % de la consommation d'énergies fossiles et de 16,5 % de la consommation finale d'énergie par rapport à 2012 ;
- la réduction de 40 % des émissions de gaz à effet de serre issues de la combustion d'énergie par rapport à 1990 ;
- le développement des énergies renouvelables dans toutes les filières (chaleur, électricité, carburants et gaz) en particulier avec la production d'électricité renouvelable ;
- et la réduction de la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50 % en 2035 contre plus de 70 % au début des années 2020.

De son côté, la SNBC fixe des "budgets carbone" prospectifs par période de quatre ans jusqu'à 2033. La SNBC 2, dernière en date et adoptée formellement en avril 2020, revoit à la hausse le budget carbone pour la période 2019-2023, ainsi que le budget 2024-2028, respectivement de 422 et 359 millions de tonnes CO₂ équivalent par an. Elle présente également le quatrième budget carbone fixé à 300 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an pour la période 2029-2033.

Ce rehaussement est consécutif à un échec : le premier budget carbone 2015-2018 a fait l'objet d'un dépassement estimé à 65 millions de tonnes de CO₂ équivalent sur l'ensemble de la période, soit 3,7 % du premier budget.

Les émissions n'ont diminué que de 1 % par an en moyenne entre 2015 et 2018, alors que le scénario SNBC de 2015 projetait une diminution des émissions de 2,2 % par an en moyenne²². Le Gouvernement explique ce dépassement par plusieurs facteurs : des facteurs conjoncturels – le prix relativement bas des énergies dans les années 2016 et 2017, doublé d'une indisponibilité d'une partie du parc de production électrique nucléaire, et des facteurs liés à des problématiques plus structurelles et notamment par des résultats moins bons que prévus dans les domaines du transport, du bâtiment et de l'agriculture.

Ce sont ces résultats insuffisants qui ont conduit, à la suite des recours introduits en mars 2019 par les associations de défense de l'environnement Oxfam France, Notre Affaire à tous, la Fondation pour la Nature et l'Homme (FNH) et Greenpeace, **le tribunal administratif de Paris à considérer que l'État devait effectivement réparer le préjudice écologique causé par le non-respect des objectifs** fixés par la France en matière de réduction des émissions de CO₂ équivalent. Il a ensuite ordonné par son jugement rendu le 14 octobre 2021 au « Premier ministre et aux ministres compétents de prendre toutes les mesures sectorielles utiles de nature à réparer le préjudice à hauteur de la part non compensée d'émissions de gaz à effet de serre au titre du premier budget carbone »²³. Le tribunal estime ce préjudice à hauteur de

2 % pour 2 degrés !

Partie 1 : Reconstruction écologique et neutralité carbone : la fin devrait justifier les moyens

15 millions de tonnes CO₂ équivalent et ordonne qu'il soit réparé avant le 31 décembre 2022 au plus tard, **sans pour autant définir les moyens d'y parvenir. Notre étude répond justement à la question des moyens.** Elle cherche à établir ce lien entre l'affirmation des objectifs et les moyens financiers et budgétaires qui doivent aller avec.

Comme indiqué précédemment, il convient également de noter que ce préjudice a été calculé par rapport aux objectifs énoncés par la France dans la SNBC 2 d'une réduction de 40 % des émissions de CO₂ équivalent en 2030 par rapport à 1990. Or cet objectif va être revu à la hausse, pour atteindre les - 55% de réduction des émissions de CO₂ équivalent d'ici à 2030 annoncés par l'Union Européenne, dans la SNBC 3 qui devrait être publiée avant la fin de l'année 2022. **Si l'État ne change pas de stratégie, alors même qu'il n'a pas été capable de tenir les objectifs précédents pourtant moins ambitieux, de nouvelles actions en justice seront inévitables et justifiées.**

3. Instaurer une loi pluriannuelle de financement de la reconstruction écologique (LPFRE) pour aligner les moyens et les ambitions

Il reste donc à comprendre pourquoi l'État a échoué à remplir ses objectifs. La réponse est claire : la faiblesse des résultats français en matière de réduction des émissions de CO2 équivalent s'explique en grande partie par l'insuffisance des moyens engagés, qui résulte elle-même d'une volonté politique insuffisante. En effet, au niveau européen aussi bien qu'au niveau français, un écart considérable existe entre les moyens nécessaires à la bonne reconstruction écologique de nos économies et les moyens réellement engagés.

À l'échelle de l'Union européenne (UE), la Cour des comptes européenne estime ainsi que réussir à atteindre l'objectif de neutralité carbone en 2050 nécessitera un investissement annuel total, secteurs public et privé confondus, de **1 115 milliards d'euros entre 2021 et 2030**, soit au minimum 300 milliards d'euros de plus chaque année que ce qui est investi à l'heure actuelle²⁴. Le surcoût pour l'ensemble de l'Union européenne serait donc *a minima* de 3 000 milliards d'euros en dix ans. Pour la Cour des Comptes européenne, il s'agit en priorité d'isoler les bâtiments, de développer des modes de transports moins polluants et la production d'énergies renouvelables : 736 milliards d'euros dans le secteur des transports, 282 milliards dans le secteur résidentiel et dans le secteur des services, 78 milliards dans les réseaux, dans la production et dans les chaudières industrielles, 19 milliards d'euros dans l'industrie. Or, en dépit des discours volontaristes de la Commission, un examen un peu détaillé du Pacte vert pour l'Europe (*Green Deal*) promu par la Commission européenne permet de rapidement constater que le compte n'y est pas puisque seuls 1 000 milliards d'euros – combinant des fonds publics et privés – sont prévus d'ici 2030 pour l'ensemble de l'Union européenne.

Cela est d'autant plus étrange que, dans le document de décembre 2019 accompagnant la révélation de ce plan, la Commission estime elle-même que, pour atteindre les objectifs actuels en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030, des investissements annuels supplémentaires de **260 milliards d'euros publics et privés**, soit environ 1,5 % du PIB de 2018, sont nécessaires, c'est-à-dire près de **2 600 milliards d'euros sur 10 ans**. Se pose

également la question de savoir comment la Commission compte mobiliser ne serait-ce que les 1000 milliards d'euros prévus dans le Pacte vert pour l'Europe puisqu'en définitive, les différents instruments évoqués (25 % du budget de l'Union, 30 % des investissements permis par le Fond InvestEU et la Banque européenne d'investissement) ne mobiliseraient au plus que 860 milliards d'euros sur 10 ans, et cela avec une mobilisation importante des fonds privés *via* le dispositif Invest UE. À cela s'ajoutent les cofinancements nationaux découlant des différents programmes européens, à hauteur de 114 milliards d'euros selon la Commission. Mises bout-à-bout, ces différentes mesures permettraient, sur le papier, d'approcher l'objectif de 1 000 milliards d'euros d'investissement sur 10 ans²⁵. Mais il faut bien comprendre que la majeure partie de ces ressources existent d'ores et déjà dans le budget de l'UE et qu'il ne s'agit donc pas d'argent frais. Cela concerne par exemple le redéploiement des aides de la PAC et celui des différents budgets qui forment le budget global de l'Union, comme celui de la recherche à travers le programme Horizon 2020. Ainsi, si l'on neutralise les financements déjà existants, l'effort financier supplémentaire réel ne représente au mieux que 20 à 30 milliards d'euros par an sur la période 2021-2027²⁶. Le reste des 260 milliards d'euros supplémentaires d'investissement annuels promis par la Commission devra donc provenir soit des États, soit du secteur privé.

En outre, si l'on projette au niveau européen nos estimations pour la France, c'est-à-dire au moins 57 milliards d'euros d'investissements publics et privés annuels supplémentaires pour réaliser une véritable politique de reconstruction écologique (ce chiffre sera détaillé dans la seconde partie du rapport), la somme minimale requise en zone euro peut être estimée, toutes choses égales par ailleurs, d'environ 400 milliards d'euros d'investissements annuels supplémentaires puisque le poids économique de la France représente environ 15 % du poids économique total de la zone euro. À en juger par les rapports plus récents de la Cour des comptes européenne, le constat de cette insuffisance est largement partagé. L'instance jugeait ainsi, dans des rapports spéciaux publiés en mai, juin et septembre 2021 que l'Union européenne avait une « application incohérente dans les politiques et actions environnementales »²⁷, qu'une « action plus cohérente de l'UE est nécessaire pour réorienter la finance vers l'investissement durable »²⁸, et constatait que malgré les investissements de l'UE pour le verdissement de la politique agricole commune, qui représentent la moitié des dépenses de l'UE pour le climat, « les émissions agricoles ne diminuent toujours pas »²⁹.

Pour la France, l'Institut de l'économie pour le climat (I4CE) estime que, pour la période 2019-2023, l'atteinte des objectifs de la SNBC devrait se traduire par des investissements publics et privés supplémentaires dans les secteurs du bâtiment, des transports et de la production d'énergie (hors nucléaire) de 13 à 15 milliards d'euros chaque année jusqu'en 2023, et environ le double (soit 26 à 30 milliards d'euros) jusqu'en 2028³⁰. Un montant minimum, car de nombreux secteurs, comme l'agriculture, l'industrie ou le nucléaire ne sont pas couverts, et que le nouvel objectif européen implique d'agir plus rapidement d'ici 2030, afin de réduire les émissions de CO₂ équivalent de 55 % par rapport à leur niveau de 1990 (contre 40 % actuellement). Si nous saluons tout le travail de chiffrage effectué par l'I4CE³¹, il nous paraissait

nécessaire d'aller plus loin et de tenter une analyse sur le spectre complet des dépenses publiques et privées nécessaires pour l'atteinte de la neutralité carbone. En outre, certaines estimations nous semblent être plutôt sur la borne basse concernant les investissements à opérer. **Il nous semble néanmoins regrettable qu'aucune institution publique ne soit chargée, avec toute la puissance des services de l'État, de la collecte systématique de ces données pourtant si essentielles à l'atteinte de nos objectifs climatiques et à l'évaluation des politiques menées en leurs noms.**

Par ailleurs, si le déficit d'investissement en faveur du climat date bien d'avant la crise sanitaire, les politiques engagées depuis ne semblent pas indiquer un renversement net de tendance. Selon le rapport sur l'impact environnemental du budget de l'État³², les dépenses budgétaires favorables à l'environnement ont peu augmenté au cours des dernières années, passant de 29,8 milliards d'euros en 2020 à 31,4 milliards d'euros en 2021 pour atteindre 32,5 milliards d'euros en 2022. En outre, le plan France relance contribue de façon exceptionnelle à hauteur de 6,6 milliards d'euros supplémentaires en 2021 et 5,7 milliards d'euros en 2022 aux dépenses environnementales. Si des progrès sont à souligner, tels que, entre autres, le plan hydrogène ou le renforcement du plan vélo, des incohérences subsistent puisque les activités polluantes demeurent largement subventionnées.

Il faut également prendre en considération le fait que les dépenses de l'État ayant un impact défavorable sur l'environnement, estimées à 10,8 milliards d'euros par an dans le rapport sur l'impact environnemental du budget de l'État, sont considérablement sous-évaluées. Ce périmètre recouvre principalement des dépenses fiscales (7,6 milliards d'euros), en particulier les exonérations ou taux réduits sur les taxes intérieures de consommation (6,4 milliards d'euros) en particulier sur les produits énergétiques fossiles ou encore les dispositifs en faveur du logement neuf qui génèrent en partie de l'artificialisation des sols (0,9 milliards d'euros). Toute une série de dépenses ou de non-dépenses préjudiciables à l'environnement ne sont pas comptabilisées : l'absence de rénovation énergétique des bâtiments publics, le non-renouvellement des flottes de véhicules, les aides et subventions accordées aux entreprises sans condition écologique, rien de tout cela n'est comptabilisé dans les dépenses publiques défavorables à l'environnement, dont le volume est donc en réalité bien supérieur. À titre d'exemple, toutes les aides accordées au secteur numérique, y compris le soutien à la 5G, ou encore la baisse de 20 milliards d'euros des impôts de production sont considérés comme « neutres » du point de vue de leur impact environnemental. Le Réseau Action Climat évaluait de son côté à 25 milliards d'euros le montant des financements alloués à des activités ayant un impact négatif sur l'environnement, soit 2,5 fois plus que l'évaluation du Gouvernement.

On remarque enfin la faiblesse manifeste de certaines enveloppes affectées à la transition. Notons par exemple que seulement 1,2 milliard d'euros était prévu par le plan de relance pour la décarbonation de l'industrie alors même que le secteur industriel représente 20 % des émissions de CO₂ équivalent (le plan France 2030 vient toutefois renforcer cette enveloppe). En outre, sur le plan de la fiscalité (abandon de la fiscalité carbone notamment) et de la transposition des propositions de la Convention citoyenne pour le climat (CCC), on

constate peu d'avancées et quelques reculs. Le jugement du Haut Conseil pour le Climat (HCC) dans son avis parut en décembre 2020 « France Relance : quelle contribution à la transition bas-carbone ? »³³ est sans appel : « *Les mesures permettant d'enclencher les transformations structurelles nécessaires pour décarboner l'économie française n'apparaissent pas clairement. Par ailleurs, les deux tiers du plan soutiennent l'activité économique dans la continuité des pratiques actuelles. Elles pourraient avoir un effet significatif à la hausse sur les émissions de CO₂ équivalent par rapport à la trajectoire de réduction de la France et font courir le risque d'un verrouillage dans des activités fortement émettrices à long terme.* ». En guise de réponse, il convient de souligner que le plan d'investissement « France 2030 », annoncé le 12 octobre 2021, prévoit d'investir 8 milliards d'euros sur 5 ans dans le secteur de l'énergie avec pour objectif la baisse de 35 % les émissions de gaz à effet de serre par rapport à 2015, ainsi que 4 milliards d'euros pour les « transports du futur » (véhicules électriques et hybride, avions « bas-carbone »).

Enfin, les choix opérés, y compris en matière de relance, sont souvent ponctuels et ne permettent pas d'engager une transformation profonde et durable en empêchant les acteurs économiques, consommateurs ou producteurs, de bénéficier d'une visibilité dans la durée. On pense ainsi aux multiples revirements opérés en matière de primes à la conversion ou d'aides à la rénovation des logements, qui ne vont pas toujours dans le sens d'une amélioration. Les investissements doivent ainsi s'inscrire dans une stratégie globale de long terme qui fait souvent défaut.

Mesure 1.1 :

Instaurer une Agence publique ou un service de l'État chargé d'identifier, de manière systématique, les investissements publics et privés nécessaires pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Doter cette structure de moyens suffisants pour mener à bien cette lourde tâche. Organiser des travaux de contrôle et de discussion des évaluations produites.

Il est donc urgent d'établir une véritable et ambitieuse stratégie de décarbonation de notre économie qui se donne les moyens de ses objectifs. Nous proposons ici de lui faire prendre la forme d'une loi de programmation pluriannuelle de financement de la reconstruction écologique (LPFRE). Cette proposition s'inscrit dans la continuité du constat que nous avons déjà formulé dans un précédent travail en rappelant l'opportunité d'un véritable *Green new deal* en France et en Europe : « C'est également cela dont nous avons besoin pour assurer une reconstruction écologique à la hauteur des défis : un volontarisme et une planification dans la mise en œuvre, associés à des moyens financiers importants, ce qui suppose une étroite coordination entre politiques monétaire et budgétaire »³⁴. Plus récemment, nous nous sommes associés à d'autres laboratoires d'idées, notamment I4CE, l'IDDRI, l'Institut Jacques Delors et l'OFCE, pour porter collectivement cette idée fondamentale³⁵.

2 % pour 2 degrés !

Partie 1 : Reconstruction écologique et neutralité carbone : la fin devrait justifier les moyens

Cette loi pourrait s'appuyer sur le modèle des lois de programmation militaire qui associent une vision stratégique globale pour faire face aux risques et menaces qui planent sur France avec des mesures et moyens concrets, eux-mêmes assortis des financements qu'ils impliquent. Ce modèle est également appliqué au secteur de la recherche puisque la loi de programmation de la recherche pour les années 2021 à 2030 et portant diverses dispositions relatives à la recherche et à l'enseignement supérieur³⁶, promulguée le 24 décembre 2020, associe justement les orientations stratégiques de la recherche et la programmation budgétaire.

Ce que nous faisons pour la défense et la recherche, nous pouvons, et devons, aujourd'hui le faire également pour le climat. **En pratique, cette loi devrait suivre les budgets carbone instaurés dans les SNBC successives, par période de 5 ans, et décrire précisément les moyens déployés pour atteindre les objectifs fixés.** Comme toute loi de programmation pluriannuelle, elle n'emportera pas de contraintes sur les lois de finances annuelles pour ne pas déroger au principe d'annualité budgétaire mais elle fera l'objet d'un débat annuel au Parlement, lors de l'examen du projet de loi de finances de l'année à venir, afin de vérifier que les engagements pris dans les projets de lois de finances successifs sont bien conformes à la loi de programmation pluriannuelle de financement de la reconstruction écologique. Un avis devra également être rendu, de manière obligatoire, par le Haut-Conseil pour le climat.

Mesure 1.2 :

Instaurer une loi pluriannuelle quinquennale de financement de la reconstruction écologique (LPFRE), cohérente avec les objectifs fixés par la SNBC pour chaque période. Cette loi de programmation reposera sur une évaluation des investissements publics et privés nécessaires pour atteindre la neutralité carbone en 2050 et associera les moyens nécessaires aux objectifs définis pour chaque période. Elle fera l'objet d'un avis obligatoire du Haut Conseil pour le Climat et d'un débat annuel au Parlement pour vérifier la cohérence des projets de lois de finance avec la LPFRE.

Deuxième Partie :

**Investir à la
hauteur de
nos objectifs :
combien et
comment ?**



1. Quels niveaux d'investissements privés et publics pour être à la hauteur des enjeux ?

À la suite des objectifs décrits en première partie, il est désormais temps de donner une vue d'ensemble des investissements sectoriels nécessaires à la décarbonation de l'économie française. Dans un premier temps, nous établissons :

- **une synthèse des baisses d'émissions sectorielles que nous cherchons à obtenir pour l'ensemble des secteurs d'activités**, jusqu'à atteindre 58 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an en 2050 (soit une baisse de - 87 %). Ces émissions résiduelles sont ensuite compensées par des puits de carbone pour atteindre une neutralité nette ;
- **une synthèse des investissements nécessaires en tout et par secteur, en cumulé et en moyenne annuelle d'ici 2050**. Cette même vision est également donnée en matière d'investissements supplémentaires (surcoût) par rapport à un scénario tendanciel, parfois appelé "*business-as-usual*" et utilisé comme référence. Dans certains cas spécifiques (quand une solution ou technologie est moins utilisée en transition qu'en tendanciel, par exemple, ou quand l'effet de la sobriété permet de moins dépenser), des surcoûts négatifs peuvent apparaître ;
- **une comparaison de ces résultats avec la littérature existante ;**
- **une vue générale de la répartition de ces investissements à faire avant 2030 et entre 2030 et 2050** pour s'assurer d'être conforme à l'objectif intermédiaire européen de décarbonation à 2030. En la matière, nous nous basons sur les derniers objectifs européens, à savoir une réduction de - 55 % des émissions en 2030 par rapport à 1990 ("Fit for 55"³⁷). Ce point intermédiaire est plus ambitieux que celui de la SNBC2 (- 40 %) mais cela devrait être mis à jour en fin d'année avec la parution de la SNBC3).

1.1 De quelles émissions parle-t-on ? Quels niveaux de décarbonation peut-on espérer ? Quels sont les leviers à notre disposition pour le faire ?

Tous les besoins de base de notre vie individuelle et collective génèrent aujourd’hui des émissions de gaz à effet de serre : se déplacer, se nourrir, se loger, s’éclairer ou se chauffer, s’approvisionner en objets divers, etc. La figure 1 ci-dessous donne la répartition de ces émissions pour chacun des secteurs de l’économie française qui nous fournissent ces différents services.

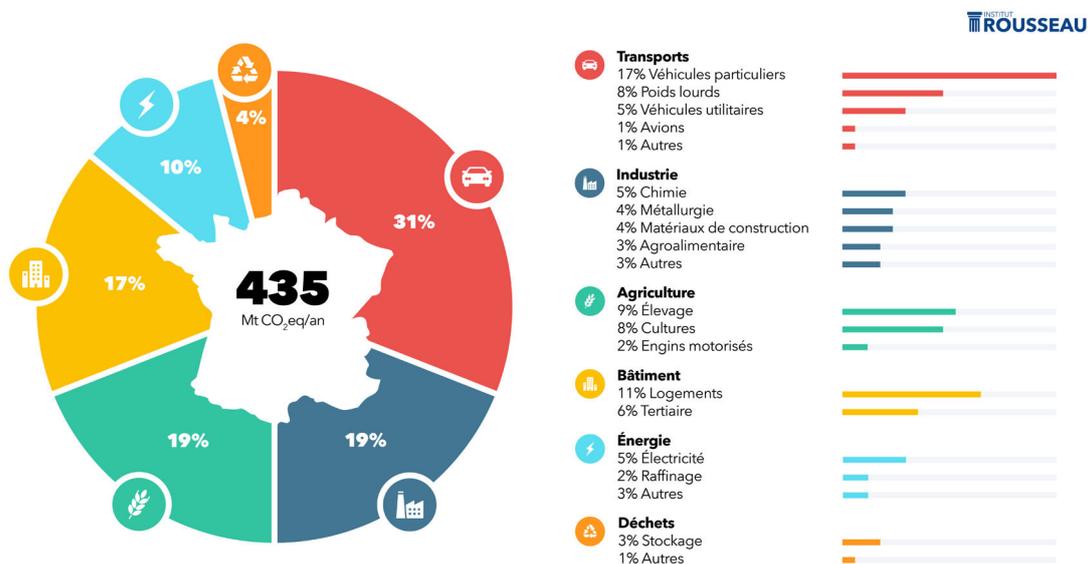


Figure 1- Répartition sectorielle des émissions territoriales actuelles de la France (2019)³⁸

Les émissions territoriales de la France sont d’abord le fait du transport de biens et de personnes, pour près d’un tiers des émissions, et en particulier de l’usage de la voiture (plus de la moitié des émissions du transport, 17 % du total). **Viennent ensuite, en proportions relativement égales (un peu moins de 20 % chacun), l’industrie, l’agriculture et les bâtiments** (qui consomment de l’énergie pour chauffer, éclairer, cuisiner, ventiler, etc.). **La production d’énergie sur le territoire pèse pour environ 10 % du total**, pour moitié liée à la production d’électricité à partir de ressources fossiles (gaz, fuel, etc.). Enfin, la gestion des déchets est responsable de 3,4 % de nos émissions, principalement en raison de fuites de méthane issues de la décomposition naturelle de déchets organiques dans les ISDND³⁹ (i.e. communément les décharges).

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Pour chacun de ces secteurs, nous pouvons atteindre une réduction substantielle voire totale des émissions, pour peu que les bons leviers d’actions soient activés. Le scénario de transition que nous avons simulé nous permet d’atteindre une baisse stricte des émissions annuelles du pays de 87 % par rapport à 2019 (et 2015) pour atteindre un reliquat de 58 millions de tonnes de CO₂ équivalent en 2050 (voir Figure 2). Les émissions résiduelles relèvent principalement des secteurs de l’agriculture (34 millions de tonnes) et de l’industrie (15 millions de tonnes).

Ce résultat est compatible, et même légèrement plus ambitieux, que celui de la Stratégie nationale bas carbone. En effet, la SNBC vise - 84 % par rapport à 2015 pour des émissions résiduelles de 72 millions de tonnes de CO₂ équivalent. La contribution du secteur “puits de carbone” que nous avons chiffrée est fortuitement similaire en volume à celle de la SNBC (-72 millions de tonnes) mais implique une répartition différente des leviers de séquestration du CO₂. Ainsi, **notre scénario présente un bilan net négatif** (- 14 millions de tonnes de CO₂ en 2050) **et bénéficie ainsi d’une certaine marge de manœuvre**, les puits de carbone pouvant compenser d’éventuels retards sur certains secteurs ou faire de la France un stockeur net de dioxyde de carbone. Cependant, étant donné les fortes incertitudes sur l’impact qu’aura le changement climatique sur nos forêts et leur capacité à stocker du dioxyde de carbone, cette marge de manœuvre est indispensable.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?



Figure 2 - Baisses d'émissions et degrés de décarbonation sectoriels modélisés pour atteindre une neutralité carbone nette en 2050

L'atteinte de ce très faible niveau d'émission est permis par une sortie complète des énergies fossiles (gaz, pétrole, charbon) entraînant la décarbonation quasi totale des secteurs de la production d'énergie, du transport et du bâtiment (voir figure 3). Par conséquent, les secteurs qui demeurent les plus difficiles à décarboner sont :

- **l'agriculture (- 59 %)**, en raison d'émissions de méthane par le bétail ruminant (proportionnelles à la taille des cheptels et *in fine*, à la consommation de viande des français) et d'une utilisation non nulle d'engrais azotés⁴⁰ pour les cultures, qui résultent en émissions de protoxyde d'azote (N₂O, puissant gaz à effet de serre) ;
- **les déchets (- 66 %)**, en raison d'émissions difficilement supprimables liées au traitement des eaux usées, à l'incinération de déchets dangereux et hospitaliers notamment, ou encore au stockage de certains déchets (déchets ultimes) ;
- **l'industrie (- 81 %)**, en raison d'émissions diffuses difficiles atteindre.

Pour atteindre ces cibles, de nombreux leviers peuvent et doivent être actionnés. Ces derniers sont résumés en Figure 4 ci-dessous. Ils sont au nombre de 33.

Nos 33 leviers pour décarboner la France d'ici 2050



TRANSPORT

- 1 Réduire le nombre de véhicules et les convertir aux technologies bas-carbone
- 2 Redévelopper le train
- 3 Développer les transports en commun et la mobilité douce
- 4 Réduire l'usage de l'avion et le décarboner
- 5 Décarboner le transport maritime et fluvial



INDUSTRIE

- 1 Réduire certaines productions grâce à une sobriété de consommation
- 2 Augmenter le recyclage des matériaux
- 3 Développer des procédés de production bas-carbone
- 4 Relocaliser et développer des filières nationales sur certains secteurs stratégiques pour la transition*



AGRICULTURE

- 1 Convertir l'ensemble du secteur à l'agro-écologie
- 2 Réduire la taille du cheptel bovin et la consommation de viande
- 3 Réduire la production de méthane des ruminants
- 4 Augmenter la part de déjections animales valorisées en méthanisation
- 5 Convertir les tracteurs aux technologies bas-carbone



BATIMENT

- 1 Rénover massivement et globalement les logements
- 2 Rénover massivement et globalement le parc tertiaire public et privé
- 3 Réduire le rythme de construction neuve



PRODUCTION D'ENERGIE

- 1 Décarboner et adapter le système de production d'électricité
- 2 Remplacer le gaz naturel par du biogaz et autres gaz « verts »
- 3 Sortir du pétrole et cesser son raffinage
- 4 Décarboner la production de chaleur pour le chauffage urbain et autres émissions résiduelles (incinération, etc.)



DECHETS

- 1 Collecter séparément et méthaniser les déchets organiques fermentescibles
- 2 Développer l'économie circulaire et l'économie de la fonctionnalité



PUITS DE CARBONE

- 1 Augmenter la superficie forestière et les moyens affectés à sa bonne gestion
- 2 Planter des lignes de haies et des arbres en plein champs
- 3 Faire appel, lorsque pertinent, aux technologies de Captage et Stockage du CO2



LEVIERS TRANS-SECTORIELS

- 1 Engager les effectifs publics nécessaires pour accompagner la transition écologique
- 2 Booster la R&D et l'innovation appliquée à la transition écologique
- 3 Utiliser davantage les possibilités offertes par les banques publiques d'investissement
- 4 Adapter la formation initiale aux enjeux de la transition écologique
- 5 Sensibiliser les citoyens aux enjeux de la transition écologique et aux solutions associées
- 6 Soutenir le développement d'un numérique moins émetteur
- 7 Accompagner les mutations professionnelles engendrées par la transition

Figure 3 - Leviers de décarbonation proposés et modélisés dans cette étude, par secteur

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Chacun de ces leviers a un potentiel plus ou moins grand de réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Ces derniers sont représentés en Figure 4.

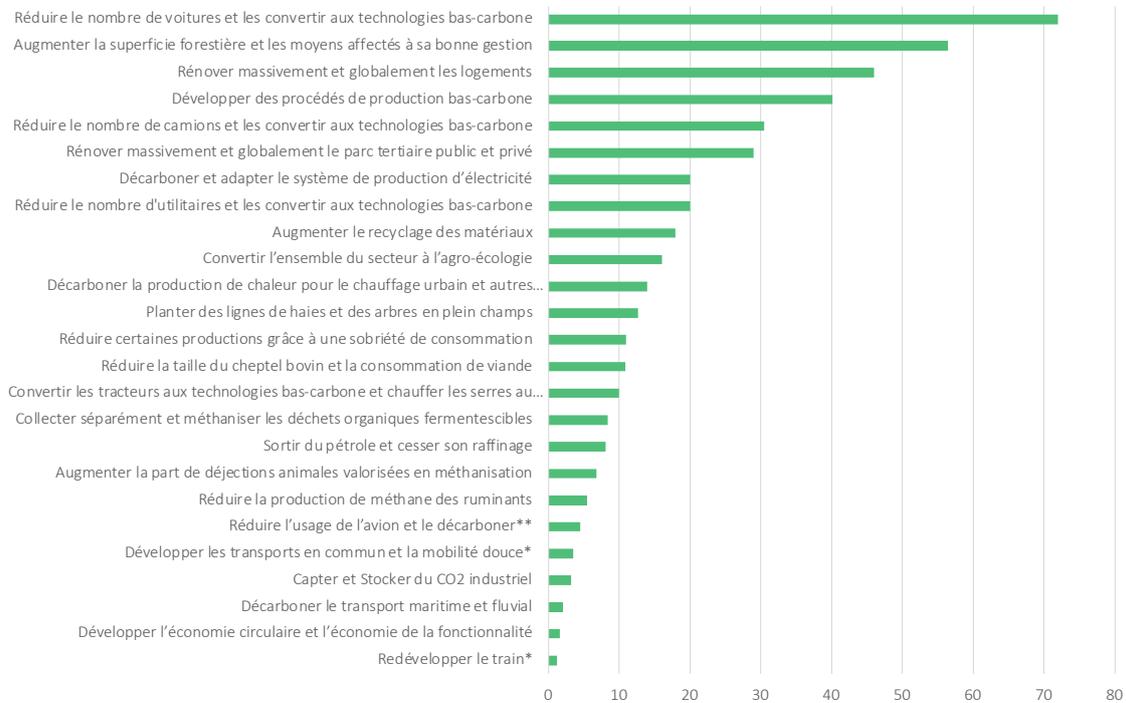


Figure 4 - Baisses d'émissions annuelles obtenues en année 2050 grâce aux leviers de décarbonation, par ordre décroissant (millions de tonnes de CO₂ équivalent par an)

Les leviers de décarbonation qui présentent les plus gros gisements de réduction d'émissions sont ceux qui touchent à la décarbonation du transport (voitures, camions), à la rénovation des bâtiments ainsi qu'à l'accroissement des surfaces forestières, principale source d'émissions négatives à notre disposition⁴¹.

L'autre conclusion importante de ce graphique est qu'il n'existe pas de solution miracle susceptible de décarboner d'un coup l'économie française et qu'à ce titre, **tous les leviers listés doivent être actionnés pour espérer atteindre l'objectif de neutralité carbone**, même les plus petits d'entre eux.

1.2 Combien faut-il investir pour assurer cette décarbonation de l'économie ? Combien cela représente-t-il en plus de la tendance actuelle ?

La totalité des investissements collectifs nécessaires à la mise en place de l'ensemble des leviers de décarbonation présentés dans la sous-partie précédente (1.1) est estimée à un peu plus de 5 000 milliards d'euros d'ici 2050, soit 182 milliards d'euros en moyenne par an.

Ces investissements nécessaires à la décarbonation de l'économie sont à comparer à ce que la France continuera d'investir, sur le même périmètre, si la tendance actuelle, c'est-à-dire la projection des dépenses futures calculées selon les données que nous avons à notre disposition, est poursuivie jusqu'à 2050. Autrement dit, cette projection repose par exemple sur le fait que l'on conserve globalement les modes d'organisation actuels, que les politiques menées actuellement sont poursuivies, ou que les changements opérés continuent de se faire à la vitesse actuelle (ou selon une inflexion calculée au regard de l'évolution des réglementations), et cela sans accélérer fortement la cadence ni engager de mutations aussi profondes que celles que nous proposons. Ainsi, **pour chaque levier de décarbonation** (et pour chaque mesure de soutien public, voir paragraphe suivant), **nous avons défini ce que constituait un scénario tendanciel ou "business-as-usual" (BAU), prolongeant les tendances actuelles** mais tout en gardant un périmètre identique. Par exemple, les enveloppes de coûts d'investissement tendanciels incluent le coût d'achat des voitures thermiques que nous continuerions d'acheter si nous n'opérons pas de transition vers des véhicules bas-carbone (tout en intégrant le fait que même en tendanciel, le taux de pénétration des véhicules électrique est en croissance), ou encore le coût de rénovation des bâtiments selon le rythme constaté actuellement ou bien enfin, côté public, des coûts relatifs au maintien de budgets actuels de dépense publique (Fonds Chaleur, Fonds Économie Circulaire, etc.).

Par ailleurs, notre étude n'a pas pour objectif de passer systématiquement en revue l'ensemble des investissements actuels ou tendanciels pouvant être rattachés de près ou de loin à la transition écologique et énergétique. Pour cette raison, les montants donnés en référence BAU **ne sont pas nécessairement exhaustifs. Au final, la somme de ces coûts tendanciels comparables à nos coûts de transition est estimée à environ 3 500 milliards d'euros d'ici 2050, soit 125 milliards d'euros en moyenne par an.**

La différence entre les coûts d'investissement totaux nécessaires à la transition et les coûts tendanciels (BAU) de référence permettent d'en déduire le niveau de "surinvestissement" (ou surcoût) à débloquer pour atteindre la neutralité carbone. Les surcoûts affichés impliquent que toute la partie des investissements tendanciels qui n'est pas déjà au service de la transition (partie en bleu sur la Figure 5) soit réorientée vers des investissements de transition. Parfois, cela est implicite et automatique. Par exemple lorsqu'un particulier achète un véhicule électrique à la place d'un véhicule thermique, le montant "business-as-usual" est automatiquement transféré en investissement "de transition" et ne demeure que le

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

surcoût, égal à ce que le particulier a dû payer en plus pour un véhicule légèrement plus cher. Parfois, cela nécessite une réorientation active, comme désinvestir dans les énergies fossiles pour investir dans des moyens de production d'énergie bas-carbone. Enfin, sur certains périmètres, la transition demande moins d'investissements que la poursuite de la tendance. C'est notamment le cas quand les effets d'une sobriété se font sentir. Par exemple, réduire de 20 % la taille du parc automobile français d'ici 2050, en développant massivement les transports en commun ou en augmentant les systèmes d'auto-partage ou de covoiturage, fait fortement baisser le coût d'investissement dans la flotte de véhicules et fait bien plus que compenser la différence de prix entre véhicules bas-carbone et véhicules thermiques.

La somme de ces surcoûts d'investissement est estimée à environ 1570 milliards d'euros d'ici 2050, soit 57 milliards d'euros en moyenne par an, représentant une hausse d'environ 45 % par rapport au périmètre tendanciel. Il s'agit du principal enseignement de notre étude, qui donne la clé des efforts budgétaires et financiers à fournir pour parvenir à une neutralité carbone en 2050, sous réserve que les mesures réglementaires permettant de réorienter les investissements dits « *business as usual* » vers des investissements bas-carbone se réalisent parallèlement.

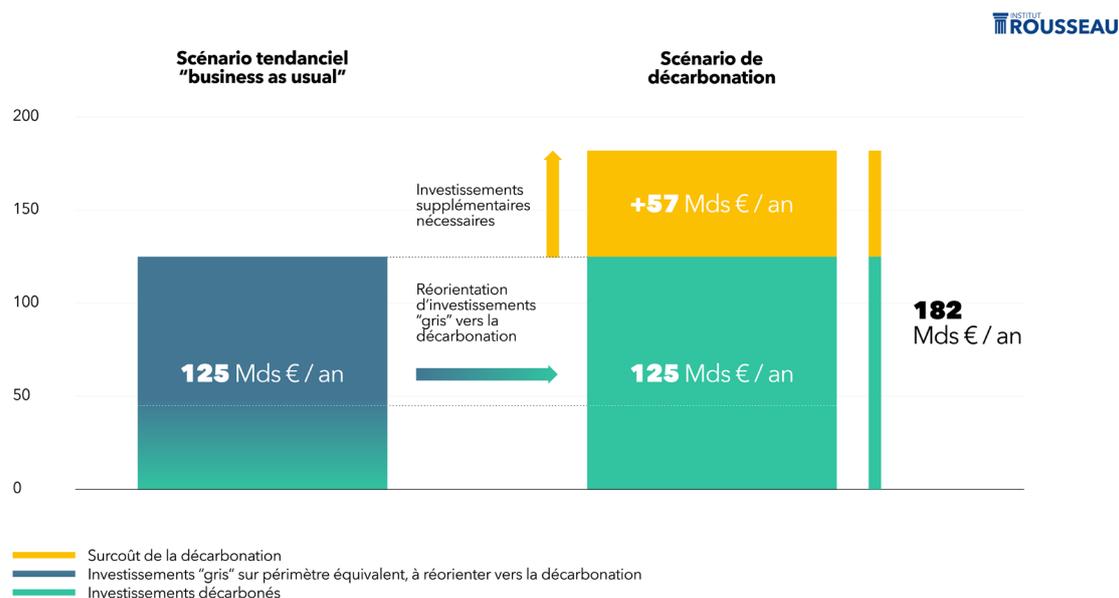


Figure 5 - Concepts et montants d'investissement total nécessaire à la transition et de surcoût par rapport à un scénario tendanciel (en milliards d'euros par an)

La répartition de ces coûts et surcoûts d'investissement entre les différents secteurs de l'économie, résumées en Figure 6 et Figure 7, est également riche d'enseignements.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Lorsqu'on raisonne en **investissement total**, on constate que la majorité des investissements (près de 60 %) est concentrée sur deux secteurs : celui du transport et celui du bâtiment. Cela s'explique par le caractère massifié de ces deux secteurs : les investissements à mener s'appliquent à des dizaines de millions de véhicules et de bâtiments. Viennent ensuite, dans des proportions relativement comparables, la production d'énergie (17 %, 30,8 milliards d'euros par an), l'agriculture (11 %, 19,8 milliards d'euros par an) et les mesures transverses (11 %, 20,8 milliards d'euros par an). L'industrie (2,4 milliards d'euros par an) et les puits de carbone (1,2 milliards d'euros par an), arrivent loin derrière avec 2 % des investissements à eux deux.

Investissement total : 182 milliards d'euros/an

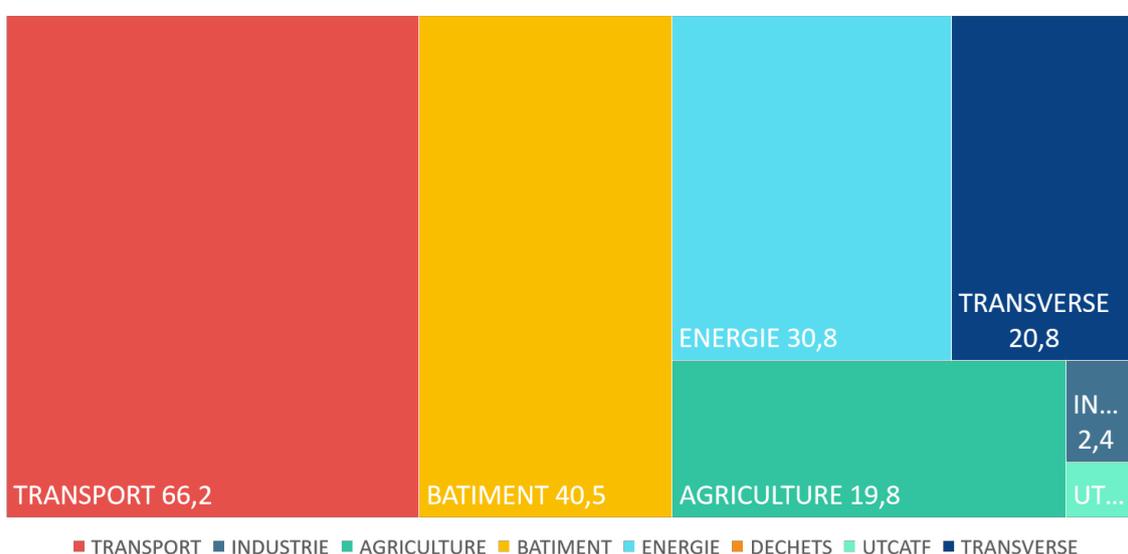


Figure 6 - Surfaces d'investissements annuels à débloquer par secteur (en milliards d'euros par an)

Lorsqu'on raisonne en **surinvestissement** par rapport à la tendance, le classement change du tout au tout. Le secteur du bâtiment est de loin celui qui nécessite le plus gros effort supplémentaire par rapport à la tendance (36 % du surcoût de transition, soit 21 milliards par an), suivi par la production d'énergie (28 %, 15,9 milliards par an). Ces deux secteurs représentent à eux deux 64 % des besoins d'investissements supplémentaires.

Côté bâtiment, cela s'explique par le besoin de fortement accélérer le rythme des rénovations, ainsi qu'au passage de rénovations partielles (dites "par gestes") à des rénovations globales, unitairement plus coûteuses. Côté énergie, cela est dû à une hypothèse de forte électrification des usages dans le scénario de transition, entraînant une hausse de 60 % de la consommation électrique par rapport au scénario tendanciel.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Enfin, la forte baisse du secteur du transport dans le classement des surcoûts est principalement dû à deux raisons. D'une part, le surinvestissement dans le secteur des transports est égal au différentiel de coût entre des véhicules bas-carbone et des véhicules thermiques dans lesquelles il faut de toute façon investir dans le scénario tendanciel (contrairement au bâtiment, par exemple, ou une partie des rénovations nécessaires n'est tout simplement pas faite). D'autre part, cela est dû à une baisse de 20 % du nombre de voitures particulières dans le scénario de transition par rapport au scénario tendanciel, résultant notamment du fort développement du train et des transports en commun (voir partie suivante relative aux transports). On achète moins de voitures d'ici 2050 qu'en tendance et cela engendre un surcoût négatif sur ce levier, qui vient fortement alléger les autres postes de surcoût du secteur (développement des transports en commun, relance du ferroviaire, etc.).

Sur-investissement total : 57 milliards d'euros/an

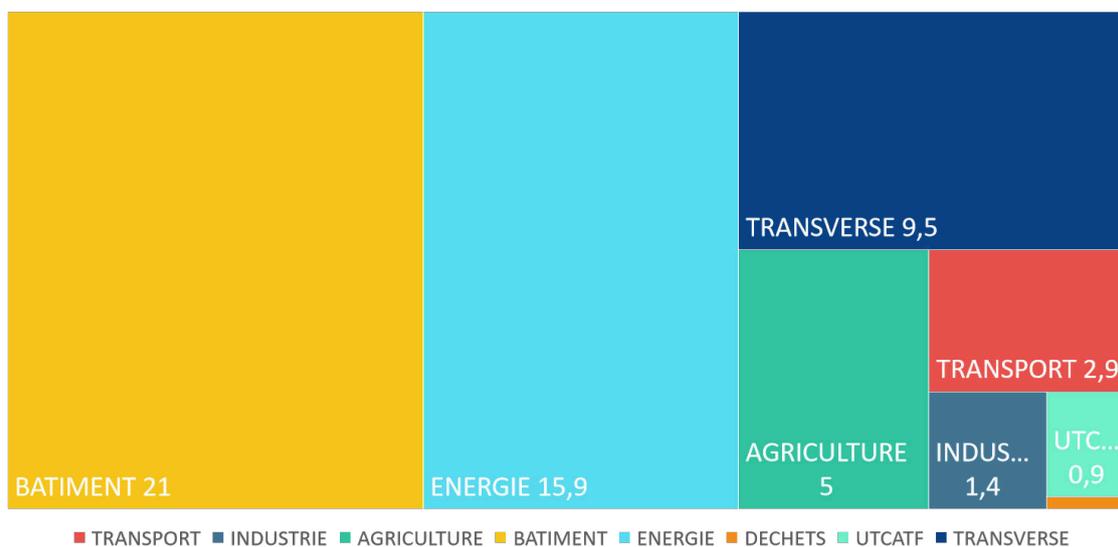


Figure 7 - volume d'investissements supplémentaires à débloquer, par secteur, en plus d'une réorientation de dépenses tendancielle (surcoût, en milliards d'euros par an)

Un investissement de décarbonation annuel moyen de 182 milliards jusqu'en 2050 doit ainsi être réalisé grâce à une hausse de cet investissement de 57 milliards d'euros par an. Rapportés à la taille de l'économie française, ces montants représentent respectivement 7,5 % et 2,3 % du PIB 2021 de la France.

Ces montants concordent avec ceux d'autres travaux estimant la part du revenu annuel devant être consacrée à l'investissement de décarbonation. La figure 7 résume les estimations de différentes études aux niveaux mondial, européen et français.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

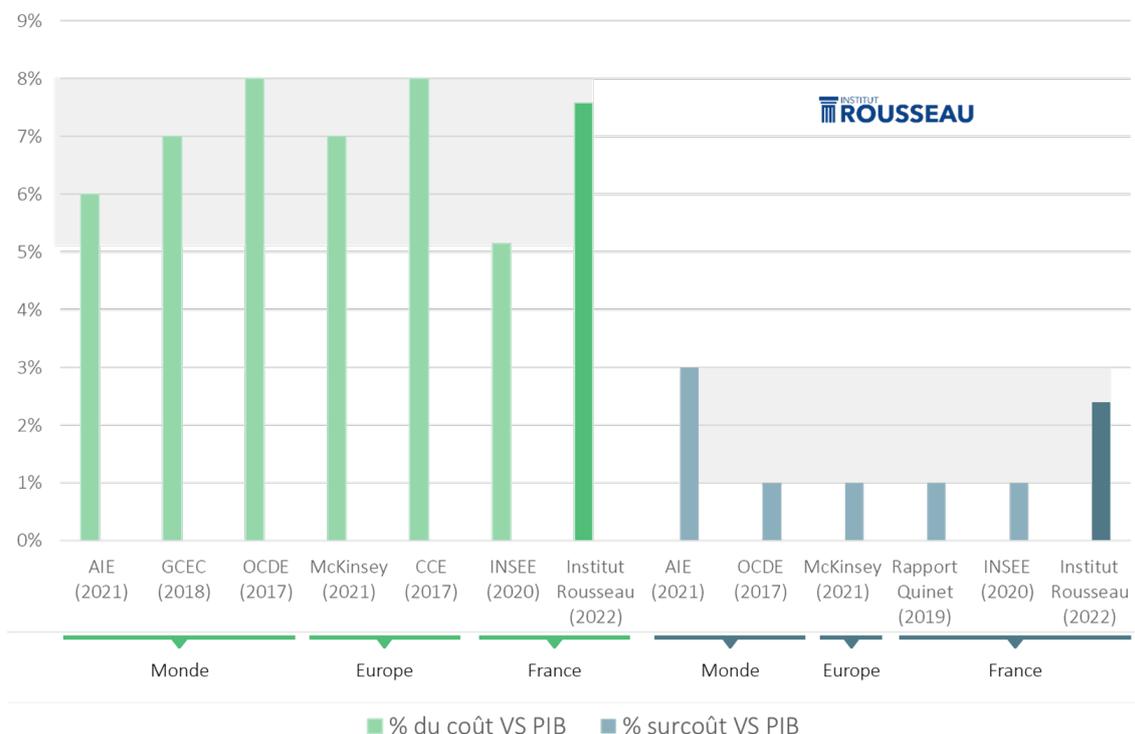


Figure 8 - Comparaison des investissements et surinvestissements de transition nécessaires rapportés au PIB de la zone considérée (en %) selon différentes études existantes

Plusieurs conclusions peuvent en être tirées :

- nos résultats sont cohérents, en ordre de grandeur, avec les travaux menés à l'international par des institutions reconnues comme l'Agence internationale de l'Énergie⁴², la Global Commission on the Economy and Climate⁴³, l'OCDE⁴⁴, le cabinet McKinsey⁴⁵ ou encore la Cour des Comptes Européenne⁴⁶. Ils se situent par ailleurs dans la fourchette haute de cet état de l'art.
- **à l'échelle française, nos résultats concluent à des besoins de surinvestissement sensiblement supérieurs aux rares travaux ayant abordé la question**, à savoir le Rapport "Quinet"⁴⁷, une étude de l'INSEE⁴⁸ ou encore les travaux d'I4CE non représentés ici car sur un périmètre sectoriel restreint (bâtiment, transport et production d'électricité).

Enfin, bien que cela n'apparaisse pas sur ce graphique, toutes ces études cachent de fortes disparités quant à la répartition nécessaire de ces niveaux d'investissement entre les différents secteurs de l'économie. **Une des grandes valeurs ajoutées de notre étude réside donc dans l'apport d'une réponse précise et argumentée des investissements nécessaires secteur par secteur et même, plus précisément à l'échelle de chaque levier de décarbonation et de chaque mesure publique.**

Quelle efficacité carbone des investissements proposés ?

Il ressort de notre étude que l'effort d'investissement supplémentaire, par rapport au business as usual, est plus ou moins efficace selon les secteurs, et même selon les mesures au sein d'un même secteur. Nos résultats indiquent qu'un euro supplémentaire investi dans les secteurs du transport et de l'industrie sont les plus efficaces, le « surinvestissement » par tonne de CO₂ équivalent évitée entre 2022 et 2050 se situant autour d'une quarantaine d'euros⁴⁹. En revanche, les investissements dans l'agriculture et le bâtiment apparaissent bien moins rentables. Il faut, dans ces secteurs, consentir un investissement supplémentaire de près de 300 et 600 euros, respectivement, pour éviter une tonne d'émissions de CO₂ équivalent.

Cette « efficacité carbone des investissements » est proche du concept de coût d'abattement, en tant qu'elle autorise la classification des investissements selon les baisses d'émissions qu'ils permettent. Les périmètres et la méthode de calculs sont cependant différents, empêchant d'amalgamer les deux concepts. Ce type de donnée est important car il permet à des décideurs d'orienter les fonds publics et privés vers telle mesure plutôt que telle autre. Elle permet également de prioriser dans le temps l'allocation des investissements vers les leviers et mesures les plus efficaces, afin de minimiser la quantité de CO₂ équivalent émise d'ici 2050.

Néanmoins, cette étude n'a pas pour but de présenter un ordre de priorité au regard de l'efficacité carbone. Nous considérons et défendons l'idée que l'ensemble des investissements présentés dans cette étude sont nécessaires à l'atteinte des objectifs climatiques et qu'il faut tous les mener de front et le plus rapidement possible. Il en va du respect de l'Accord de Paris. Il en va de la résilience de la France et de son indépendance énergétique. Il en va enfin de la justice climatique et de la justice sociale qui n'ont pas à être arbitrées sur la base de considérations sectorielles ou de rentabilité. Une transition qui aboutirait à une réduction des émissions insuffisante pour que la France prenne sa juste part dans la lutte contre la catastrophe en cours, parce que l'efficacité aurait guidé la conduite des différentes politiques sectorielles, ne serait ni une transition bas-carbone ni même un arbitrage souhaitable. La faiblesse de l'action tout comme l'inaction mèneront au désastre annoncé. Du reste, la récente pandémie ou encore la crise financière de 2008 ont démontré que les États, à commencer par la France, pouvaient se donner les moyens budgétaires et financiers de juguler ce qu'ils considéraient comme un danger d'importance. Il ne faut pas choisir entre la transition dans les transports et celle dans le bâtiment, mais trouver les moyens de mener les deux de front, et ces moyens existent (cf. Troisième partie du présent rapport).

1.3 Que peut faire la puissance publique pour encourager et accompagner cette transition ? Quel (sur)coût cela représenterait-il pour le public ?

- Le montant des investissements - totaux et supplémentaires - à mettre sur la table pour atteindre l'objectif de neutralité carbone de la France étant désormais clarifié, on peut désormais **s'interroger sur la place que les pouvoirs publics peuvent prendre dans cette transition**. L'État, en tant que garant du mieux-être de sa population, a simultanément :
- **une responsabilité dans la protection des générations actuelles et futures** de citoyens et citoyennes français face aux enjeux climatiques et environnementaux au sens large ;
- un rôle central à jouer dans la définition d'une stratégie à long-terme, trop souvent délaissée, **et la mise en œuvre des solutions** qui en découlent.

Comme évoqué précédemment, cette responsabilité a été entérinée juridiquement en février puis en octobre 2021 par le Tribunal administratif de Paris, dans le cadre de l'Affaire du Siècle^{50 51}. Le Tribunal a cependant laissé à la libre appréciation du gouvernement le choix des mesures à prendre pour assurer cette responsabilité et atteindre les objectifs fixés. Les mesures que nous proposons sont détaillées dans l'ensemble de la deuxième partie mais résumées ci-dessous.

1.3.1 Nos 73 propositions de mesures publiques pour accompagner et accélérer la transition écologique

Les figures 9 à 12 ci-dessous récapitulent les mesures de soutien public que nous proposons et que nous avons chiffrées pour chacun des 30 leviers de décarbonation proposés.

Figure 9 (page suivante)- Liste des mesures publiques proposées

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

LEVIERS DE DÉCARBONATION

VS

MESURES DE SOUTIEN PUBLIC



TRANSPORT

- 1 Réduire le nombre de véhicules et les convertir aux technologies bas-carbone
- 2 Redévelopper le train
- 3 Développer les transports en commun et la mobilité douce
- 4 Réduire l'usage de l'avion et le décarboner
- 5 Décarboner le transport maritime et fluvial



INDUSTRIE

- 1 Réduire certaines productions grâce à une sobriété de consommation
- 2 Augmenter le recyclage des matériaux
- 3 Développer des procédés de production bas-carbone
- 4 Relocaliser et/ou développer des filières nationales sur certains secteurs stratégiques pour la transition*



AGRICULTURE

- 1 Convertir l'ensemble du secteur à l'agro-écologie
- 2 Réduire la taille du cheptel bovin et la consommation de viande
- 3 Réduire la production de méthane des ruminants
- 4 Augmenter la part de déjections animales valorisées en méthanisation
- 5 Convertir les tracteurs aux technologies bas-carbone



BATIMENT

- 1 Rénover massivement et globalement les logements
- 2 Rénover massivement et globalement le parc tertiaire public et privé
- 3 Réduire le rythme de construction neuve



PRODUCTION D'ÉNERGIE

- 1 Décarboner et adapter le système de production d'électricité
- 2 Remplacer le gaz naturel par du biogaz et autres gaz « verts »
- 3 Sortir du pétrole et cesser son raffinage
- 4 Décarboner la production de chaleur pour le chauffage urbain et autres émissions résiduelles (incinération, etc.)



DECHETS

- 1 Collecter séparément et méthaniser les déchets organiques fermentescibles
- 2 Développer l'économie circulaire et l'économie de la fonctionnalité



PUITS DE CARBONE

- 1 Augmenter la superficie forestière et les moyens affectés à sa bonne gestion
- 2 Planter des lignes de haies et des arbres en plein champs
- 3 Faire appel, lorsque pertinent, aux technologies de Captage et Stockage du CO2



LEVIERS TRANS-SECTORIELS

- 1 Engager les effectifs publics nécessaires pour accompagner la transition écologique
- 2 Booster la R&D et l'innovation appliquée à la transition écologique
- 3 Utiliser davantage les possibilités offertes par les banques publiques d'investissement
- 4 Adapter la formation initiale aux enjeux de la transition écologique
- 5 Sensibiliser les citoyens aux enjeux de la transition écologique et aux solutions associées
- 6 Soutenir le développement d'un numérique moins émetteur
- 7 Accompagner les mutations professionnelles engendrées

- Renforcer la prime à la conversion des voitures neuves et d'occasion. L'étendre à tous les types de véhicules.
- Renforcer le malus écologique des voitures et utilitaires
- Subventionner la constitution d'un réseau de bornes (électriques & H2)
- Baisser la TVA des billets de train de 10% à 5,5%
- Investir dans les infrastructures ferrées
- Financer un grand plan de développement du fret
- Baisser la TVA des billets de transport en commun de 10% à 5,5%
- Investir massivement dans les transports en commun (flotte de bus)
- Créer une prime à la conversion pour les bateaux
- Allonger la durée légale de garantie de certains équipements
- Mettre en place une consigne pour certains emballages
- Accompagner les efforts d'éco-conception des industriels
- Interdire progressivement l'enfouissement des déchets valorisables
- Renforcer les crédits du Fonds Economie Circulaire
- Instaurer une prime de retour pour chaque véhicule
- Etendre les objectifs imposés d'incorporation de matière première recyclée
- Subventionner la décarbonation des procédés et l'efficacité énergétique
- Subventionner la construction d'actifs de production sur le territoire
- Subventionner la conversion, l'installation et le maintien des agriculteurs en bio ou en agro-écologie
- Financer la formation des agriculteurs à ces pratiques
- Augmenter les aides directes de la PAC (pilier 1) et les faire dépendre de la main d'oeuvre plutôt que de la surface de l'exploitation
- Taxer la viande de bœuf (tout en protégeant les ménages précaires)
- Créer un Fonds de soutien à la transition de la filière boeuf
- Subventionner les solutions réduisant la production de méthane des ruminants
- Soutenir la filière biogaz (voir énergie)
- Créer une prime à la conversion des tracteurs
- Financer la rénovation du logement résidentiel
- Renforcer l'éco-prêt à taux zéro (eco-PTZ) pour la rénovation
- Financer la formation des professionnels du bâtiment
- Financer la rénovation dans le tertiaire (public et privé)
- Financer la formation des professionnels du bâtiment
- Mener une réelle politique « Zéro Artificialisation Nette »
- Subventionner le développement des ENR
- Subventionner le développement du nucléaire
- Subventionner les solutions de flexibilité
- Subventionner le développement du biogaz et de l'hydrogène vert
- Créer un Fonds de Transition Juste pour accompagner les mutations professionnelles et sociales
- Renforcer les crédits du Fonds Chaleur
- Sortir des énergies fossiles
- Voir mesures sobriété et recyclage (Industrie)
- Instaurer une collecte sélective obligatoire des biodéchets
- Soutenir la filière biogaz (voir énergie)
- Subventionner la construction d'actifs de production sur le territoire
- Subventionner l'accroissement de la superficie forestière
- Renforcer le budget de l'ONF (gestion et adaptation des forêts)
- Renforcer le Plan d'investissements pour la filière bois (adaptation)
- Renforcer le volet bois du GPI (produits bois)
- Financer la formation des salariées aux mesures d'adaptation des forêts
- Subventionner des lignes de haies autour des parcelles cultivées
- Subventionner la plantation d'arbres inter-parcellaires
- Subventionner les projets et la R&D dans le CSC
- Renforcer les effectifs publics dédiés à la transition
- Booster la R&D publique en matière de transition écologique
- Subventionner la R&D privée en matière de transition écologique
- Réformer les BPI et doubler les crédits budgétaires de Bpifrance
- Adapter la formation initiale aux enjeux de la transition écologique
- Financer des campagnes de sensibilisation grand public
- Soutenir le développement de l'éco-conception des services numériques
- Accompagner les TPE / PME vers le numérique durable
- Campagne de sensibilisation aux gestes numériques éco-responsables
- Monter un Fonds de transition juste finançant les mobilité métiers & géographiques des employés des secteurs sinistrés par la transition

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Rappel important : étant donné l'objectif affiché de cette étude de donner des réponses relatives au coût de la reconstruction écologique et à son financement, on se concentre ici prioritairement sur les mesures "quantitatives" de soutien public, représentant un coût significatif pour l'État ou les collectivités. Ainsi, si quelques mesures réglementaires et d'accompagnement

"qualitatif" sont également abordées dans ce rapport, ce dernier ne prétend aucunement à l'exhaustivité en la matière. Notons que ces aspects sont généralement décrits de façon détaillée dans les différents rapports cités en référence (notamment ceux de RTE, négaWatt ou du Shift Projet), pour qui voudrait approfondir ces questions.

1.3.2 Quel coût pour la puissance publique de ce portefeuille de mesures ?

Le coût total de ces mesures pour les pouvoirs publics est estimé à 70 milliards d'euros par an, dont un peu moins de 36 milliards d'euros par an en plus par rapport au scénario tendanciel (sur ce périmètre les pouvoirs publics investissent déjà, selon nos calculs, près de 34,4 milliards d'euros), soit un doublement des investissements publics annuels moyens. La répartition sectorielle de ces investissements est donnée en Figure 10.

Cette enveloppe, dimensionnée en investissements (CAPEX), n'inclut ni le coût pour l'État des mesures relatives à une TVA écologique (6,5 milliards d'euros par an en moyenne d'ici 2050 pour la TVA réduite sur les transports en commun, le train et les produits alimentaires issus de l'agroécologie), ni la part des charges de service publique de l'énergie (tarifs de rachat et compléments de rémunération des producteurs d'énergies renouvelables) affectée aux coûts d'opération, ni les recettes d'une taxe sur la viande de bœuf (2,9 milliards d'euros par an de recette en moyenne d'ici 2050), qui s'apparentent davantage à des dépenses de fonctionnement.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Investissement public : 70 milliards d'euros/an

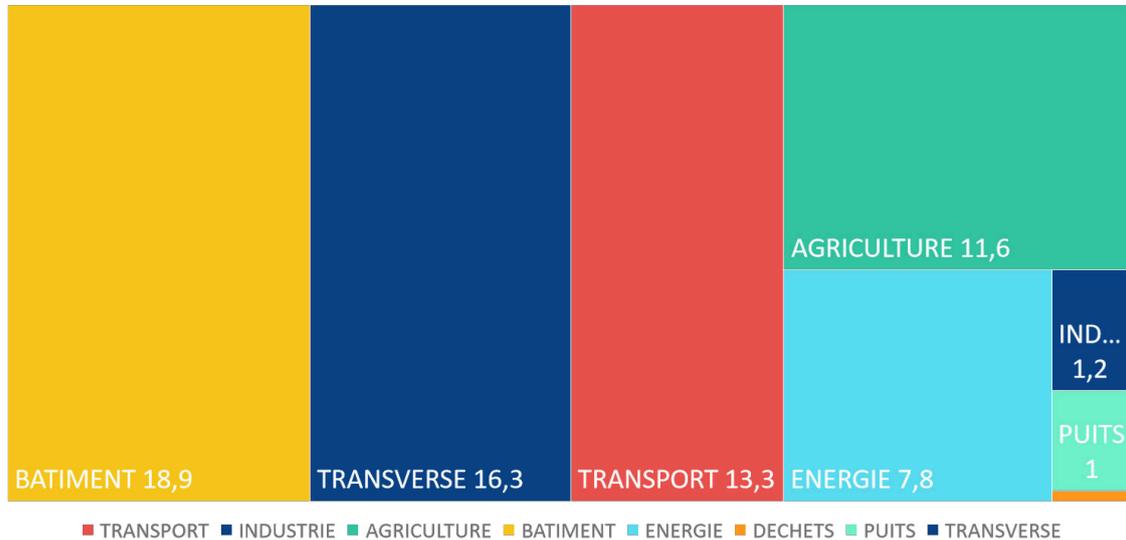


Figure 10 - Surfaces d'investissements annuels à débloquer par secteur (en milliards d'euros par an)⁵²

Trois secteurs concentrent à eux-seuls 70 % des investissements publics modélisés : le bâtiment (27 %), les mesures de soutien transverses (23 %) et les transports (19 %). On retrouve logiquement dans ce trio de tête les deux secteurs de masse (bâtiment et transport) et les mesures trans-sectorielles, portées par deux mesures particulièrement engageantes pour l'État : une augmentation de 50 % des crédits budgétaires de Bpifrance (passant de 4 à 6 milliards d'euros par an) et une hausse significative des budgets de R&D publique alloués à la transition écologique (7,8 milliards d'euros par an).

Une comparaison rapide des investissements publics par rapport aux investissements totaux présentés en 1.2 permet de calculer rapidement la part moyenne des investissements portée par le public. Celle-ci varie de façon significative d'un secteur à l'autre, comme présenté ci-dessous en Figure 11.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

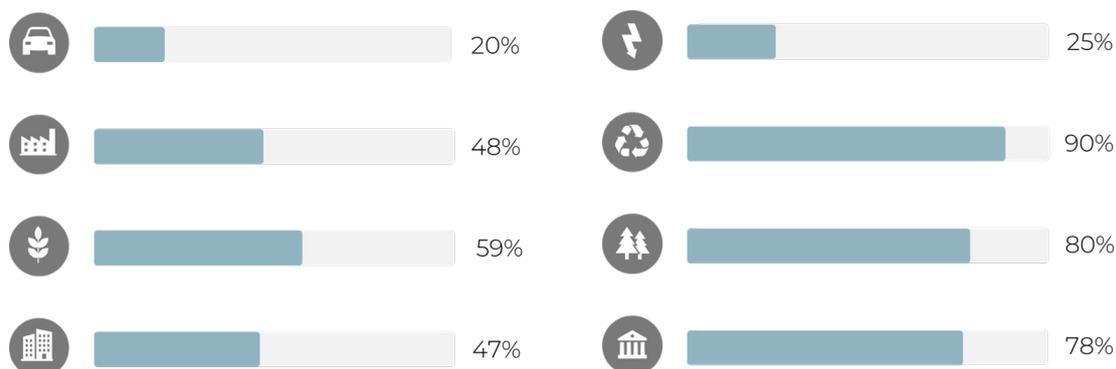


Figure 11 - Investissements publics, en proportion des investissements totaux, par secteur

On distingue ainsi trois groupes distincts :

- trois secteurs reposant très fortement sur des investissements publics pour se décarboner : le secteur des déchets, reposant essentiellement sur des investissements dans la collecte sélective, les mesures transverses, essentiellement publiques par construction, et les puits de carbone.
- trois secteurs avec une répartition assez équilibrée des efforts d'investissements entre le public et le privé, chacun pour moitié : industrie, agriculture et bâtiment.
- deux secteurs pour lesquels le taux d'intervention public est plus faible, autour de 20-25 %, correspondant à des leviers de décarbonation globalement plus matures : transport et énergie.

Pour rappel, ces ratios sont à manier avec précaution et constituent des maximums, l'ensemble des investissements portés par les acteurs privés (notamment les agriculteurs et les propriétaires de forêt privée) n'ont pas toujours été évalués de manière exhaustive.

Lorsqu'on raisonne en surinvestissement public par rapport à la tendance, le classement reste cette fois le même (cf. Figure 12). En effet, les enveloppes de soutien public sont généralement calculées sur un périmètre identique entre le scénario de transition et le scénario de référence, et les proportions entre les postes représentant des investissements publics importants (primes à la conversion des véhicules, aides à la rénovation des bâtiments, aides du pilier 1 de la politique agricole commune, crédits de la Bpifrance et budgets de R&D publique) et ceux nécessitant un investissement plus modéré, sont globalement conservées d'une trajectoire à l'autre.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Sur-investissement public : 36 milliards d'euros/an

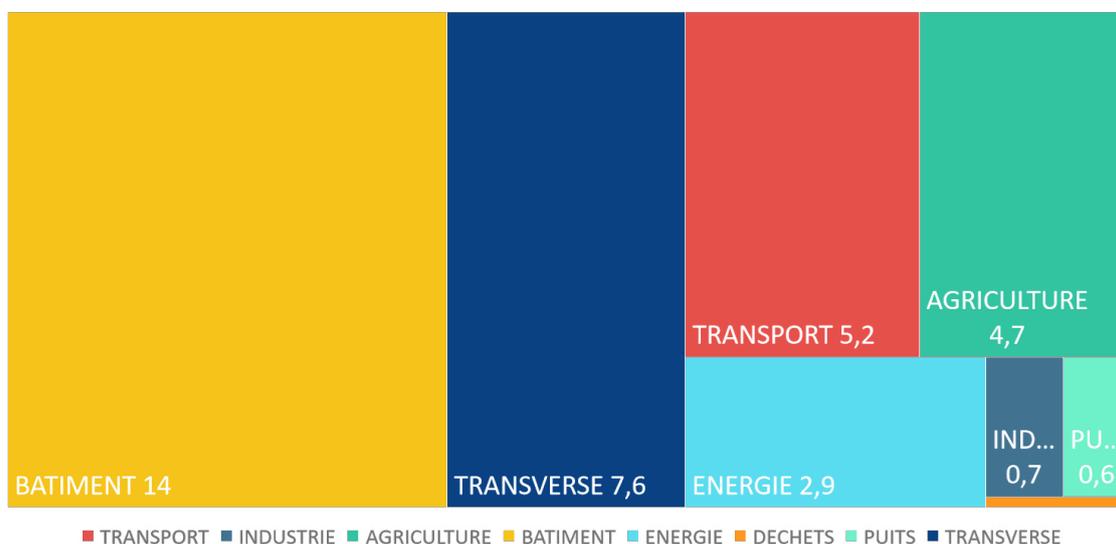


Figure 12 - Surfaces d'investissements publics supplémentaires à débloquer, par secteur, en plus d'une réorientation de dépenses tendancielle (surcoût, en milliards d'euros par an)⁵³

Ces 36 milliards d'euros par an, que nous estimons nécessaires de débloquer pour permettre à la puissance publique de jouer son rôle d'impulsion, d'incitation et de contrôle de l'ensemble des acteurs et d'imprimer le rythme nécessaire à l'atteinte des objectifs climatiques du pays, doivent être mis en perspective⁵⁴. Ainsi, 36 milliards par an, c'est :

- environ 10 % des dépenses de l'État prévues pour 2022 (391 milliards d'euros, hors sécurité sociale et hors dépenses des collectivités) ;
- deux fois moins que ce qu'a dépensé l'État pour la crise sanitaire en 2020 (70 milliards d'euros) et en 2021 (60 milliards d'euros) au titre des dépenses exceptionnelles ;
- presque autant que le tout premier plan d'urgence budgétaire mis en place dès le début de la pandémie en mars 2020 (42 milliards d'euros) ;
- autant que ce que paie chaque année l'État aux banques privées en remboursement des intérêts de sa dette publique (38 milliards d'euros pour 2022) ;
- deux à trois fois moins que la fraude fiscale (estimée entre 80 et 100 milliards d'euros par an⁵⁵) ;
- moins que les dividendes versés aux actionnaires en 2019 (49,2 milliards d'euros) ;
- presque deux fois moins que ce qu'on dépense chaque année pour l'éducation (77 milliards d'euros - hors enseignement supérieur) ;

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

- moins que le budget consacré aux armées (49,5 milliards d'euros par an) ;
- deux fois plus que le budget actuel de la mission "Écologie, développement et mobilité durables" (21 milliards d'euros) ;
- moins de la moitié de ce que rapporte annuellement l'impôt sur le revenu (102 milliards d'euros) ;
- quatre fois moins que ce que rapporte annuellement la TVA (164 milliards d'euros).

Par ailleurs, augmenter de 10 % le niveau des dépenses de l'État contribuerait à augmenter sensiblement la richesse nationale et exercerait à terme un impact positif sur les recettes de l'État en raison des recettes supplémentaires de TVA, d'impôt sur le revenu, du surplus de cotisations lié aux emplois créés et de l'activité supplémentaire générée.

1.4 Quels niveaux d'investissement sont nécessaires d'ici 2030 pour aligner la France sur les objectifs européens ?

En 2021, la Commission européenne a présenté un ensemble de propositions législatives dit "Fit for 55" (FF55) ou Pacte Vert pour l'Europe, visant à atteindre une baisse de 55 % des émissions de l'Union européenne en 2030 par rapport à 1990⁵⁶.

La France, qui pour l'instant s'est engagée sur une baisse de 40 % de ses émissions à horizon 2030, doit s'aligner sur l'objectif européen de -55 %. En réalité, l'écart entre les deux objectifs est moins grand qu'il n'y paraît. En effet, l'objectif de l'Union Européenne est exprimé en émissions nettes, tandis que l'objectif de la SNBC se fonde sur les émissions brutes. En émissions nettes, la SNBC vise ainsi une baisse d'émissions de 47 % par rapport à 1990 et l'écart avec l'objectif européen n'est donc que de 8 % supplémentaires, ce qui représente un effort moins important.

Malgré tout, notre étude étant fondée sur l'atteinte de la neutralité carbone en 2050, la question de l'impact de l'objectif "Fit for 55" sur le rythme des mutations sectorielles et des investissements à mener d'ici 2030 se pose. Si l'on se base sur une simple extrapolation des efforts sectoriels envisagés par la SNBC, c'est à dire en augmentant l'objectif général de décarbonation de 40 à 55 % mais en conservant la même proportion de chaque secteur dans l'atteinte du nouvel objectif, on obtient les objectifs de décarbonation sectoriels suivants :

Objectifs sectoriels de baisse d'émissions

	1990-2030 SNBC	1990-2030 Fit for 55	2019-2030 SNBC	2019-2030 Fit for 55
	- 19 %	- 22 %	- 27 %	- 29 % *
	- 63 %	- 73 %	- 37 %	- 49 %
	- 22 %	- 26 %	- 12 %	- 16 %
	- 51 %	- 58 %	- 40 %	- 53 %
	- 60 %	- 69 %	- 28 %	- 44 %
	- 35 %	- 41 %	- 27 %	- 33 %
	+ 20 %	+ 22 %	+ 6 %	+ 0 % **

Figure 13. Objectifs sectoriels à 2030 pour aligner la France sur un objectif de baisse des émissions de 55% en 2030 par rapport à 1990 ^{57,58}

Ces nouveaux objectifs très ambitieux nécessitent que tous les secteurs accélèrent la cadence de décarbonation avant 2030. Au-delà de l'objectif final de neutralité carbone en année 2050, l'impact de la France sur le dérèglement climatique dépendra de la quantité totale de CO² équivalent qu'elle émettra d'ici là. **Du point de vue climatique, faire un maximum d'efforts en début de parcours peut faire une réelle différence.**

Ces nouveaux objectifs n'impliquent cependant pas nécessairement une augmentation des cadences d'investissements, à la condition que ces derniers fassent l'objet d'une priorisation intelligente des efforts de décarbonation. Dans le secteur du bâtiment, les investissements des premières années doivent ainsi être dédiés au remplacement des chaudières au fioul et à la rénovation des bâtiments ayant les moins bonnes performances

2 % pour 2 degrés !

énergétiques (“passoires énergétiques”). Dans le secteur de la production d’énergie, la priorité doit être donnée au déploiement des capacités de production bas-carbone et à l’adaptation du réseau nécessaire à la fermeture de centrales thermiques à flammes, responsables de la quasi-totalité des émissions liées à la production d’électricité. Par ailleurs, la quasi-totalité de la production de gaz verts d’ici 2030 devra être réservée aux usages industriels pour lesquels il y a peu d’alternatives. Le secteur du transport, par exemple, pourrait atteindre ses objectifs pour 2030 grâce à l’électricité, en attendant que la production de gaz vert soit suffisante pour couvrir les besoins de plus en plus de secteurs. Pour le secteur de l’industrie, les leviers de décarbonation plus matures (développement de l’économie circulaire, efficacité énergétique et autres techniques déjà disponibles) doivent également être activés en priorité.

Si ces choix ne sont pas effectués, un certain nombre de secteurs se verront dans l’incapacité d’accélérer suffisamment pour atteindre la cible “Fit for 55” à horizon 2030. En effet, des limites techniques ou disponibilité de main-d’œuvre qualifiée limitent physiquement la montée en puissance du nombre de rénovations annuelles ou du volume de gaz verts qui peut être produit pour se substituer aux fossiles. **Conjuguées à un effort d’investissement largement insuffisant par le passé, notamment dans le secteur du bâtiment, ces contraintes sont potentiellement de nature à mettre en péril l’atteinte de l’objectif 2030. Il faut donc dès aujourd’hui planifier la montée en puissance des leviers de décarbonation de ces secteurs afin de ne pas buter sur de telles contraintes et rater la cible.**

2. Les investissements nécessaires dans le secteur du transport

Le secteur du transport est le principal émetteur de gaz à effets de serre en France, avec 135 millions de tonnes de CO₂ équivalent en 2019, soit **presque un tiers des émissions nationales**. Ce secteur est, par ailleurs, très performant et efficace en termes d'émission évitée par euro investi.

Nous estimons **l'investissement total nécessaire à la mise en œuvre des différents leviers de décarbonation du transport à 66 milliards d'euros par an, dont 2,9 milliards d'euros supplémentaires par rapport au scénario tendanciel (soit + 5 %). L'investissement public pour cette transition est quant à lui estimé à 13 milliards d'euros par an, soit environ 20 % des investissements totaux nécessaires, et 5,2 milliards d'euros de plus que les dépenses publiques existantes dans ce secteur.** Il a été choisi pour le chiffrage de l'investissement public d'adopter une stratégie d'accompagnement forte afin, d'une part, de viser au plus vite la décarbonation de ce secteur très émissif et, d'autre part, d'éviter que cela représente un coût trop important pour les particuliers et entreprises les plus moins favorisés. Ces investissements se répartissent en deux axes principaux et complémentaires :

- 1. remplacer la totalité des véhicules** par des véhicules “propres” ou bas-carbone, soit actuellement 45 millions de véhicules (80 % de véhicules particuliers, 12 % de véhicules utilitaires, 6 % de deux roues et 2 % de poids lourds, sans compter les bateaux et les avions) ;
- 2. accompagner et accélérer le report modal** des modes de transport très polluants vers les modes de transport moins polluants (exemple : de l'avion vers le train, des voitures aux transports en commun et au vélo).

2.1 Les émissions du secteur

Le secteur du transport est responsable de **31 % des émissions** territoriales de gaz à effet de serre et représente **32 % de la consommation finale d'énergie**. En 2019, cela représentait 45,2 millions de tonnes de CO₂ équivalent.

Les émissions du secteur du transport sont quasi-exclusivement **liées aux consommations d'énergie et en particulier les produits pétroliers consommés** par les véhicules.

Compte tenu du poids de ce secteur, atteindre la neutralité carbone en 2050 implique une forte accélération des efforts actuels de réduction des émissions. En effet, nous pouvons noter que depuis 2020, une inflexion s'opère au profit de véhicules moins émetteurs (électriques et hybrides), avec un passage de 3 % de part de marché des ventes de véhicules neufs en 2019 à environ 35 % en 2021⁵⁹. Cette accélération s'effectue en parallèle de l'accélération des installations de bornes de recharges électriques⁶⁰. Toutefois, cette tendance reste insuffisante pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris, et le travail ne fait que commencer pour les transports en commun et autres modes de transports (poids lourds, avions, bateaux) qui doivent également faire l'objet d'une décarbonation rapide.

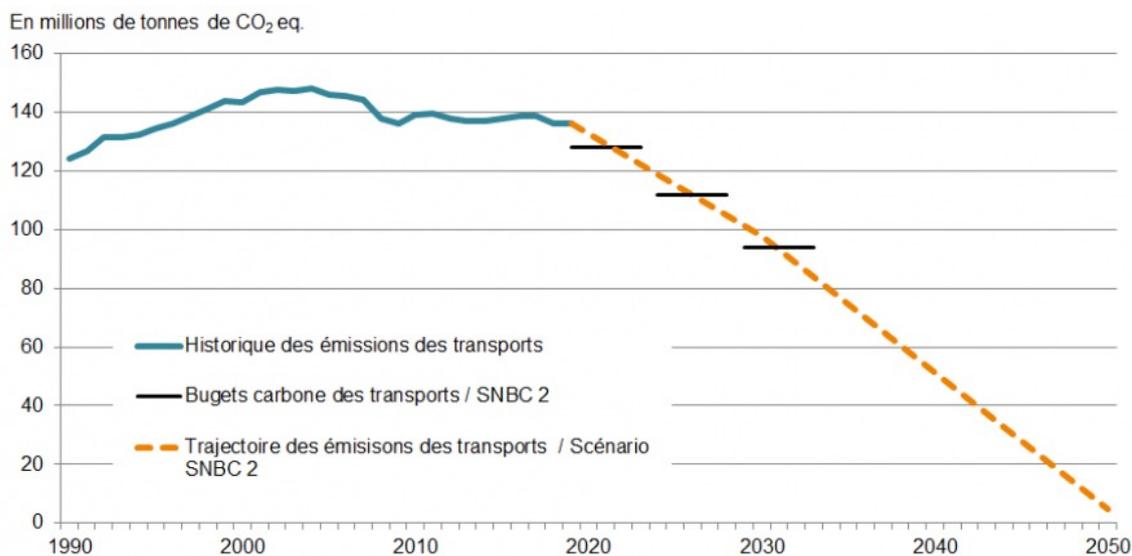


Figure 1 - Historique et projection des émissions du secteur du transport entre 1990 et 2050 (en millions de tonnes de CO₂ équivalent)

2.2 Comment décarboner le secteur ?

Le secteur du transport est le secteur le plus émissif en termes de gaz à effet de serre. Comme indiqué précédemment, il s'agit également d'un secteur « performant » au regard de la rentabilité, en termes de décarbonation, des euros investis. Cela explique que ce soit l'un des secteurs les plus ciblés par les politiques de décarbonation.

La décarbonation quasi-totale du secteur d'ici 2050 est possible⁶¹ en avançant concrètement sur les lignes directrices suivantes :

- **la réduction de la taille de la flotte de certains véhicules** (voitures, camions et avions), conditionnée à un **développement massif du train, des transports en commun et des mobilités douces** comme le vélo ;
- **une conversion de l'ensemble du parc de véhicules roulants** (voitures, utilitaires, camions, deux roues, bus et autocars) à des technologies bas-carbone : véhicules électriques ou fonctionnant au bioGNV et à l'hydrogène vert ;
- **une réduction de 50 % de l'usage de l'avion pour les vols intérieurs**, au bénéfice du train, **et une réduction des émissions liées aux vols restants**, notamment grâce à l'utilisation de biocarburants (qui doivent être réservés prioritairement à cet usage) le temps de développer d'autres technologies éventuelles ;
- **une décarbonation du transport maritime et fluvial** par la conversion des bateaux à des technologies bas-carbone.

2.2.1 Réduire le nombre de véhicules et les convertir aux technologies bas-carbone

La conversion de la flotte de véhicules à des énergies décarbonées est le principal levier d'action pour faire baisser massivement les émissions du secteur des transports. Cela passe par un renouvellement complet du parc automobile, qui consomme aujourd'hui principalement de l'essence ou du gazole, pour le convertir à des vecteurs énergétiques décarbonés tels que l'électricité, le gaz naturel véhicule (ou GNV) ou l'hydrogène (la décarbonation de ces vecteurs est traitée dans la partie Énergie). Bien qu'il soit possible de noter une très forte accélération des ventes de véhicules électriques au cours des deux dernières années, les véhicules verts demeurent aujourd'hui marginaux dans le parc automobile français. Un basculement va nécessairement devoir s'opérer dans les prochaines années au niveau des ventes de véhicules bas-carbone ainsi que dans les infrastructures de recharge.

En termes de volume, **la transition des véhicules français représente ainsi 40 millions de véhicules légers à renouveler d'ici 2050** avec un effort significatif à réaliser pour le parc

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

automobile particulier qui représente à lui seul plus de 30 millions de véhicules (une baisse de 20 % est comptabilisée par rapport à aujourd'hui du fait du développement des transports en commun et des mobilités douces notamment), ainsi que pour les 6 millions de véhicules utilitaires ; auxquels il faut ajouter 600 000 poids lourds divers, dont 70 000 bus et autocars. Enfin, la décarbonation des deux roues doit également s'effectuer au moins au même rythme, pour un volume d'environ 2,9 millions d'unités.

Ce levier, pour l'ensemble de la flotte de véhicules roulants et en incluant les infrastructures de recharge nécessaires, représente environ 51 milliards d'euros d'investissement chaque année jusqu'en 2050.

Cela comprend 7,5 milliards d'euros par an de surcoût par rapport au scénario tendanciel, mais auxquels il faut déduire 8,4 milliards d'économies dans le non-achat des véhicules particuliers et des poids lourds : cela engendre donc une économie globale pour ce levier de 0,9 milliards par an. Ce surcoût global négatif, qui sera contrebalancé par les investissements nécessaires à l'atteinte du report modal, est due à deux raisons principales :

1. **la prise en compte, dans le scénario tendanciel, d'une pénétration également accélérée** (bien qu'inférieure) **des véhicules électriques particuliers** (largement majoritaires par rapport aux autres types de véhicules) ;
2. **L'intégration, dans notre scénario de transition, des effets du report modal** vers des modes de transports moins émetteurs, **entraînant une baisse de 20 % du nombre de véhicules particuliers (et de 15 % des camions ; voir paragraphe suivant).** Il s'agit des 8,4 milliards d'euros d'économie mentionnés plus haut.

Le second levier de réduction des émissions pour le secteur du transport est de favoriser un report modal des mobilités très émettrices de dioxyde de carbone, telles que la voiture et l'avion, vers des mobilités plus durables telles que le train et le vélo, tout en conservant une qualité de vie comparable. Ceci permettra **in fine une réduction de 20 % du nombre de véhicules individuels et de 15 % des poids lourds hors bus et cars (qui augmenteront de 50 %).** Les valeurs choisies correspondent à des moyennes basses de ce qui est couramment utilisé dans les scénarii de transition⁶². Ce levier de réduction de la flotte des véhicules sera le résultat de la montée en puissance des investissements dans le ferroviaire et les transports en commun (traités dans les points suivants).

Pour remplacer le parc de véhicules, il convient de souligner que différentes technologies coexistent actuellement et sont plus ou moins pertinentes en fonction des typologies de véhicules. **Dans cette étude, nous ne prenons pas de position ferme sur le choix des technologies en question et avons utilisé des moyennes des projections fournies par différents organismes et scénarii.** On retrouve donc les trois technologies dites « propres » pour le transport, soient les moteurs électriques, au biogaz (bioGNV) ou à l'hydrogène, dans des proportions qui peuvent considérablement varier selon les catégories de véhicules. **En**

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

général, la technologie électrique sera utilisée par les véhicules légers et ayant besoin d'une autonomie plus réduite (hypothèse de 83 % pour les véhicules particuliers à 2050, contre 15 % de bioGNV et 2 % d'hydrogène). **À l'inverse, des technologies au biogaz ou à l'hydrogène sont privilégiées pour les véhicules lourds et/ou parcourant de longues distances** (hypothèse de 45 % d'électricité, 40 % de bioGNV et 15% d'hydrogène pour les camions à 2050, par exemple).

Pour atteindre ces objectifs et passer d'une utilisation massive de véhicules thermiques à une utilisation de véhicules bas-carbone couplée à un report modal vers des mobilités plus durables, **l'intervention de l'État est nécessaire**. Nous proposons notamment :

- **une interdiction de la vente de véhicules neufs utilisant les carburants fossiles à partir de 2035 au plus tard**, comme le propose la Commission européenne et contrairement à la date de 2040 actuellement défendue par la France. À cela, nous soutenons également **une interdiction de l'utilisation de ces véhicules à partir de 2050 au plus tard** ;
- **une refonte des systèmes de bonus-malus écologique et de prime à la conversion** incluant notamment :
 - **une fusion de la partie bonus écologique et de la prime à la conversion**, dans un but de simplification et de lisibilité des incitations (dans la suite du texte, on ne parlera plus que de prime) ;
 - **un renforcement des montants de cette prime** à la conversion aux véhicules bas-carbone, ainsi qu'un **durcissement des critères du malus écologique**. Pour cela, la prime à la conversion doit être renforcée, y compris pour les véhicules d'occasion, et sécurisée dans le temps. Concernant le malus écologique, il convient d'accélérer la baisse du seuil de déclenchement de la part du malus lié aux émissions de CO₂⁶³ en le portant de 5 % par an à 7,5 % de 2023 à 2028 puis à 10 % à compter de 2029. S'agissant du malus au poids⁶⁴, nous proposons d'abaisser son seuil de déclenchement de 1800 kg à 1300 kg. Cette taxe de 10 €/kg de « masse en ordre de marche » doit être portée à 15 €/kg au-dessus de 1800 kg. Enfin, les plafonds d'émissions de CO₂, de poids et de limite financière au malus, qui existent et qui font que, pour les véhicules les plus fortement polluants, le malus écologique ne s'applique pas pleinement, sont à supprimer.
 - une extension du périmètre de cette prime, à la fois aux véhicules d'occasion et autres types de véhicules (camions, deux roues, bateaux, etc.).
- que l'État garantisse un **taux d'emprunt bonifié** (qui représenterait en moyenne -3 % par rapport au taux bancaire projeté) pour les particuliers et entreprises qui en auront le plus besoin, correspondant à une enveloppe annuelle de 10 milliards d'euros.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Une des mesures les plus structurantes pour ce secteur est d'avancer les dates d'interdiction de vente et d'utilisation des véhicules thermiques. **Il est indispensable que le gouvernement inscrive dans la loi la fin de la vente des véhicules thermiques au plus tard en 2035 comme le demande l'Union européenne, la SNBC ou la Convention citoyenne pour le climat** (certains pays de l'UE comme le Danemark vont l'interdire dès 2030), contre une interdiction qui est actuellement fixée en 2040. **Il est aussi recommandé de prévoir dès à présent la fin de l'utilisation de tout moteur thermique au plus tard en 2050.** Ces jalons permettront en effet aux différentes parties prenantes de s'organiser au mieux pour réussir une telle feuille de route.

Mesure 2.1 :

Interdire la vente des véhicules utilisant les carburants fossiles en 2035 au plus tard, et interdire leur utilisation à partir de 2050 au plus tard.

Les primes à la conversion pour l'achat de véhicule propres (neufs et occasions), correspondent à une enveloppe estimée à 7,2 milliards d'euros par an, dont 2,2 milliards d'euros de surcoût par rapport au scénario tendanciel. Elles concernent tous les types de véhicules, légers et lourds, et devront forcément intégrer un paramètre s'adaptant aux revenus des particuliers d'une part, et à la taille des entreprises d'autre part. En effet, il est essentiel que la totalité du parc de véhicules ait effectué sa transition : il est donc nécessaire d'accompagner les individus et entreprises qui n'ont pas les moyens de mobiliser le surcoût d'une telle transition (malgré des économies certaines réalisées en passant aux énergies bas -carbone, mais très étalées dans le temps). **Notons que ces primes à la conversion représentent environ 54 % de l'investissement public de ce secteur.**

Mesure 2.2 :

Étendre et renforcer la prime à la conversion à tous les types de véhicules ainsi que durcir le malus écologique pour les véhicules @

Coût public

7,2 milliards d'euros par an

Surcoût public

2,2 milliards d'euros par an

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Afin de s'assurer de la bonne mise en œuvre de ce levier essentiel de décarbonation, nous pensons nécessaire de prévoir l'octroi de 10 milliards d'euros de prêts bonifiés (à hauteur de 3 %) chaque année pour accompagner les particuliers et les entreprises qui auront le plus de mal à mobiliser l'argent nécessaire malgré les primes à la conversion. Étant donné les montants et le type de bien couvert, les maturités moyennes devraient être de 5 ans. Si l'on intègre la prise en charge de l'État qui peut aller jusqu'à 3 % de moins sur les prêts, le coût annuel pour l'État se montera à 800 millions d'euros chaque année.

Mesure 2.3

Chaque année, mettre à disposition des particuliers et entreprises qui en ont le plus besoin 10 milliards de prêts bonifiés à hauteur de 3 %

Coût public

800 millions d'euros par an

Surcoût public

800 millions d'euros par an

De plus, il est évident qu'une transition vers des moteurs utilisant de nouvelles technologies implique forcément de nouvelles infrastructures distribuant ces nouvelles formes d'énergie, excepté pour les futurs moteurs utilisant du biogaz (le biogaz, outre certaines adaptations, utilise les mêmes infrastructures que le gaz naturel). Ainsi, bien que l'on observe un début de dynamique dans ce sens, **le déploiement des bornes électriques et des infrastructures hydrogène va devoir considérablement accélérer**. Les investissements dans les bornes électriques vont devoir tripler, se montant à 1,9 milliard d'euros par an, comparés à 570 millions d'euros en 2021. Tandis que le déploiement des infrastructures hydrogène, aujourd'hui inexistantes ou presque, vont devoir être amenées à 181 millions d'euros par an en moyenne d'ici 2050. Il est à noter que ces estimations sont des moyennes sur la période 2022-2050. Or, il est probable que la majorité des investissements dans les infrastructures électriques se fassent dans cette décennie, et que les infrastructures hydrogène se développent plutôt entre 2030 et 2040, étant donné que la technologie est actuellement très peu déployée.

Mesure 2.4 :

Massifier les infrastructures de recharges électriques et développer les infrastructures hydrogène

Coût public

839 millions d'euros par an

Surcoût public

648 millions d'euros par an

2.2.2 Redévelopper le train, tant pour le fret que pour le transport de personnes

Le secteur du ferroviaire comprend deux domaines qui doivent être tous deux intensifiés : le fret commercial et le transport de personnes. **La part modale du fret ferroviaire dans le transport total de marchandises a été divisée par deux depuis 30 ans, atteignant aujourd'hui seulement 9 % du transport total de marchandises.** Cette évolution est contraire aux objectifs climatiques, puisque le rail est très vertueux d'un point de vue environnemental : il n'est ainsi responsable que d'environ 0,3 % des émissions du secteur des transports et **le transport par rail émet 14 fois moins de CO₂ que le transport routier par tonne transportée**⁶⁵. Le transport de passagers quant à lui se redéveloppe, mais bien trop doucement pour permettre l'atteinte des objectifs de report des voyages longues distances (pour remplacer les voyages en avion ou les longs voyages en voiture) comme pour remplacer une partie des voyages quotidiens de courtes distances effectués au moyen de véhicules individuels.

À strictement parler, les 0,3 % de transport ferroviaire restant à décarboner, pesant 1,2 million de tonnes de CO₂ équivalent en 2019, sont dus aux derniers trains thermiques sur des petites lignes non-électrifiées, qui pourront être remplacés par des machines fonctionnant à l'hydrogène dans les prochaines années.

Mais l'enjeu est tout autre pour le ferroviaire : il est de (re)conquérir une part modale plus significative, tant pour le fret que pour le transport de passagers.

Le développement des infrastructures ferroviaires est déjà en cours, mais à un rythme trop lent. Malgré les 4,75 milliards d'euros d'investissements supplémentaires prévus sur deux ans par le plan de relance, le Réseau Action Climat, dans un rapport détaillé, estime nécessaire d'ajouter à cette enveloppe 3 milliards d'euros par an sur une période de 10 ans pour pérenniser ces investissements⁶⁶, **soit 30 milliards d'euros supplémentaires répartis à parts égales entre le fret et le transport de personnes.** Ces investissements semblent effectivement nécessaires pour développer correctement le fret d'une part et le transport de personnes d'autre part (cf. partie 2.2.3 « Transport en commun »).

Pour évaluer les besoins d'investissements en matière de fret ferroviaire, nous nous sommes appuyés sur les objectifs du Shift Project, qui vise un triplement de la part du fret ferroviaire dans le fret total (de 9 % à 29 %⁶⁷). L'atteinte de cet objectif nécessite un certain nombre d'investissements : **il s'agit notamment de construire entre 10 et 15 plateformes intermodales**, afin d'assurer un maillage plus dense du territoire et de concurrencer plus efficacement le fret routier. **Ces plateformes seront accompagnées d'une infrastructure complète pour compléter le réseau, comprenant notamment une dizaine d'autoroutes ferroviaires.** Par ailleurs, un total de 10 milliards d'euros d'investissements est nécessaire pour désaturer les nœuds ferroviaires des grandes métropoles.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

En termes de soutien public, la Stratégie nationale pour le développement du fret ferroviaire, dévoilée le 13 septembre 2021, qui reprend l'objectif du développement du ferroviaire prôné par la Convention citoyenne sur le climat (CCC), constitue une avancée. Cependant, les montants associés restent largement insuffisants : 170 millions d'euros d'investissements supplémentaires par an d'ici 2030, à comparer aux 400 millions d'euros par an pendant 10 ans proposés par la CCC⁶⁸ et surtout au 1,5 milliard d'euros d'investissements supplémentaires par an pendant 10 ans, public et privé (compris dans l'enveloppe de 3 milliards d'euros par an mentionnée ci-dessus), avancés par le Réseau Action Climat.

Une série de mesures plus ciblées pourront utilement être mises en œuvre : les aides au transbordement (« aides à la pince »), comme les aides au wagon isolé pourraient être considérablement revalorisées pour rendre plus efficaces les systèmes de triage et ainsi améliorer la fiabilité du transport combiné. L'électrification des derniers parcours non électrifiés et fonctionnant aujourd'hui à l'énergie thermique est également une priorité. Le numérique devrait permettre, s'il est utilisé à bon escient, de fluidifier les rapports entre les opérateurs et les clients.

Enfin, **l'un des facteurs majeurs de déclin du fret ferroviaire ces dernières décennies étant la concurrence parfois déloyale du fret routier** (les avantages fiscaux gazole routier doivent heureusement être supprimés d'ici 2030), **il convient d'avancer au niveau européen sur une nouvelle restriction du travail détaché et au niveau national sur une écotaxe Poids Lourds** (sur le modèle de celle de 2014).

Toutes ces mesures sont indispensables pour diminuer de 15 % le nombre de poids lourds (hors bus et cars) comme cela a été estimé précédemment.

Mesure 2.5 :

Décarboner les derniers trains thermiques et investir massivement dans l'amélioration du réseau, dont la construction de 15 plateformes intermodales

Coût public

3 426 millions d'euros par an

Surcoût public

887 millions d'euros par an

2.2.3 Développer les transports en commun

Le train représente environ 10 % du trafic de voyageurs et de marchandises mais n'est responsable que de 1,6 % des consommations d'énergie et de 0,3 % des émissions de CO₂ des transports. Le développement du ferroviaire apparaît donc comme un des principaux leviers de réduction des émissions du transport de personnes et une nécessité pour tendre vers une France neutre en carbone. La part du transport ferroviaire de voyageurs ne représente par ailleurs que 15 % des voyageurs-kilomètres parcourus et dispose en cela de réelles marges de manœuvre.

L'examen des émissions de dioxyde de carbone des différents autres modes de transport en commun montre que ceux-ci sont aussi nettement moins émetteurs que la voiture ou l'avion, comme indiqué sur la Figure 2.

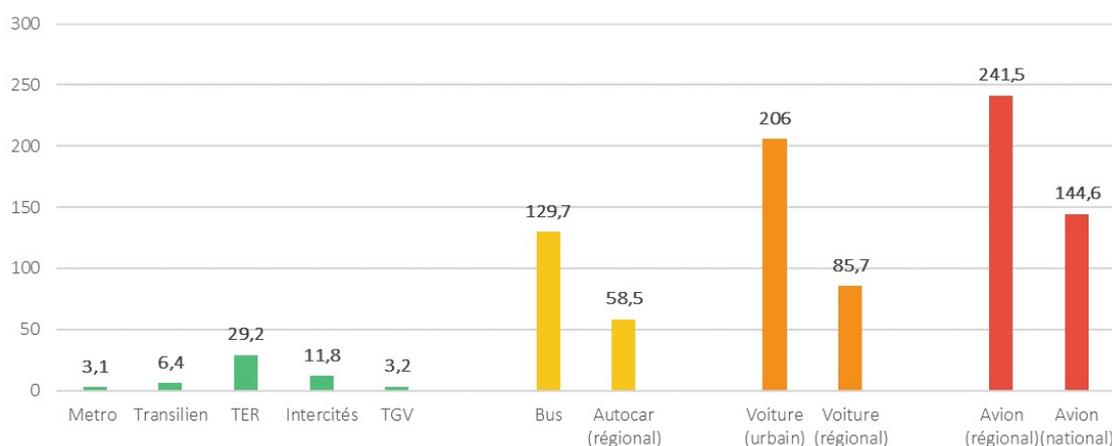


Figure 2 - Émissions de CO₂ par km parcouru pour différents modes de transports et types de trajet⁶⁹

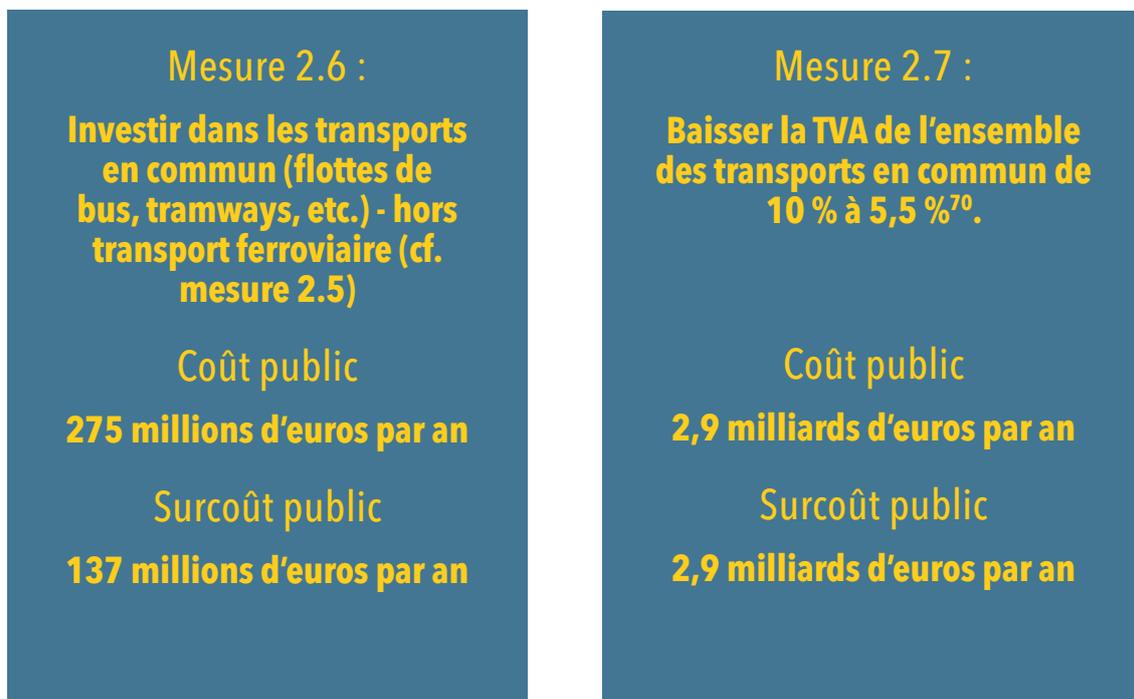
Le report modal vers les transports en commun constitue donc un important levier de réduction d'émissions, tant pour les mobilités quotidiennes (de la voiture vers le bus, métro, tramway, TER, Transilien) que pour les mobilités longues distances (de la voiture et l'avion vers le train et l'autocar). Pour que ce report puisse effectivement se faire, deux conditions sont à remplir :

- 1. l'offre de transports en commun doit être suffisamment développée**, i.e. qu'il y ait suffisamment de trains et de bus, notamment dans les zones de moindre densité, pour que les gens aient réellement d'autres options que la voiture. **C'est pourquoi nous proposons un investissement massif dans ces infrastructures ;**
- 2. le coût d'utilisation de ces transports par la population doit être suffisamment bon marché** et attractif par rapport à la voiture. C'est pourquoi nous proposons une **baisse de TVA de 10 % à 5,5 %** sur les billets de train et de transports en commun.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Au-delà de ces investissements, certaines évolutions sociales et organisationnelles plus structurelles peuvent également être de nature à réduire les distances à parcourir ou aider à basculer vers des transports collectifs : urbanisme durable avec réduction des besoins de déplacement et des distances à parcourir, consommations locales, optimisations logistiques, etc.



2.2.4 Réduire l'usage de l'avion et le décarboner

L'avion, qui constitue de loin le mode de transport le plus émissif par km parcouru par passager, cristallise souvent les débats. Sous l'effet d'une croissance record du trafic, due à l'augmentation considérable du nombre de passagers et du volume des échanges commerciaux, les émissions de CO₂ provenant de l'aviation internationale ont plus que doublé au cours des 20 dernières années⁷¹ (+130 %) jusqu'à atteindre 2,4 % des émissions mondiales en 2018. Pour rester cohérent avec l'approche "inventaire territorial" des émissions utilisées par la SNBC et le HCC qui nous servent de référence, **seule la part de l'aviation intérieure française est prise en considération dans cette étude. En 2019, les vols internes représentaient 4,5 millions de tonnes de CO₂ équivalent soit 4 % du secteur transport et 1,1 % des émissions territoriales** françaises (contre 18,5 millions de tonnes de CO₂ équivalent pour la part de la France dans les vols internationaux et les émissions liées aux importations^{72 73}).

Les émissions de ce mode de transport sont par ailleurs extrêmement concentrées sur une frange limitée de la population : 50 % des déplacements sont effectués par les 1 % dont les revenus sont les plus élevés par unité de consommation et 50 % des émissions sont émises par les 5 % des Français qui voyagent le plus⁷⁴.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Pour réduire les émissions de l'aviation intérieure, deux principaux leviers sont nécessaires :

1. **Réduire le nombre de vols, notamment en imposant un recours au train (ou autre alternative) sur tous les temps de trajets inférieurs à une certaine limite.**
2. **Réduire l'impact des vols restants, essentiellement en les faisant voler avec des biocarburants** ou carburants de synthèse. Dans une moindre mesure, en continuant d'améliorer l'efficacité énergétique des avions et en développant de nouvelles motorisations à plus long-terme, notamment l'hydrogène.

Sur la base des travaux de la Convention citoyenne pour le climat, qui proposait un seuil d'interdiction des vols internes pour les trajets de moins de 4h de train, la loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets a instauré, dans son article 145, un tel seuil, pour les trajets de moins de 2h30 seulement⁷⁵. **Nous proposons de monter progressivement ce seuil aux 4h proposées par la CCC, puis à 4h30, seuil estimé nécessaire à la diminution de 50 % du trafic aérien intérieur français**⁷⁶. Cette évolution est rendue possible par l'augmentation massive de l'offre de train et de transports en commun longue distance proposée dans les sous-sections 2.2.2 et 2.2.3.

Mesure 2.8 :

Interdire progressivement les vols intérieurs sur les trajets pour lesquels une alternative en train existe en moins de 4h30

Pour réduire les émissions des vols restants, on se base sur la feuille de route de l'IATA, l'association internationale du transport aérien, qui a voté en octobre 2021 une résolution voulant que l'industrie mondiale du transport aérien atteigne une neutralité carbone nette d'ici 2050⁷⁷. Les réductions d'émissions anticipées par la filière reposent principalement sur l'utilisation de carburants d'aviation bas-carbone (65 %), au développement de nouvelles propulsions comme l'hydrogène (13 %) et à quelques gains d'efficacité énergétique (3 %) pour un total de 81 %. L'industrie prévoit d'utiliser les technologies de CSC (11 %) et les puits de carbone (8 %) pour abattre le reste.

Pour s'assurer qu'une bonne trajectoire soit adoptée concernant le principal levier de réduction des émissions des futures vols que constitue l'adoption de carburants bas-carbone, **l'instauration de quotas d'incorporation de ces carburants, réglementation ayant déjà fait ses preuves pour les voitures, semble nécessaire.**

Mesure 2.9 :

Imposer et augmenter progressivement des quotas d'incorporation de biocarburants ou carburants de synthèse dans les avions, jusqu'à atteindre 100 % d'ici 2050⁷⁸

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Une baisse du trafic intérieur de 50 %, cumulée à une réduction d'environ 80 % des émissions des vols restants permettrait **une réduction de 90 % des émissions de ce sous-secteur à l'horizon 2050.**

L'investissement total correspondant reste relativement limité. Tout d'abord, limiter le trafic n'a de coût que celui du développement des alternatives, déjà comptabilisé dans les paragraphes précédents. Ensuite, le coût des carburants bas-carbone utilisés dans les futurs avions est considéré ici comme un coût d'opération et non un coût d'investissement. Dans un souci de simplification, on considère que l'ensemble des carburants bas-carbone seront importés (en partie en lieu et place des importations actuelles de produits pétroliers, voire 3^e partie, section 2 "Les effets économiques et sociaux positifs de la reconstruction écologique pour la société") et les coûts d'investissement dans d'éventuelles capacités de production françaises de carburants bas-carbone ne sont pas pris en compte. Restent uniquement les coûts relatifs au développement de nouvelles motorisations et à l'efficacité énergétique. **Sur la base des coûts annoncés par l'Association du transport aérien international pour le développement et la fabrication de cette nouvelle flotte d'appareils, ramenés au trafic intérieur français uniquement, on estime ce montant à 5,6 milliards d'euros d'ici 2050, soit 201 millions d'euros par an.** Le surcoût de cette transition par rapport au scénario tendanciel intégrant un renouvellement naturel des anciens avions par des avions "classiques" actuels, est estimé à 1,1 milliard d'euros d'ici à 2050, soit 40 millions d'euros par an.

2.2.5 Décarboner le transport maritime et fluvial

Les bateaux ne font pas exception et doivent, comme les autres types de véhicules, basculer vers des modes de motorisation bas-carbone pour réduire leurs émissions (2 millions de tonnes de CO₂ équivalent en 2019). L'objectif est de **décarboner entièrement** le transport par bateau, tant maritime que fluvial, en passant d'ici 2050 à des motorisations utilisant principalement l'électrique, le biogaz ou l'hydrogène selon le poids et le type de bateau.

Cette tendance est déjà en marche, avec l'interdiction, à compter du 1er septembre 2021, des moteurs thermiques utilisant du carburant issu des matières fossiles pour les navires de plaisance et les annexes⁷⁹. **Nous proposons que ces interdictions soient progressivement mais rapidement étendues à l'ensemble du transport maritime et fluvial.**

Le besoin en investissements pour changer la motorisation des bateaux de pêche et de plaisance d'une part, et renouveler la flotte marchande d'autre part, est d'environ **75 milliards d'euros d'ici à 2050, soit environ 2,7 milliards d'euros par an.** Les investissements tendanciels étant assez importants dans ce secteur, **le surcoût estimé n'est que de 621 millions d'euros par an.**

Pour rendre cette transition possible et acceptable, nous prévoyons une **aide de l'État à la conversion écologique des bateaux, sur la base du mécanisme existant déjà pour les**

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

voitures (i.e. une prime à la conversion). Cette aide devra être déterminée en fonction du type de bateau et des moyens des acteurs. Nous estimons qu'elle s'élèvera en moyenne à environ 233 millions d'euros chaque année d'ici 2050, ce qui constituera une nouvelle charge pour les finances publiques étant donné qu'une telle aide n'existe pas encore.

Mesure 2.10 :

Créer une aide à la conversion de la flotte française aux technologies bas-carbone, sur le modèle automobile

Coût public

233 millions d'euros par an

Surcoût public

233 millions d'euros par an

2.2.6 Développer les mobilités douces

La mobilité douce n'est pas en soi un levier de décarbonation direct : **comme pour le développement du train, il s'agit ici d'intensifier la pratique de moyens de déplacements « légers », tels que le vélo, en alternative à la voiture.** Le développement de ces mobilités douces est ainsi le second levier (avec le développement des transports en commun), permettant la baisse de 20 % des véhicules individuels retenue dans cette étude.

La pratique de ce mode de transport peut prendre plusieurs formes : vélo classique, vélo à assistance électrique (VAE), vélo pliant, tricycle, « sidecar », vélo multiplace pour transporter les enfants, vélo cargo pour les marchandises, etc.

Pour permettre un développement rapide de cette mobilité douce, qui va jusqu'à un triplement de son usage, à la fois comme objectif gouvernemental et pour certaines études⁸⁰. Il faut donc pouvoir garantir une circulation fluide et sécurisée de ces moyens de locomotions « légers ». C'est pourquoi le développement d'infrastructures dédiées (pistes cyclables, parkings à vélo, ...) au niveau de la voirie est impératif.

Enfin, en matière de soutien public, **nous avons suivi la recommandation de l'ADEME et porté cette enveloppe à 500 millions d'euros par an⁸¹.** Cela correspond à une augmentation de 300 millions d'euros par an par rapport aux différents plans de soutien déjà existant (notamment le plan vélo et France relance⁸²).

Mesure 2.11 :

Renforcer le soutien à la mobilité douce

Coût public

500 millions d'euros par an

Surcoût public

300 millions d'euros par an

3. Les investissements nécessaires dans les secteurs de l'industrie et des déchets

NB : Pour des raisons de proximité thématique, notamment autour des enjeux de recyclage matière et d'économie circulaire, les activités relatives à l'industrie et à la gestion des déchets sont traitées conjointement dans cette partie.

L'industrie française a émis 84 millions de tonnes de CO₂ équivalent en 2019. Elle est le deuxième secteur le plus émissif mais l'avant-dernier en termes de besoin d'investissements de décarbonation.

L'industrie est un secteur à part car il agrège une très grande variété d'activités, usuellement regroupées dans cinq grandes catégories (métallurgie, matériaux de construction, chimie, agroalimentaire, autres). **Seules les neuf activités les plus énérgo-intensives de l'industrie, représentant 52 % des émissions du secteur, sont prises en compte dans cette étude.** Celles-ci sont, par ordre d'importance de leurs émissions de CO₂ équivalent, la production d'acier, de ciment, d'alcènes (hydrocarbures), de verre, de papier-carton, d'ammoniac, de sucre, d'aluminium et de dichlore.

La décarbonation de ces neuf activités étudiées requiert un investissement d'environ 32,2 milliards d'euros d'ici 2050, dont environ 18 milliards d'euros supplémentaires par rapport aux investissements publics et privés déjà réalisés ou que l'on peut anticiper en prolongeant la tendance actuelle. Nous proposons que l'État prenne à sa charge environ 50 % de cet investissement supplémentaire.

Ce coût ne tient pas compte des investissements à réaliser dans des méthaniseurs et électrolyseurs permettant de couvrir la consommation de biogaz et d'hydrogène du secteur, intégrés à

la partie énergie. Leur intégration au secteur de l'industrie (toujours sur les seules neuf activités considérées) ferait passer le besoin total d'investissements à 56,7 milliards d'euros d'ici à 2050. De plus, une estimation conservatrice des investissements supplémentaires à réaliser sur les 48 % d'émissions industrielles non-couvertes par notre étude porterait l'investissement supplémentaire, au total et hors investissements dans des méthaniseurs et électrolyseurs, à 26,4 milliards d'euros⁸³.

Le développement d'un certain nombre de filières nationales stratégiques pour la transition écologique de la France requiert un investissement total de 19,3 milliards d'euros, dont 12 milliards d'investissements supplémentaires. Nous proposons là encore qu'environ 50 % de ce surinvestissement soit pris en charge par l'État.

De plus, il est essentiel de prévoir une **enveloppe spécifique pour aider le reste du secteur de l'industrie à se décarboner**, faute de quoi les objectifs de la SNBC demeureraient inatteignables. Pour se faire, en prenant les coûts moyens de décarbonation moyen du secteur de l'industrie, nous prévoyons un investissement de 16 milliards d'euros d'ici à 2050, dont 9 milliards seraient des coûts supplémentaires (*cf. infra*). Dans le même esprit, nous estimons que l'État devra prendre à sa charge 7,6 milliards d'euros sur cette enveloppe, dont 4,6 milliards d'euros d'investissements supplémentaires par rapport aux aides actuelles.

Enfin, un **investissement spécifique lié au secteur des déchets** doit être prévu, principalement pour améliorer la prise en charge des biodéchets pour un montant de 1,7 milliards d'euros d'ici à 2050, avec une prise en charge quasi-complète par le secteur public, dont 1,5 milliard d'euros de surcoût public.

3.1 Les émissions du secteur

3.1.1 Industrie

L'industrie française est responsable de 84 millions de tonnes d'émissions de CO₂ équivalent par an⁸⁴, soit environ 20 % des émissions territoriales françaises. Un quart environ des émissions de CO₂ équivalent du secteur sont dites « de process » car elles résultent directement des processus de production⁸⁵. Les trois autres quarts sont liées à l'apport de chaleur par combustion de ressources fossiles (charbon, pétrole, gaz).

Pour les neuf activités considérées, une baisse des émissions de CO₂ équivalent d'environ 90 % en 2050, par rapport à aujourd'hui, peut être réalisée. La baisse des émissions de CO₂ équivalent dépasse l'objectif de la SNBC, qui est de réduire les émissions de CO₂ équivalent de l'industrie de 81 % par rapport à 2015. Le graphique ci-dessous résume les baisses d'émissions réalisées pour chacune des activités considérées.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

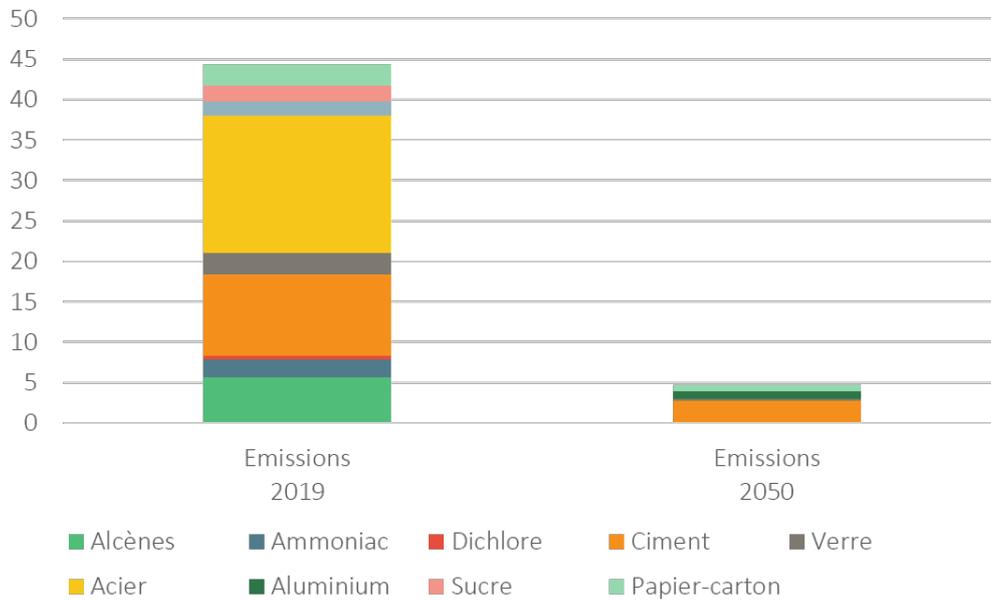


Figure 1 : baisses d'émissions de CO₂ équivalent à 2050 pour les neuf activités étudiées (en millions de tonnes de CO₂ équivalent par an) (voir encadré négaMat)

En outre, si la baisse des émissions industrielles nationales depuis 1990 a été portée par une diminution de l'intensité énergétique et un moindre contenu en CO₂ équivalent de l'énergie (- 38 % et - 22 % respectivement entre 1990 et 2018), elle résulte également d'un processus de désindustrialisation du pays (passage de presque 25 % des emplois en 1980 à 13 % au début des années 2020), bien mis en exergue par la constante dégradation de la balance commerciale des biens industriels depuis les années 1980, jusqu'à atteindre un déficit de 58 milliards d'euros en 2018⁸⁶. L'impact sur les émissions des industries est donc à nuancer car il a été partiellement compensé par des émissions importées, qui elles ont stagné (leur intensité carbone a baissé mais les volumes importés ont augmenté) (cf. Figure 2).

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

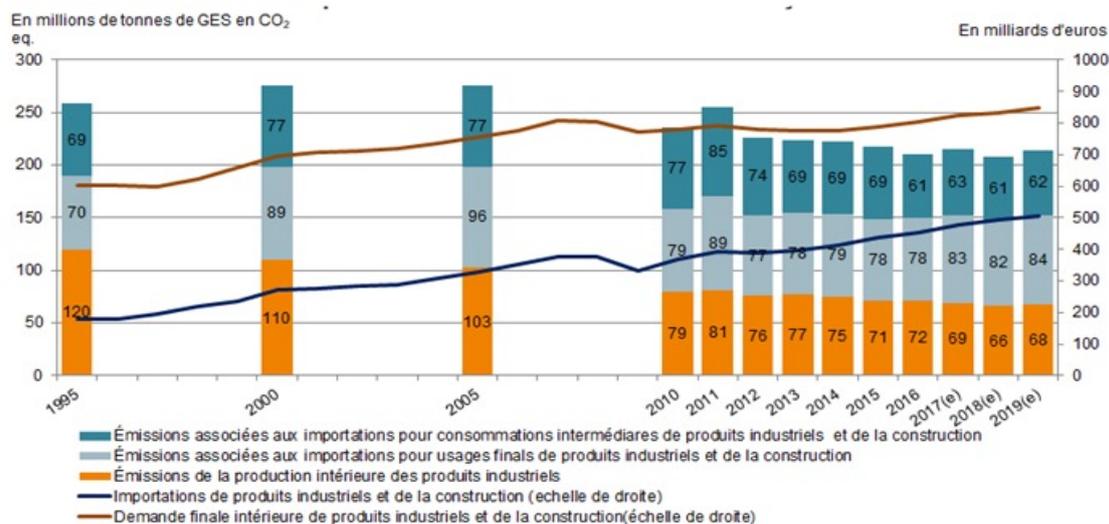


Figure 2 : Évolution des émissions de CO₂ équivalent associées aux produits industriels dans l'empreinte carbone de la demande finale intérieure de la France⁸⁷

3.1.2 Déchets

Le secteur des déchets, défini strictement, est responsable de **4 % des émissions** territoriales de gaz à effet de serre. Sur les 15 millions de tonnes de CO₂ équivalent émises en 2019, **83 % sont imputables au stockage des déchets et plus précisément aux émissions de méthane produites par la décomposition naturelle des déchets organiques qui finissent enfouis** dans les Installations de stockage de déchets non dangereux⁸⁸ (ISDND, communément appelées centres d'enfouissement ou décharges).

En effet, la réaction biologique de décomposition qui produit le biogaz, également appelée méthanisation, peut se produire de manière contrôlée dans des unités dédiées (*cf. parties relatives à l'énergie/gaz verts*) mais elle se produit aussi de manière spontanée dans des atmosphères confinées où réside la matière organique. C'est le cas dans les massifs de déchets des décharges et centres d'enfouissements. **Ce processus est à l'origine de la production sur plusieurs années d'un biogaz fatal**, relativement pauvre en méthane (35 à 50 % contre 55 à 75 % pour les unités de méthanisation contrôlée), qui peut en partie être récupéré via des réseaux de captage puis valorisé, le plus souvent en cogénération d'électricité et de chaleur. Mais, réseau de captage installé ou pas, une partie de ce gaz diffus **finit de toute façon par s'échapper dans l'atmosphère**.

Le reste des émissions du secteur déchets sont dues au dioxyde de carbone CO₂ provenant de l'incinération des déchets (8,8 % des émissions) et du protoxyde d'azote N₂O principalement issu du traitement des eaux usées et des déchets solides (3,9 % des émissions).

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Les émissions du secteur sont en baisse (-4,4 % entre 1990 et 2017)⁸⁹ et la SNBC fixe un cap de réduction de -66 % d'ici 2050 par rapport à 2015, comme indiqué en Figure 3.

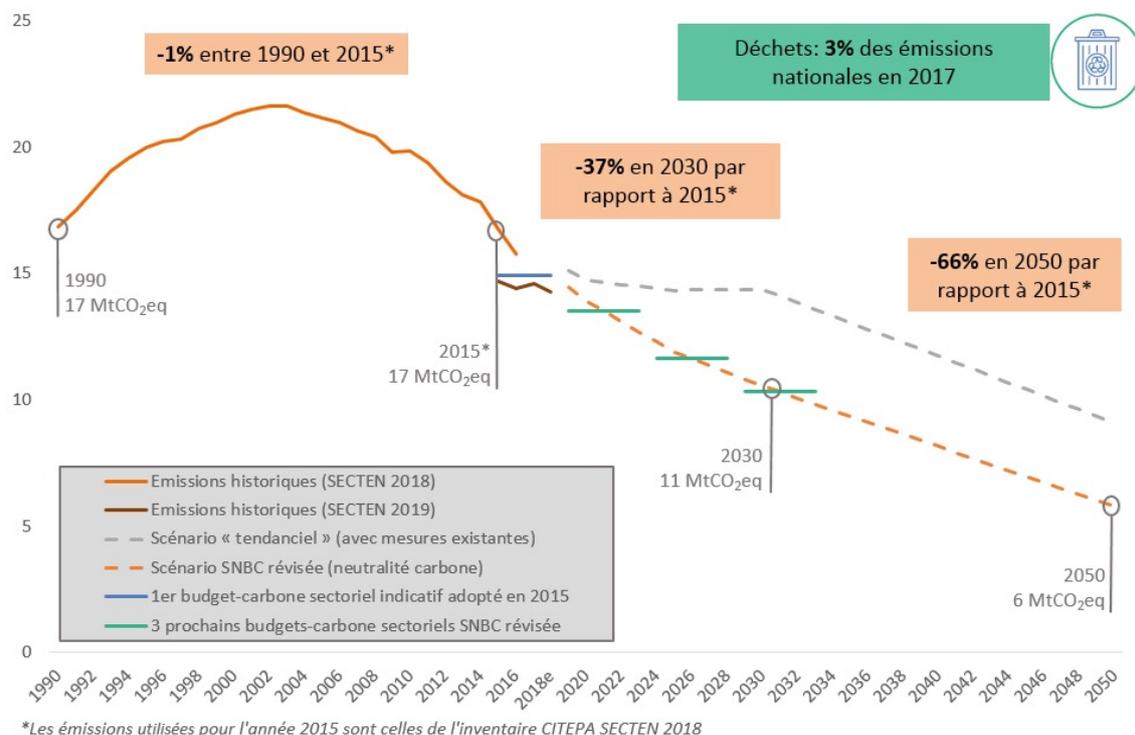


Figure 3 - Historique et projection des émissions du secteur des déchets entre 1990 et 2050 (en millions de tonnes de CO₂ équivalent)⁹⁰

Dans la suite de cette partie relative à la décarbonation des secteurs de l'industrie et des déchets, les leviers de réduction d'émissions et mesures de soutien public relatives aux déchets et à leur gestion seront traités selon deux angles complémentaires :

1. la partie "industrie" traite de la réduction à la source de la quantité de déchets produits, à travers des enjeux de sobriété, de réutilisation, de recyclage matière ou encore d'économie circulaire. Ces leviers d'action ont un impact sur le volume de matériaux et d'objets produits par la société et donc sur la quantité de déchets qui en résulte mais ils impactent essentiellement à la baisse les émissions de l'industrie ;
2. la partie "déchets", au sens strict, traite des émissions directement liées à la gestion des déchets produits (méthane de décharge, incinération, etc.).

3.2 Comment décarboner ces secteurs

3.2.1 Industrie

Par ordre d'importance, la décarbonation du secteur de l'industrie est réalisée par :

- la **transformation des processus de production** (efficacité énergétique comprise)⁹¹ ;
- le **recyclage** et la valorisation thermique des déchets ;
- la **décarbonation des sources d'énergie** utilisées par l'industrie, notamment en substituant le gaz fossile et l'hydrogène « gris » actuellement utilisés par des gaz « verts » (voir la partie relative au secteur « Énergie ») ;
- la baisse de la production via un effort de **sobriété**, de réutilisation et de durabilité des produits.

La Figure 4 présente les répartitions de baisses d'émissions entre les différents leviers identifiés.

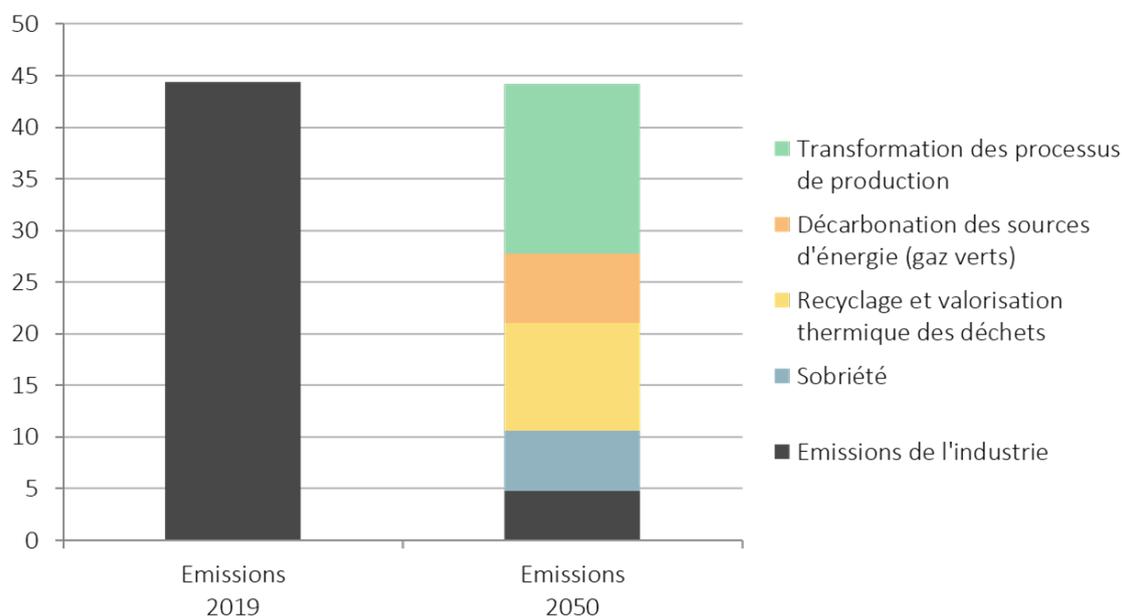


Figure 4 : Trajectoire et leviers de décarbonation de l'industrie, en millions de tonnes de CO₂ équivalent par an

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Afin d'appuyer la décarbonation de l'industrie et d'autres secteurs (énergie, bâtiment, transport), nous proposons de développer sur le territoire un certain nombre de filières indispensables à la transition. Ce développement de filières d'excellence sur le territoire national répondrait alors à plusieurs objectifs : réduire l'empreinte carbone du pays (ce n'est pas parce que la SNBC exclut les émissions importées que celles-ci sont à négliger dans l'effort de décarbonation de la France), rapatrier des emplois industriels sur le territoire, améliorer notre indépendance stratégique sur ces domaines clés de la transition et réduire partiellement le déficit de notre balance commerciale et rééquilibrer les rapports de force commerciaux que nous pouvons avoir avec certains pays asiatiques, notamment avec la Chine.

Un travail qui s'appuie sur le scénario négaMat développé par l'association négaWatt

Le travail mené d'identification et de chiffrage des investissements de transition à réaliser dans le secteur de l'industrie s'appuie fortement sur le scénario négaMat, développé par l'association négaWatt. Le scénario négaMat modélise les besoins de production de matériaux de base et de biens de consommation au cours de la transition bas-carbone en s'appuyant sur un jeu d'hypothèses associant sobriété, développement de l'économie circulaire (réemploi et recyclage) et de techniques de production décarbonées. Dans une large mesure, les mesures réglementaires et

d'aides à l'investissement présentées dans cette partie permettent d'atteindre les types et niveaux de production scénarisés par l'outil négaMat, légèrement majorés afin de tenir compte d'hypothèses de travail parfois divergentes*.

*Des écarts subsistent entre le scénario négaMat et le chemin de transition envisagé dans ce rapport, du fait par exemple d'hypothèses différentes quant au rythme de constructions annuelles de bâtiments ou au développement du parc de véhicules, impactant les besoins et donc la production de différents matériaux.

3.2.1.1 RÉDUIRE, RÉUTILISER, RECYCLER » : VERS UNE INDUSTRIE SOBRE ET CIRCULAIRE

Le moyen le plus efficace de décarboner la production d'une tonne de matériau donné est évidemment de ne pas la produire. Dans cette optique, la réduction de la production, par sa rationalisation et la limitation du superflu, doit constituer le levier prioritaire de réduction des émissions industrielles⁹². Comme le rappelle le GIEC, elle représente pour le climat « une opportunité [...] qui vise à remplir systématiquement les principes hiérarchiques de l'efficacité matière : réduire, réutiliser, recycler »⁹³. Pour cela, nous proposons notamment :

- **d'allonger la durée de vie des objets** que l'on produit, en allongeant la durée des garanties légales de conformité et en luttant contre l'obsolescence programmée ;
- **de réduire la production d'emballages**, en complétant les objectifs de réemplois par un système de consigne généralisée pour certains contenants.

La loi « Anti-gaspillage et pour une économie circulaire » (dite loi « AGEC ») du 10 février 2020 a permis un certain nombre d'avancées sur ce sujet, par exemple via la mise en place d'obligations d'informations relatives à la réparabilité et la disponibilité de pièces détachées pour les produits électriques et électroniques. Cependant, elle se saisit insuffisamment des leviers existants pour renforcer la longévité des produits que nous utilisons. Elle est ainsi muette sur la durée de la garantie légale de conformité, durée pendant laquelle un producteur est tenu de réparer ou remplacer un bien si celui-ci venait à ne plus fonctionner du fait d'un défaut de fabrication. Celle-ci est aujourd'hui de deux ans (avec une extension de six mois si une réparation est intervenue pendant la durée de la garantie), alors que les capacités techniques permettent aux produits électroménagers lourds de vivre une dizaine d'années et aux produits électroniques et électriques au minimum cinq années. **L'allongement de la garantie légale de conformité** peut ainsi constituer un puissant levier de lutte contre la trop faible durabilité des produits, parfois volontaire via les pratiques d'obsolescence programmée. L'allongement de cette garantie doit évidemment s'accompagner d'une interdiction de l'obsolescence logicielle, en particulier pour les *smartphones* et outils électroniques.

Mesure 3.1 :

Allonger la durée légale de garantie à 5 ans pour le petit électroménager et les produits électriques et électroniques, à 10 ans pour le gros électroménager et les véhicules motorisés⁹⁴ et interdire l'obsolescence logicielle des smartphones.

L'un des principaux leviers permettant de réduire les émissions par la sobriété est **la réduction de la production d'emballages**. Leur production est en effet très polluante et ils représentent 67 % de la consommation de verre, 45 % de celle de plastiques, et 16 % de celle de l'aluminium⁹⁵. Une hausse de leur réutilisation peut ainsi réduire fortement les émissions de ces secteurs. La loi AGEC a bien identifié ce levier. Elle fixe un objectif de 10 % d'emballages réemployés en 2027, qui doit être atteint via l'imposition d'objectifs de réemploi aux producteurs metteurs sur le marché, et impose la définition de standards d'emballages réemployables par les éco-organismes pertinents⁹⁶.

Elle écarte cependant la mise en œuvre immédiate d'une consigne pour réemploi des bouteilles généralisée à tout le territoire⁹⁷, dont le potentiel permettrait d'atteindre un taux d'emballages réemployés bien supérieur à 10 %. L'Allemagne, qui a introduit une telle consigne, met sur le marché environ 45 % d'emballages de boissons réemployables⁹⁸. Un tel taux, s'il était atteint en France sur les emballages de boissons, représenterait un taux de réemploi rapporté à la totalité des emballages d'environ 20 %⁹⁹. Une tonne d'emballages en verre réemployée économise près de 0,5 tonne d'émissions de CO₂ équivalent et près de quatre fois plus pour les emballages en plastique, par rapport à la production à partir de matière première vierge¹⁰⁰. Par rapport au recyclage du verre, le bénéfice est de 0,2 tonne d'émissions de CO₂ équivalent. **Un dispositif généralisé de consigne pour réemploi des bouteilles, si elle n'est pas exempte d'enjeux**

logistiques, est ainsi incontournable dans toute stratégie de transition ambitieuse, et en particulier dans l'optique d'atteindre une baisse d'émissions de CO₂ équivalent en 2030 rehaussée par rapport à la cible actuelle.

Si le verre doit être privilégié, car il présente des caractéristiques facilitant sa réutilisation, le réemploi de bouteilles en plastique adaptées et standardisées est également possible. En Allemagne, les bouteilles plastiques réemployables représentent 14 % des bouteilles mises sur le marché¹⁰¹.

Un dispositif de consigne pour réemploi devrait ainsi débiter par les emballages les plus facilement consignables *i.e.* les bouteilles, qui représentent 78 % des emballages en verre¹⁰² et au moins 30 % des emballages en plastique¹⁰³. À terme, certains pots et bocaux (20 % des emballages en verre) pourraient également faire l'objet d'une standardisation et être consignés, comme le proposent déjà plusieurs entreprises¹⁰⁴. **Pour les contenants non réutilisables, la priorité demeure d'augmenter leur taux de collecte pour pouvoir les recycler.** Une consigne pour recyclage sur les canettes en aluminium, qui ne sont pas réemployables, devrait compléter le dispositif. Elle permettrait de récupérer près de 12 000 tonnes d'aluminium supplémentaires chaque année¹⁰⁵. Le montant de la consigne devrait être fixée à au moins 15 centimes d'euros¹⁰⁶ afin d'inciter les consommateurs à déconsigner leurs emballages. Le dispositif pourrait inclure la possibilité de reverser ce montant en monnaies locales complémentaires, ce qui contribuerait à renforcer la circularité de l'économie en privilégiant les producteurs locaux et responsables¹⁰⁷.

En outre, le besoin en emballages de tous types peut être réduit via l'adaptation de la taille des contenants au contenu, afin d'éviter la production de suremballage inutile.

Mesure 3.2 :

Mettre en place une consigne pour réemploi des bouteilles en verre et en plastique¹⁰⁸ et une consigne pour recyclage des canettes en aluminium, et l'étendre progressivement au réemploi des pots et bocaux en verre.

Après le réemploi des produits, **leur recyclage permet également une réduction substantielle des émissions par rapport à la production à partir de matière première vierge.** L'incorporation d'une tonne de calcin dans les fours verriers permet d'économiser 0,3 tonne de CO₂ équivalent par tonne de verre produite¹⁰⁹, tandis que le recyclage de l'acier économise jusqu'à 80 % des émissions par rapport à une production à partir de minerai de fer¹¹⁰. **La SNBC fait ainsi du recyclage un levier prioritaire de la transition de l'industrie**, en visant un taux d'incorporation de matières premières recyclées d'environ 80 % en 2050 pour l'acier, l'aluminium,

le papier, les plastiques et le verre. La marge de progression est ainsi élevée, en particulier pour les plastiques (*cf.* Tableau 1).

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Mesure 3.3 :

Passer, a minima, de 10 % à 20 % l'objectif d'emballages réemployés fixés par la loi AGEC pour 2027 et imposer en conséquence des quotas d'emballages réutilisables aux producteurs et distributeurs.

Mesure 3.4 :

Imposer réglementairement le remplissage maximal des emballages (sachets, pots, flacons, bouteilles...).

	Taux d'incorporation de matière première recyclée en 2017	Objectif 2050 de la SNBC
Acier	49 %	80 %
Aluminium	53 %	
Plastiques	6,5 % (2014)	
Verre (calcin)	56 %	
Papier-carton	67 %	

Tableau 1. Taux d'incorporation de matière première recyclée en 2017 par matière¹¹¹

Une telle montée en puissance du recyclage, qui doit être principalement réalisée d'ici 2030 (voir ci-avant), ne peut se faire sans un fort soutien par l'État des industriels "metteurs sur le marché". Des efforts sont à réaliser, en amont, pour maximiser le gisement utile de matière première recyclée (mesures 3 à 6), et en aval, pour assurer des débouchés aux matières premières et produits recyclés (mesure 7).

Tout d'abord, une part substantielle du gisement de déchets recyclables n'est tout simplement pas collectée. Seul un quart du gisement estimé de déchets plastiques est par exemple récupéré et trié. L'enfouissement et la valorisation énergétique de cette matière (ce qui concerne 80 % des déchets plastiques¹¹²), plutôt que son recyclage, sont souvent privilégiés du fait d'une rentabilité plus élevée¹¹³. Les pays européens ayant interdit l'enfouissement du plastique présentent en moyenne des taux de recyclage bien supérieurs à ceux ne l'ayant pas fait¹¹⁴. La loi AGEC restreint déjà les conditions sous lesquelles il est autorisé d'enfouir des matières secondaires valorisables. Nous proposons de la renforcer afin de maximiser les bénéfices d'un tel dispositif.

Mesure 3.5 :
Interdire l'enfouissement des déchets en plastiques dès 2023 et progressivement interdire l'enfouissement de tout déchet valorisable (e.g. bois, métaux, verre).

Une large part des ferrailles d'acier et déchets en aluminium est quant à elle exportée, pour des raisons de recyclabilité ou de manque de compétitivité¹¹⁵. C'est par exemple le cas de la moitié des 8 millions de tonnes de ferrailles recyclables collectées chaque année. Il est estimé que le tiers des véhicules hors d'usage (VHU), composés entre autres d'acier et d'aluminium, est capté par des filières illégales, empêchant la valorisation du gisement par le recyclage. **Cela pourrait être atténué par la mise en œuvre d'une prime de retour, permise par le dispositif de la Responsabilité élargie du producteur (REP)¹¹⁶, qui encouragerait les particuliers à remettre leurs véhicules en fin de vie aux centres agréés¹¹⁷. Elle pourrait être fixée à 300 euros par véhicule, comme c'est le cas au Danemark, et comme le préconise le rapport de la mission Vernier**

sur les filières REP¹¹⁸. Il s'agit en outre de limiter les exportations de ferrailles afin d'inciter le marché à se tourner vers des solutions de recyclage locales.

Le renforcement des efforts de collecte doit s'accompagner d'une amélioration de la recyclabilité des produits, qui doit être pensée dès l'étape de production, à travers un effort d'écoconception. Or, les producteurs incluent encore trop peu, voire pas du tout, la gestion de la fin de vie de leurs produits à leurs recherches et processus de production. Cela est dû, notamment, à un manque d'incitations financières ou réglementaires¹¹⁹ à engager les investissements de R&D nécessaires au développement de produits éco-conçus.

La loi AGEC a permis des avancées en la matière, notamment en incluant la possibilité de moduler les éco-contributions en fonction du caractère éco-conçu des produits pour l'ensemble des filières REP (cf. infra). Elle impose également aux industriels la mise en œuvre de plans de prévention et d'éco-conception, mais sans que ces plans fassent l'objet d'un contrôle par la puissance publique, ne garantissant donc en aucun cas leur ambition¹²⁰.

En aval de la production, il s'agit de garantir aux acteurs mettant sur le marché des produits fabriqués à partir de matière recyclée des débouchés que le marché seul ne peut leur garantir. La matière première recyclée est en effet en compétition avec la matière première vierge, dont le cours, dépendant de marchés internationaux, est souvent bien plus fluctuant que le prix de la matière première recyclée, dont les coûts de production sont moins aléatoires. Par exemple,

Mesure 3.6 :
Imposer aux centres VHU agréés d'offrir une prime de retour de 300€ pour chaque véhicule remis et réglementer - voire interdire - les exportations de ferrailles.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Mesure 3.7 :

Imposer aux producteurs des plans de développement de l'éco-conception dont les objectifs seraient revus et validés par l'État.

la ferraille en acier recyclé n'est plus compétitive lorsque son prix est trois fois supérieur à celui du minerai de fer¹²¹, ce qui a par exemple été le cas pendant environ 20 trimestres sur la décennie passée, soit la moitié du temps écoulé¹²².

La loi AGEC, prolongée par la loi Climat Résilience et le décret du 9 décembre 2021, affichait certaines ambitions en la matière en annonçant que la mise

sur le marché de certains biens serait conditionnée à l'incorporation d'un taux minimal de matière première recyclée. Le décret du 9 décembre 2021 applique cette logique au plastique : ainsi, au 1^{er} janvier 2025, les bouteilles pour boissons en polyéthylène téréphtalate (PET) devront être composées d'au moins 25 % de plastique recyclé. Ce taux passera à 30 % en 2030. La loi AGEC se limite cependant à imposer une part de matière première recyclée pour les emballages. Cette logique devrait être étendue aux secteurs du BTP et de l'automobile qui sont, après les emballages, les deux plus gros secteurs consommateurs de plastiques.

Par ailleurs, la loi AGEC a introduit une obligation pour les acheteurs publics d'intégrer une part de biens incorporant des matières premières recyclées à leurs achats.

Pour autant, les taux envisagés sont insuffisants pour générer une véritable dynamique d'achat de biens issus du recyclage (entre 20 % et 40 % en fonction des fournitures). En outre, le prix constitue un critère encore trop important pour la commande publique¹²³ (parfois plus de 70 % de la notation) et aucune sanction n'est prévue à l'égard des collectivités ne respectant pas cette obligation, ce qui limite franchement l'intérêt du dispositif.

Mesure 3.8 :

Mettre à l'étude l'extension d'objectifs imposés d'incorporation de matière première recyclée, en particulier plastique, aux secteurs du BTP et de la production automobile.

Mesure 3.9 :

Renforcer progressivement les taux associés aux obligations d'achats publics de produits incorporant de la matière première recyclée et y associer des sanctions pécuniaires.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Depuis 2010 et à la suite du Grenelle de l'environnement, au sein des filières REP, les contributions financières des metteurs sur le marché aux éco-organismes chargés de gérer pour leur compte la fin de vie de leurs produits peuvent être modulées pour inciter au respect de certains critères environnementaux. La loi AGECE a renforcé ce dispositif en introduisant la possibilité pour l'État de moduler les éco-contributions selon le respect d'un certain nombre de critères (par exemple le taux d'incorporation de matière première recyclée, la durabilité des produits, les possibilités de réutilisation...). Surtout, la loi permet à ce malus de dépasser le montant de l'éco-contribution nécessaire à la gestion des déchets, ce qui n'était pas le cas auparavant et limitait considérablement la puissance de cet outil.

La loi AGECE fait ainsi de ces éco-modulations un puissant outil transversal au développement d'une économie sobre et circulaire, pour autant que les critères sur lesquels elles se basent soient définis de manière stricte et que le résultat soit suffisamment dissuasif. Ces critères doivent encore être définis par décret¹²⁴, et devraient être ambitieux afin de soutenir le développement de la durabilité, de la réutilisation et de la recyclabilité des produits (éco-conception) mais aussi l'incorporation de matière première recyclée. En outre, la modulation des éco-contributions reste insuffisante : les producteurs disposent de la possibilité de demander à l'éco-organisme de limiter le montant du malus à 20 % du prix de vente du produit. À titre d'exemple, même un malus de 100 % sur les emballages non recyclables ne revient finalement qu'à quelques centimes pour le producteur, ce qui ne peut pas constituer une incitation efficace, tandis que l'ADEME recommandait un malus de 500 à 1000 %.¹²⁵

Mesure 3.10 :

Supprimer la limite de l'éco-modulation et les définir strictement en fonction de leur caractère incitatif.

3.2.1.2 RENFORCER LE FONDS « ÉCONOMIE CIRCULAIRE » POUR ACCOMPAGNER FINANCIÈREMENT LE PASSAGE À UNE ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Tirer pleinement partie des opportunités offertes par l'économie circulaire en termes de décarbonation nécessite un accompagnement renforcé de l'État. **Les investissements totaux à réaliser pour les neuf activités industrielles couvertes par l'étude s'élèvent à au moins 5,6 milliards d'euros jusqu'en 2050.** Ceux-ci concernent :

- la mise en œuvre d'une consigne pour réemploi et recyclage (environ 1,3 milliards d'euros) ;
- le développement du recyclage des plastiques (en particulier chimique mais également mécanique en ce qui concerne par exemple le pvc – 1,5 milliards d'euros) ;
- le recyclage des métaux (aluminium et acier) via le développement de nouvelles capacités,

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

l'installation d'une usine de pyrolyse de l'aluminium et de machines à courant de Foucault dans les centres de tri (1,7 milliards d'euros) ;

- le soutien à l'usage de combustibles solides de récupération comme source de chaleur dans l'industrie, en particulier pour les cimenteries et les producteurs de papier-carton (600 millions d'euros).

L'outil naturel de l'État permettant d'accompagner ces investissements est le Fonds Économie Circulaire, hébergé par l'ADEME. Le fonds offre des subventions pouvant atteindre, selon la taille de l'entreprise bénéficiaire, 35 % ou 55 % des investissements consentis en faveur de la valorisation des déchets (tri, recyclage, réutilisation, valorisation énergétique notamment). Doté d'un peu moins de 200 millions d'euros de crédits annuels entre 2015 et 2020, le plan de relance a porté temporairement ses crédits à 348 millions d'euros en 2021 et 263 millions d'euros en 2022.

Les investissements identifiés dans le cadre de notre étude doivent être réalisés, pour la plupart d'entre eux, avant 2030. A minima, 75 % de ces investissements doivent être déployés sur la décennie pour être au plus proche de l'objectif de baisse des émissions industrielles à horizon 2030 rehaussé par rapport à l'objectif de la SNBC 2. Ceux-ci seront principalement portés par de petites et moyennes entreprises, qui représentent l'essentiel des recycleurs du plastique, de l'acier et de l'aluminium. Ces secteurs présentent par ailleurs de forts niveaux d'endettement et de faibles marges¹²⁶. Quant au déploiement de la consigne, il reposerait largement sur de petites entreprises du secteur de l'économie sociale et solidaire, qui sont déjà à l'initiative de multiples projets de consignes locales. Nous considérons ainsi que la part des investissements identifiés pris en charge par le Fonds Économie Circulaire devrait tendre vers la part maximale autorisée pour les petites entreprises, c'est-à-dire 55 %, du fait de la petite taille de la plupart des entreprises bénéficiaires, de leur fragilité financière et d'une volonté renouvelée de l'État de soutenir les PME. **Si l'on considère, *in fine*, que cette part de subventions atteindra 50 % du montant global, le Fonds "Économie Circulaire" devrait être en mesure de déployer 262 millions d'euros par an en subventions jusqu'en 2030, uniquement pour les neuf activités considérées et représentant 55 % des émissions de l'industrie.**

Par extrapolation au reste de l'industrie, **le Fonds "Économie Circulaire" apparaît donc significativement sous-calibré, et ses crédits devraient être portés à près de 500 millions d'euros par an¹²⁷ pour couvrir la totalité de l'industrie.** En outre, le fonds Économie Circulaire devrait également être réhaussé d'environ 50 millions d'euros par an afin de soutenir la structuration de nouvelles filières de recyclage, en particulier de batteries de véhicules électriques (cf. section 1.4). Au final, 380 millions d'euros supplémentaires par an sont nécessaires pour le Fonds relatif à l'économie circulaire.

Mesure 3.11 :

Significativement réhausser les crédits du Fonds Économie Circulaire, en les portant jusqu'en 2030 à 550 millions d'euros par an.

Coût public

550 millions d'euros par an jusqu'en 2030

Surcoût public

380 millions d'euros par an jusqu'en 2030¹²⁸

3.2.1.3 INVESTIR DANS LA TRANSFORMATION DES PROCESSUS DE PRODUCTION

Après les leviers visant à réduire et recycler les ressources que nous produisons, il faut décarboner ce que nous allons devoir de toute façon produire. Pour cela, outre la décarbonation des sources d'énergie (traitée dans la partie énergie), **la transformation de certains procédés de production est nécessaire.**

Les investissements à mettre en œuvre à cette fin sont lourds et reposent pour une large partie d'entre eux sur des procédés en cours de maturation. Schématiquement, il faut donc réaliser avant 2030 tous les investissements physiques dans les technologies déjà matures et meilleures techniques disponibles, pour pouvoir investir après 2030 dans celles qui ne le sont pas encore pleinement. **Jusqu'en 2030, ce sont ainsi 4,1 milliards d'euros qui doivent être investis afin de réduire les émissions de 3 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an. Par extrapolation au reste de l'industrie, ce sont 7,8 milliards d'euros d'investissements qui sont estimés nécessaires avant 2030 pour le déploiement de technologies bas-carbone matures¹²⁹.**

Ces investissements se concentrent sur des procédés d'efficacité énergétique, d'optimisation de l'usage des ressources ou de modernisation des process de production. Pour les neuf activités étudiées, ils concernent en priorité les secteurs du ciment, du dichlore et du papier-carton¹³⁰. Il s'agit, pour le secteur cimentier, d'investir dans les meilleures techniques disponibles, dans le développement de ciment avec plus faible teneur en clinker (l'un des constituants du ciment nécessaire pour fabriquer du béton) et dans une série de technologies permettant des baisses incrémentales d'émissions¹³¹. À ces investissements, qui concernent le parc actuel de cimenteries, doivent s'ajouter le financement de nouvelles capacités de fabrication de ciment sans clinker et à froid, réduisant significativement les émissions par rapport au ciment Portland traditionnel. **Au total, les investissements supplémentaires dans le secteur cimentier se chiffrent à 3,1 milliards d'euros.** Pour le dichlore, ils consistent en le déploiement de cathodes dépolarisées à oxygène permettant des économies d'énergie de 30 % par rapport à

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

la technologie couramment utilisée actuellement (pour environ 200 millions d'euros). Enfin, dans le secteur du papier-carton, des investissements sont à prévoir dans les meilleures techniques disponibles, l'efficacité énergétique et la flexibilisation de la production (pour plus de 700 millions d'euros)¹³².

Le plan France Relance, à travers son « fonds décarbonation », propose déjà environ 420 millions d'euros de subventions pour l'investissement dans le déploiement de techniques de production bas-carbone matures dans l'industrie¹³³, tandis que le plan France 2030 devrait y dédier 1 milliard d'euros¹³⁴. Ils permettent de financer environ 20 % des investissements subventionnés (ce qui est le cas sur les premiers engagements réalisés par le « fonds décarbonation »¹³⁵). **Ce sont au total près de 7,1 milliards d'euros d'investissement qui devraient être mobilisés sur la décennie, soit un chiffre très proche du montant de 7,8 milliards d'euros que nous considérons comme nécessaire.** Jusqu'en 2030, le surcoût demeurerait ainsi modéré et ne nécessiterait un abondement que de 18 millions d'euros par an.

Mesure 3.12 :

Soutenir la réalisation avant 2030 des investissements dans l'efficacité énergétique et la décarbonation des procédés industriels via des technologies déjà matures.

Coût public

195 millions d'euros par an jusqu'en 2030

Surcoût public

18 millions d'euros par an jusqu'en 2030

En revanche, à moyen terme, de lourds investissements sont à prévoir afin de déployer des technologies de rupture coûteuses mais représentant un potentiel de baisse d'émissions significatif. Ce sont en effet 22,5 milliards d'euros qui doivent être investis sur les neuf activités étudiées.

Ces investissements se concentrent, dans notre scénario, dans les secteurs de la chimie (alcènes), de l'acier, du ciment et du papier-carton. Pour la production d'alcènes résiduelle, c'est-à-dire après mise en place des leviers de sobriété et de recyclage qui limitent le besoin de production primaire, ce sont le recours à l'hydrogène et à du dioxyde de carbone CO₂ issu de source décarbonée comme le biogaz qui permettront une décarbonation quasi-complète du secteur. **Le déploiement de ce procédé de production dit « Methanol to Olefins »** requiert un investissement de près de 15 milliards d'euros – hors capacités de production d'hydrogène décarboné et de biogaz.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

En ce qui concerne l'acier, **les hauts-fourneaux doivent, à terme, être abandonnés et remplacés par la technique dite « DRI-EAF »** de réduction directe du minerai de fer à l'hydrogène, ensuite fondu dans une aciérie électrique, pour un **investissement estimé à 6,4 milliards d'euros** (hors investissements dans des électrolyseurs nécessaires à la production de l'hydrogène consommé par ce procédé). En outre, 1,1 milliards d'euros devront être investis dans le déploiement de technologies de captage et stockage du dioxyde de carbone CO₂ dans cinq cimenteries françaises (voir la partie relative au secteur « Puits de carbone »), et 400 millions d'euros dans des technologies de rupture pour décarboner la production de papier-carton.

Nous proposons que l'État prenne en charge la moitié¹³⁶ de ces investissements via la mise en place d'un fonds dédié apporteur de subventions. L'apport de subventions serait conditionné à la réalisation effective des projets. Les montants à investir sont en effet conséquents pour des secteurs parfois très endettés comme la sidérurgie. Surtout, le déploiement de ces techniques va engendrer un surcoût de production. La technique « *Methanol to Olefins* » présente par exemple des coûts deux à trois fois plus élevés que la voie classique du vapocraquage de coupes pétrolières¹³⁷. La mise en œuvre de dispositifs de captage et stockage du dioxyde de carbone CO₂ pourrait quant à lui renchérir le coût de production du ciment de 50% par rapport aux coûts actuels¹³⁸. **Un soutien appuyé de l'État – ainsi que la hausse du prix du carbone et le déploiement d'une taxe carbone aux frontières de l'Union européenne¹³⁹ – apparaît donc nécessaire pour débloquer de tels investissements.**

Le dispositif France 2030 affecte déjà 4 milliards d'euros de subventions au déploiement de technologies de rupture, en particulier dans la chimie, le ciment, la sidérurgie et l'aluminium. En considérant que la majorité (75 %, soit 3 milliards d'euros) de ces subventions portent sur les secteurs couverts par notre étude, ce sont donc environ 16,5 milliards d'investissements supplémentaires (en plus des montants budgétés par France 2030) qui sont requis pour la décarbonation profonde des activités considérées¹⁴⁰.

Mesure 3.13 :

Doter, à partir de 2030, un Fonds spécial capable d'agir en subvention afin de soutenir la décarbonation de la sidérurgie, de la production d'alcènes, de ciment et de papier-carton.

Coût public

11,2 milliards d'euros de 2022 à 2050 (dont 8,3 milliards après 2030)

Surcoût public

8,3 milliards d'euros après 2030 (soit 415 millions d'euros par an)

3.2.1.4 POUSSER LE DÉVELOPPEMENT DE FILIÈRES D'EXCELLENCE

La réduction des émissions dans les autres secteurs que l'industrie passe notamment par **l'électrification des transports, la décarbonation des sources d'énergie et la rénovation des bâtiments**. Or, chacun de ces leviers est **dépendant de toute une filière** dont les chaînes de valeur ne sont pas majoritairement, à l'heure actuelle, sur le territoire national. On pense par exemple à¹⁴¹ :

- la production et le recyclage des **batteries** pour les transports ;
- la production et le recyclage des **panneaux solaires** pour les sources d'énergie ;
- la production et le recyclage **d'isolants biosourcés** pour le bâtiment ;
- la production et le recyclage **d'éoliennes**, notamment pour les besoins en offshore ;
- la production et le recyclage **d'électrolyseurs** pour la filière hydrogène ;
- le développement du **bois de structures** ;
- la production et le déploiement de **pompes à chaleur** pour remplacer d'anciennes chaudières au fioul ou au gaz.

Bien qu'il soit possible de compter sur les échanges internationaux pour répondre aux besoins français dans chacun de ces domaines et que cela ne grève pas le budget carbone dans le cadre de la SNBC, la situation actuelle ne nous semble pas satisfaisante à plusieurs égards, ce qui nous conduit à privilégier le développement des filières locales. Ce choix s'appuie notamment sur les raisons suivantes :

- cela **favoriserait l'emploi sur le territoire** ;
- **cela permettrait une co-localisation et une intégration d'activités sur l'ensemble de la chaîne de valeur**, permettant à ses acteurs de bénéficier de compétences de leurs partenaires au sein d'un tissu industriel local ;
- l'intégration de ces capacités de production et de recyclage au périmètre français participerait également à **l'amélioration de notre balance commerciale, en rapatriant une partie importante de la valeur ajoutée sur le territoire national** (par exemple dans le cas des batteries, qui comptent aujourd'hui pour environ 30 % de la valeur ajoutée d'un véhicule électrique¹⁴²) ;
- enfin, ces filières étant critiques pour assurer la reconstruction écologique de la France, il apparaît urgent de **reprendre une indépendance stratégique** sur ces sujets.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Ces localisations, évoquées à l'échelle française pour simplifier la discussion, peuvent être envisagées à l'échelle européenne lorsque cela s'avère pertinent.

L'impact carbone de la relocalisation

Notons que **ces mesures de localisation d'activités en France pénalisent les budgets carbone annuels définis par la SNBC** (qui ne tient pas compte des émissions importées), mais **réduisent notre empreinte carbone**. Il est difficile de donner une estimation des émissions de gaz à effet de serre rapatriées sur le territoire français à la suite de la mise en œuvre de ces mesures, puisque peu d'exemples de telles capacités existent aujourd'hui, mais elles devraient rester marginales par rapport au reste du secteur industriel. **D'un point de vue de l'empreinte**

carbone, en revanche, l'impact positif d'un tel processus de (re)localisation est sans appel. En guise d'illustration, prenons le cas de la production des batteries pour véhicules électriques. Une étude du CEA¹⁴³ nous indique par exemple que produire 2000 MWh de batteries par an (production moyenne d'une « *giga factory* ») avec le bouquet électrique français réduit les émissions de CO₂ de 50 000 tonnes de CO₂ équivalent par rapport à une production équivalente avec le bouquet électrique coréen¹⁴⁴.

La question de la réindustrialisation de la France a fait sa réapparition dans le débat public depuis la crise de la Covid-19 qui a mis en lumière la grande fragilité de certaines chaînes d'approvisionnement. Cette réflexion a débouché sur la déclinaison du plan France Relance en fin d'année 2020. Dans le cadre de ce plan¹⁴⁵, l'État a proposé plusieurs mesures favorisant l'industrie dans les territoires français pour des durées variables mais globalement contenues dans le temps entre 2020 et 2023. Parmi celles-ci, deux mesures attirent particulièrement notre attention :

- « Sécuriser nos approvisionnements stratégiques » : cette mesure part d'un constat de dépendance industrielle et technologique de l'économie française, ainsi que de la fragilité de certaines chaînes de valeurs mondiales. Elle en déduit qu'il est « nécessaire de renforcer la production nationale et de soutenir l'implantation ou la réimplantation, sur le territoire national, de certaines industries stratégiques. » Pour cela, le plan France Relance propose un appel à projets, duquel la transition bas carbone est malheureusement absente¹⁴⁶. Elle prévoit également un renforcement des projets de relocalisation, mesure budgétée à hauteur de 100 millions d'euros en 2020 puis 250 millions d'euros en 2021 et 2022.
- « Soutien aux projets industriels dans les territoires » : cette mesure « vise à accélérer des projets afin de favoriser la relance de l'industrie française et la compétitivité des entreprises, ainsi que de contribuer à la transition écologique et à la relocalisation des chaînes de production en France ». Elle se traduit par la mise en place d'un fonds de 400 millions d'euros entre 2020 et 2022, soit environ 135 millions d'euros par an.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Ces mesures et enveloppes vont dans le bon sens mais ne donnent pas de visibilité suffisante aux acteurs industriels concernés. C'est pourquoi nous proposons de pérenniser ces deux mesures à travers la création d'un fonds d'investissement dédié à la structuration de filières d'excellence françaises, qui participera aux coûts d'investissement dans des actifs de production, à hauteur de 50 % environ. Afin de dimensionner ce fonds, des chiffrages de détails ont été réalisés sur quelques filières jugées prioritaires :

- des usines de production d'isolants biosourcés pour faire passer leur part de marché de 10 % à 80 % à 2050 et fournir les besoins du secteur Bâtiment ;
- une ou deux usines de production de panneaux solaires : pas de surcoût anticipé par rapport aux investissements déjà prévus pour construire une usine à Hambach¹⁴⁷. En cas de mix électrique très fortement orienté sur le solaire, une deuxième usine pourra être envisagée ;
- des usines de production de batteries pour couvrir les besoins du secteur de la mobilité électrique, en complément de ce qui peut déjà être prévu à l'échelle européenne avec l'European Battery Alliance¹⁴⁸ et les projets sur le territoire français de ACC¹⁴⁹, Envision-AESC¹⁵⁰ et Verkor¹⁵¹;
- des usines de recyclage de ces mêmes batteries, sur la base d'un recyclage opéré à 90 % sur le territoire français.

Cette liste n'est pas exhaustive et le même exercice pourrait être reproduit pour le recyclage de l'éolien, le bois de structures, les pompes à chaleur ou d'autres technologies. Néanmoins, il apparaît clair ici que **les ordres de grandeur restent relativement marginaux par rapport à l'enveloppe globale d'investissements publics à mobiliser pour les 3 prochaines décennies** (plus de 1 200 milliards d'euros d'investissements publics supplémentaires au total).

Si l'on se réfère aux filières détaillées ci-dessus et à une enveloppe moyenne, il paraît nécessaire de **prévoir de l'ordre de 220 millions d'euros par an pour l'État, sous forme d'aides à la relocalisation de sites industriels dont les activités font partie des filières jugées stratégiques pour la transition bas carbone.** Ces 220 millions d'euros seraient répartis à hauteur de 165 millions d'euros pour le fonds de structuration de filières d'excellence et à hauteur de 55 millions d'euros pour le fonds économie circulaire (partie dédiée à l'aide à la relocalisation). Les 165 millions d'euros en moyenne entre 2022 et 2050 fléchés vers la structuration de filières d'excellence représentent un peu plus de 40 % du cumul des deux enveloppes du plan France Relance rappelées précédemment. Même si les périmètres diffèrent, cela montre que l'estimation est dans la lignée des discussions publiques en la matière. Néanmoins, notre analyse montre qu'il est essentiel de pérenniser ce type de fonds dans la durée et de sacraliser des enveloppes dédiées aux enjeux climatiques.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Mesure 3.14 :

Mettre en place un fonds d'investissement public dédié à la structuration de filières d'excellence françaises. Le doter d'une enveloppe budgétaire moyenne annuelle de 165 millions d'euros d'ici 2050.

Par ailleurs, augmenter le budget du fonds économie circulaire de 55 millions d'euros par an afin de favoriser le déploiement local de sites de recyclage (cf. mesure 3.13).

Coût public

350 millions d'euros par an jusqu'en 2050

Surcoût public

220 millions d'euros par an jusqu'en 2050

Le soutien au développement de nouvelles filières ne peut être composé uniquement des aides financières décrites précédemment. Effectivement, pour qu'une filière s'épanouisse sur le territoire national, il lui faut, hors cas très particulier, au moins trois conditions supplémentaires :

- un **marché intérieur dynamique** avec une demande régulière ;
- des **démarches administratives facilitées** pour l'implantation de sites dans les territoires ;
- un **cadre réglementaire et fiscal favorable** aux produits nationaux par rapport aux produits importés.

Pour s'assurer d'un marché intérieur dynamique, on peut par exemple **utiliser le levier de la commande publique**, notamment pour la rénovation des bâtiments publics et le parc automobile des agents publics. Pour orienter la demande publique vers ces filières, il sera très certainement nécessaire d'accorder plus de poids aux critères environnementaux et sociaux (notamment émissions de gaz à effet de serre) dans les appels d'offres des marchés publics à venir¹⁵². On peut également imposer, de manière directe ou indirecte, qu'une part croissante (de 5 % en 2025 à 100 % en 2035) du parc automobile public soit électrifiée.

Côté facilitation des démarches administratives, le gouvernement a notamment lancé le

Mesure 3.15 :

Orienter la commande publique vers les filières françaises en priorité en se servant des marges de manœuvre permises pour l'élaboration de critères. Pour cela, voter une loi par filière stipulant un calendrier de taux de pénétration des technologies jugées critiques dans la commande publique. Notamment :

- **Imposer une part croissante d'isolants biosourcés dans les matériaux nécessaires aux rénovations énergétiques et thermiques des bâtiments publics**
- **Imposer une part croissante de véhicules électriques dans les flottes publiques**

French Fab Investment Desk. Pour rappel, ce service public, issu du plan de Relance post-CoVid-19, permet notamment de **faciliter la gestion administrative** des projets d'investissement des entreprises en lien avec les collectivités locales et les opérateurs¹⁵³.

Enfin, le **développement d'une fiscalité écologique aux frontières de l'UE** est indispensable pour éviter les fuites de carbone vers l'étranger et réduire l'écart de compétitivité entre sites français et étrangers lié à des standards environnementaux différents.

Mesure 3.16 :

Déployer le French Fab Investment Desk sur la durée nécessaire aux investissements évoqués ici.

3.2.2 Déchets

Le secteur des déchets ayant pour principale source d'émissions (87 %) le méthane issu de la méthanisation sauvage des biodéchets dans les centres d'enfouissement (ISDND), **le principal levier d'action consiste à réduire le volume de biodéchets (en limitant le gaspillage alimentaire, par exemple) et à le détourner de la mise en décharge.**

Cette réorientation du flux permet en outre une valorisation de ces déchets, soit pour la matière organique (compostage), soit pour l'énergie qu'ils contiennent. Nous estimons le coût de ce levier à environ 48 millions d'euros par an, pour un objectif de réduction de ce poste d'émissions de 70 %, entièrement pris en charge par la puissance publique.

Ce levier demeure toutefois insuffisant pour atteindre les objectifs de la SNBC de -66 % pour l'ensemble du secteur entre 2015 et 2050. Le développement de l'économie circulaire et de

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

filères de tri et de recyclage plus efficaces devrait permettre de diminuer encore les émissions liées au traitement aval des déchets mais cet impact est difficile à chiffrer. **Dans une approche conservatrice, une enveloppe spécifique d'investissements nécessaires à la "décarbonation des émissions résiduelles du secteur déchets", jusqu'à atteindre les objectifs de la SNBC, a été calculée par extrapolation** et sur la base d'un coût d'investissement par tonne de CO₂ équivalent évitée comparable au reste du secteur. Cette enveloppe est estimée à environ 11 millions d'euros d'investissements supplémentaires par an, dont 50 % pour les pouvoirs publics.

3.2.2.1 INSTAURER LA COLLECTE SÉLECTIVE DES BIODÉCHETS ET LEUR VALORISATION

Aujourd'hui, les déchets organiques représentent 30 % de nos ordures ménagères résiduelles ou OMR¹⁵⁴ (soit 83 kg/hab/an¹⁵⁵).

La loi TECV a imposé dès 2015 la généralisation du tri à la source des biodéchets pour tous les producteurs de déchets (ménages et acteurs économiques), avec pour objectif que chaque citoyen puisse avoir à sa disposition une solution de compostage de proximité et/ou de collecte séparée lui permettant de ne pas jeter ses biodéchets dans les ordures ménagères résiduelles, afin que ceux-ci ne soient plus éliminés, mais valorisés. Transposant la directive cadre européenne sur les déchets de 2018, la loi AGEC avance d'un an l'obligation de tri à la source des biodéchets pour tous les producteurs, au 31 décembre 2023¹⁵⁶.

Les biodéchets ainsi collectés pourront ensuite être valorisés en compost ou en biogaz. Les

Mesure 3.17 :

Mettre en place le tri sélectif obligatoire et généralisé des biodéchets prévu à partir de fin 2023.

Coût public

48 millions d'euros par an jusqu'en 2050

Surcoût public

48 millions d'euros par an jusqu'en 2050

coûts d'investissement liés au compostage n'ont pas été pris en compte ici, tandis que les coûts liés à la valorisation énergétique des biodéchets en biogaz par méthanisation sont inclus dans la partie Énergie (cf. infra).

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

3.2.2.2 DÉCARBONER LE RESTE DES ACTIVITÉS DÉCHETS

Une fois le levier “biodéchets” activé, il va rester au secteur un effort de réduction de 1,6 million de tonnes de CO₂ équivalent supplémentaires à fournir sur le reste des émissions pour atteindre les objectifs de la SNBC. Des dispositions législatives et réglementaires de nature à réduire ces émissions plus diffuses ont déjà été prises (feuille de route économie circulaire, loi AGEC) et visent notamment à inciter les acteurs économiques à une réduction à la source de leur volume de déchets, à éco-concevoir leurs produits, à optimiser énergétiquement les installations de collecte et de traitement des eaux usées pour réduire leurs émissions diffuses, etc. Un chiffrage détaillé des investissements nécessaires à la mise en place de ces leviers et mesures s'avérant complexe, et vu le faible volume d'émissions concerné, nous avons ici considéré une enveloppe globale d'investissement dont le coût à la tonne évitée est calqué sur le reste du secteur, faute d'informations plus détaillées. **Cette enveloppe est estimée à environ 11 millions d'euros d'investissements supplémentaires par an**, dont on estime, de façon sommaire, que la moitié sera portée par le public (État et collectivités).

Mesure 3.18 :

Prévoir une ligne budgétaire spécifique à la décarbonation du reste du secteur des déchets.

Coût public

6 millions d'euros par an jusqu'en 2050

Surcoût public

6 millions d'euros par an jusqu'en 2050

4. Les investissements nécessaires dans le secteur de l'agriculture

La politique agricole de la France, tout comme celle de ses voisins européens, a fait l'objet d'une communautarisation importante depuis les débuts de la construction européenne, dans le cadre de la Politique agricole commune (PAC). Conçue dans le contexte de l'après-guerre, elle avait pour principal objectif d'assurer l'autosuffisance alimentaire, et a privilégié pour cela une logique de productiviste. Ce modèle productiviste, qui appauvrit les sols et contribue tant au déclin de la biodiversité qu'au réchauffement climatique, n'est plus adapté aux enjeux actuels.

En réaction, un ensemble de pratiques et systèmes agricoles innovants ont vu le jour ces dernières décennies, que l'on peut regrouper sous le terme générique « d'agroécologie ». Les pratiques et systèmes agroécologiques « *partagent en commun une vision holistique ou systémique d'un agrosystème, considéré avant tout comme un écosystème, c'est-à-dire qu'il est régi par un jeu d'interactions complexes entre le sol et les organismes vivants, végétaux, animaux, microorganismes, en compétition ou en symbiose*¹⁵⁷ ». **L'agroécologie vise donc à sortir d'un rapport purement productiviste à la terre et remet au centre des considérations la multitude de services écosystémiques fournis par les systèmes agricoles.** Les pratiques agroécologiques mettent en valeur le sol, considéré comme facteur de production principal. Ainsi, l'agroécologie est généralement synonyme de non-labour ou de travail seulement superficiel du sol. Les engrais de synthèse et traitements phytosanitaires ne sont pas absolument proscrits en agroécologie, mais ils occupent une place bien moins prépondérante que dans l'agriculture conventionnelle. En parallèle de l'agroécologie, la filière de l'agriculture biologique a connu un développement important en France¹⁵⁸ et une reconnaissance au niveau européen avec la création d'un label « bio ». Celle-ci se caractérise par le bannissement de tout produit chimique, pesticide de synthèse ou organisme génétiquement modifié (OGM), de même que par une attention accrue portée au bien-être animal¹⁵⁹. Si l'agroécologie et l'agriculture biologique se sont développées en tant qu'alternatives à l'agriculture conventionnelle, nous considérons ces deux types d'agriculture comme distincts et complémentaires.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Dans cette partie, nous présentons un ensemble de mesures permettant de décarboner le secteur agricole français et plus largement d'accompagner la transition de l'agriculture vers un modèle respectueux de l'environnement. Si certaines mesures ont un caractère technique (exemple : utilisation d'un additif alimentaire pour diminuer les émissions de méthane par tête de bétail), la majorité d'entre elles vise à accompagner un véritable changement de système agricole **qui passe par l'abandon des pratiques conventionnelles, aujourd'hui largement majoritaires** en France. Un certain nombre de mesures vise à également à diversifier et renforcer les sources de revenus des agriculteurs. C'est ainsi l'ensemble du modèle économique des agriculteurs qui serait impacté **en rémunérant l'agriculteur, non plus uniquement pour sa production de denrées alimentaires végétales et animales, mais aussi pour sa contribution à l'effort environnemental. L'agriculteur deviendrait alors pleinement acteur et moteur de la transition écologique.**

Nous estimons à 20 milliards d'euros par an l'effort global d'investissement à fournir entre aujourd'hui et 2050 pour faire baisser de 51 % les émissions du secteur agricole français. Par rapport à la tendance actuelle, cela représente un investissement supplémentaire de **5 milliards d'euros par an**, 4,7 milliards d'euros par an devront être pris en charge par la puissance publique.

Il convient par ailleurs de souligner que l'impasse dans laquelle se trouve aujourd'hui le modèle d'agriculture dominant est partagée par de nombreuses nations agricoles aux quatre coins de la planète. Il ne tient qu'à la France, par l'ambition et le volontarisme politique que nous appelons ici, de s'imposer comme fer de lance d'un mouvement de réinvention de l'agriculture.

Adaptation au changement climatique du système agricole :

Le secteur agricole français sera dans les années à venir profondément affecté par le changement climatique. Il l'est déjà. L'analyse de ces impacts sort du cadre de cette étude. Toutefois, les mesures préconisées dans ce rapport (abandon des pratiques conventionnelles et transition générali-

sée vers l'agroécologie) vont toutes dans le sens d'une résilience accrue du système agricole. Une quantification de ces différents effets et une prise en main rapide de la question de l'adaptation au changement climatique par l'État sont hautement souhaitables.

4.1 Les émissions du secteur

Le secteur agricole pèse pour environ **20 % des émissions** territoriales de gaz à effet de serre en France (soit 85 millions de tonnes de CO₂ équivalent). Il se positionne ainsi au second rang des secteurs les plus émissifs après le transport.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Les émissions du secteur agricole sont dues :

- à **45 % au sous-secteur de l'élevage** (38,4 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an) et plus précisément aux émissions de méthane des animaux. Ces émissions de méthane sont générées à 70 % par la fermentation entérique¹⁶⁰ des animaux et à 30 % par la décomposition à l'air libre de leur déjections (lisier, fumier) ;
- à **42 % au sous-secteur des cultures végétales** (35,8 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an) qui émet majoritairement du protoxyde d'azote (N₂O) associé à l'usage des engrais azotés ;
- à **13 % à la consommation d'énergie pour les engins agricoles** (principalement les tracteurs) et le **chauffage des serres** (11,1 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an).

La SNBC envisage une diminution de 46 % des émissions du secteur à l'horizon 2050 par rapport à l'année 2018, sans pour autant proposer un panel de mesures concrètes permettant d'atteindre cet objectif. Nous avons quant à nous calculé que l'ensemble des mesures que nous proposons pour le secteur agricole permettrait de **faire baisser de 59 % les émissions du secteur**, selon le schéma de répartition suivant : - 57,5 % d'émissions liées à l'élevage, - 48,8 % d'émissions liées aux cultures végétales et - 100 % d'émissions liées aux engins agricoles et aux serres chauffées). Le reste des émissions entre dans les résidus qui devront être absorbés par le développement des puits de carbone.

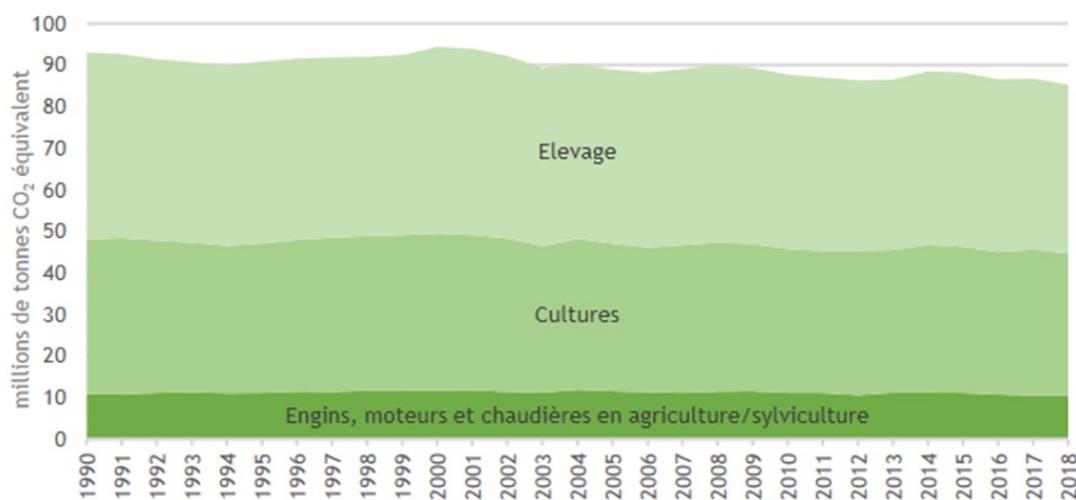


Figure 1 - Évolution historique et répartition des émissions de CO₂ équivalent du secteur de l'agriculture depuis 1990¹⁶¹

4.2 Comment décarboner le secteur ?

Les pratiques agricoles conventionnelles aujourd’hui majoritaires en France, héritées du passé, ne sont plus en adéquation avec nos besoins impératifs de durabilité et de résilience. Encore aujourd’hui, la « nouvelle Politique agricole commune » en cours d’élaboration pour la période 2023-2027, ne fait que reconduire l’existante¹⁶². Sa transcription par la France en Plan stratégique national (PSN) n’est pas non plus à la hauteur des enjeux, comme l’explique l’Autorité environnementale¹⁶³ du Conseil général de l’environnement et du développement durable (CGEDD), qui constate une « absence de prise en compte au juste niveau des enjeux environnementaux » et se dit convaincue que « la trajectoire tracée par le futur PSN ne rejoindra pas d’ici 2030 celle de la stratégie nationale bas carbone, ni celle du plan biodiversité, ni celle de la directive-cadre sur l’eau ». Cet avis est partagé par de nombreux acteurs du secteur¹⁶⁴ ainsi que la plupart des associations^{165 166 167}.

Pour faire transiter le secteur agricole à hauteur des engagements nationaux et européens, nous proposons :

- **la conversion de la quasi-totalité du secteur à l’agroécologie ou au bio ;**
- **une** réduction des émissions d’élevage à travers une baisse de la taille du cheptel bovin et des changements de régime alimentaire. Nous nous concentrons dans ce rapport sur le cheptel bovin, qui est responsable de 87 % des émissions liées à l’élevage ;
- **la conversion de l’ensemble des tracteurs à des technologies bas-carbone.**

De nombreuses études se sont penchées sur la transition agroécologique du secteur agricole¹⁶⁸. Nous retenons en particulier le scénario « Afterres » de SOLAGRO¹⁶⁹, qui décrit une **transition complète du secteur alimentaire, de telle manière à ce que la production intégrée (i.e. l’agriculture agro-écologique) et l’agriculture biologique représentent 90 % des surfaces cultivées en 2050**, comme indiqué sur la Figure 2. Dans le scénario Afterres, cette transition vers l’agroécologie et l’agriculture biologique est concomitante à une modification des habitudes alimentaires (en particulier, une diminution de la consommation de viande), ce qui permet de compenser les productivités plus faibles de ces types d’agriculture par rapport à l’agriculture conventionnelle. Pour compenser ces productivités plus faibles sur le plan économique, nous préconisons par ailleurs une mesure protectionniste aux frontières sous la forme d’une taxe pollueur-payeur, dite « taxe-carbone » aux frontières, comme expliqué en 1. de la troisième partie du présent rapport.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

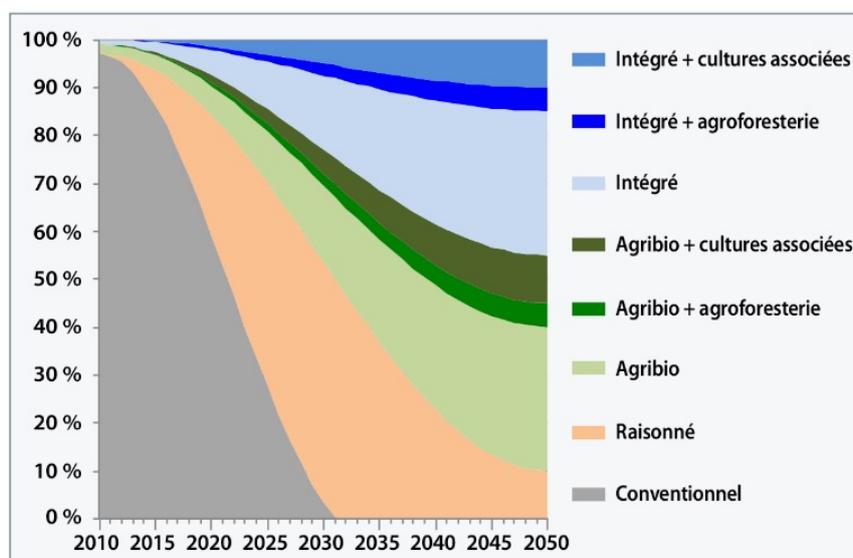


Figure 2 - Évolution des différents systèmes de production végétale dans le scénario Afterres de SOLAGRO (SOLAGRO 2016), également repris dans le scénario négaWatt 2022

Le scénario Afterres est le fruit d'un travail de plusieurs années par des agriculteurs, experts et citoyens, épaulés par un conseil scientifique pluridisciplinaire de 18 chercheurs qui ont permis d'en consolider les bases scientifiques. Il a été construit à partir de l'outil de modélisation MoSUT (Modèle Systémique d'Utilisation des Terres), qui a déjà été utilisé précédemment pour différents exercices, notamment les travaux de l'ADEME. Ainsi, nous détaillons dans les pages qui suivent un ensemble de mesures politico-économiques qui permettraient au scénario Afterres de se réaliser. D'autres mesures qui dépassent le cadre du scénario Afterres sont également proposées. L'ensemble de ces mesures permet d'engendrer une réduction significative des émissions liées à l'élevage et aux cultures végétales, ainsi que d'éliminer les émissions de dioxyde de carbone CO₂ directes générées par les tracteurs et le chauffage des serres.

Articulation de nos propositions avec la Politique agricole commune :

Certaines des mesures proposées ici concernent des aides aujourd'hui couvertes par la PAC. Dans ce cas, nous avons fait l'hypothèse dans nos calculs que l'augmentation des montants de certaines aides européennes était supportée à 100 % par l'État français, comme si celui-ci contribuait au financement de la PAC autant qu'il en bénéficiait. Il s'agit bien sûr là d'une hypothèse conservatrice, étant donné que la France est, en tant que grande nation agricole, une bénéficiaire nette de la PAC. Par ailleurs, bien que nous l'appelions de nos vœux, nous ne préjugeons pas ici du succès ou non des

négociations européennes nécessaires à de telles évolutions et partons du principe, en cas d'échec, que l'État français aura toute latitude à inscrire ces aides à l'échelle nationale, en plus des aides européennes.

En outre, les mesures présentées dans ce rapport découlent uniquement de décisions prises à l'échelon national et européen et notre analyse ne prend pas en compte la myriade d'aides mises en place par les collectivités locales, qui sont difficiles à chiffrer du fait de leur grande diversité.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Si les mesures présentées dans les pages qui suivent visent principalement à décarboner le secteur agricole, elles fournissent également un **nombre conséquent de bénéfices collatéraux**, notamment en ce qui concerne :

- **l'emploi**, la transition du secteur agricole s'annonçant comme fortement créatrice d'emplois, comme décrit dans les pages qui suivent ;
- **la biodiversité**, car les pratiques et systèmes agro-écologiques visent aussi bien à minimiser les émissions de gaz à effet de serre qu'à restaurer la biodiversité dans les campagnes ;
- **la santé publique** ;
- **la balance commerciale de la France**, à travers une réduction **de plus de 50 %** des importations d'intrants à base d'azote et de phosphore (une ressource non-renouvelable)¹⁷⁰, dont le coût s'élevait en 2019 à **1,84 milliards d'euros**¹⁷¹.

En outre, les nombreuses mesures de soutien à l'agroécologie décrites ci-dessous nécessiteront une définition juridique précise de l'agroécologie, permettant de distinguer les pratiques considérées comme agro-écologiques des autres. Cela passera par la **mise en place d'un label « agroécologie »** et une refonte des labels existants, comme recommandé par la Convention Citoyenne pour le Climat¹⁷².

4.2.1 Convertir l'ensemble du secteur à l'agroécologie et à l'agriculture biologique et promouvoir les pratiques respectueuses de l'environnement

Concrétiser le scénario Afterres et opérer la conversion de la quasi-totalité du secteur agricole français vers des pratiques agroécologiques et d'agriculture biologique demande des politiques publiques volontaristes. En particulier, nous proposons :

- de **former massivement les agriculteurs** à ces pratiques agricoles ;
- de **pérenniser les aides** à la conversion, au maintien et à l'installation des agriculteurs en bio et de **les étendre à l'agroécologie**. L'idée étant de réorienter progressivement les aides de la PAC vers l'agriculture agroécologique et biologique, afin que celles-ci remplacent le plus rapidement possible l'agriculture conventionnelle ;
- de renforcer la demande en produits bio et agroécologiques et de **favoriser leur adoption par le plus grand monde de citoyens, y compris par les ménages plus modestes**, en améliorant leur compétitivité face aux produits issus de l'agriculture conventionnelle grâce à une **TVA réduite à 1 %** au lieu de 5,5 % ;

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

- de **valoriser davantage les services écosystémiques et environnementaux fournis par les agriculteurs.**

Pour que 90 % des agriculteurs de 2050 opèrent en bio ou en agroécologie, il faut d'abord qu'ils aient été formés à ces pratiques. L'État a un rôle essentiel à jouer dans leur formation et se doit de soutenir financièrement leur reconversion.

La population des agriculteurs français est en constante diminution depuis plus de 40 ans et se structure suivant une pyramide des âges inversée. Selon l'INSEE, plus d'un agriculteur exploitant sur deux était âgé de 50 ans ou plus en 2019. Aujourd'hui, l'agriculture conventionnelle n'attire plus les jeunes, qui sont de plus en plus nombreux à se tourner vers l'agroécologie et le bio¹⁷³. La puissance publique pourrait renforcer cette tendance de fond en adaptant les programmes de formation des jeunes agriculteurs. Pour autant, environ 30 % des agriculteurs qui seront actifs en 2050 le sont déjà aujourd'hui, et ces derniers auront également besoin d'être formés et accompagnés dans leur conversion à l'agroécologie.

Nous estimons le coût total de formation et d'accompagnement à **2 milliards d'euros, à répartir entre aujourd'hui et 2050**, afin de diffuser les connaissances permettant l'adoption de pratiques agro-écologiques et d'agriculture biologique par la quasi-totalité du secteur agricole. Ce coût comprend entre autres un accompagnement des agriculteurs une fois leur formation achevée, afin d'éviter les abandons.

La formation des agriculteurs déjà en activité pourrait en outre s'accompagner d'une **reprise publique de leur dette** afin de lever ce frein à leur reconversion.

De plus, la reconversion de l'ensemble du territoire agricole à ces pratiques ne sera possible que grâce à un soutien financier de l'État vis-à-vis du monde agricole. Sur la base de la structuration actuelle des aides à l'agriculture bio, que nous proposons de conserver, nous avons évalué le coût pour l'État des différentes aides suivantes, étendues à l'agroécologie et proportionnellement à l'objectif fixé de 90% des surfaces converties à l'horizon 2050 :

- **aide à la conversion** en bio ou agroécologie des exploitations existantes ;
- **aide au maintien** en bio ou agroécologie, visant à aider ces exploitations converties à ne pas faire marche arrière une fois que les aides -temporaires- à la conversion prennent fin ;
- **aide à l'installation** en bio ou agroécologie pour les nouvelles exploitations créées par le processus de transition agricole.

Mesure 4.1 :

Financer la formation des agriculteurs à l'agroécologie

Coût public

71 millions d'euros par an

Surcoût public

71 millions d'euros par an

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Sur base du montant des aides actuelles pour la conversion au bio, nous calculons que **la conversion complète du secteur agricole demanderait un montant total d'aide à la conversion de 47,9 milliards d'euros** de la part de l'État, à distribuer **entre aujourd'hui et 2050**, soit 1,7 milliards par an.

La déclinaison française de la PAC prévoit déjà l'augmentation des aides à la conversion en agriculture biologique, mais a décidé dans le même temps la réduction de celles à destination des exploitations qui ont déjà passé le stade de la conversion et sont établies en agriculture biologique. Pour compenser partiellement cette baisse de ressources, le gouvernement français a prévu de **prolonger** de deux ans un **crédit d'impôt déjà prévu jusqu'en 2023 et de porter son montant de 3 500 € à 4 500 €**.

Nous pensons que les agriculteurs convertis à l'agriculture biologique ont besoin d'un soutien s'inscrivant dans la durée. Il est essentiel de les rassurer quant à la volonté de l'État de les accompagner sur le long terme. Nous proposons ainsi de **pérenniser le crédit d'impôt actuellement en vigueur au-delà de 2025**. Cela permettrait également de donner de la visibilité aux agriculteurs qui envisagent une conversion vers le bio. En prenant en compte l'augmentation du nombre des exploitations converties au bio et en ajoutant celles converties à l'agroécologie, cela constituerait, **de 2022 à 2050, un soutien global de 21 milliards d'euros**.

Mesure 4.2 :

Aides à la conversion vers le bio et l'agroécologie

Coût public

1,7 milliards d'euros par an

Surcoût public

1 milliard d'euros par an

Mesure 4.3 :

Pérenniser au-delà de 2025 les aides actuelles au maintien des exploitations en agriculture biologique et les étendre à l'agroécologie

Coût public

764 millions d'euros par an

Surcoût public

751 millions d'euros par an

Par ailleurs, la transition du secteur agricole français s'annonce fortement créatrice en emplois¹⁷⁴ et s'accompagne de la **création de 75 000 nouvelles fermes**, selon le Shift Project. Étant donné le montant d'aide national actuel pour l'installation de nouvelles exploitations, on peut estimer que le **montant total d'aide à l'installation** lors de la création de ces nouvelles fermes s'élève à **975 millions d'euros, répartis entre aujourd'hui et 2050**.

Les aides versées dans le cadre de la PAC sont aujourd'hui majoritairement allouées à l'hectare. Cela constitue une incitation à la mécanisation et à l'agrandissement des exploitations, qui participe à la concen-

Mesure 4.4 :

Étendre les aides à l'installation en bio à toutes les futures fermes agroécologiques

Coût public

35 millions d'euros par an

Surcoût public

35 millions d'euros par an

tration du secteur et à la baisse tendancielle du nombre d'agriculteurs. Étant donné que la conversion vers l'agriculture biologique et l'agroécologie implique une création nette d'emplois, il serait pertinent de restructurer le premier pilier de la PAC vers un paiement de base déterminé non plus en fonction de la surface des exploitations mais de leur nombre d'unités de travail (i.e. quantité de main d'œuvre), comme l'a proposé France Stratégie¹⁷⁵.

Afin de permettre une transition progressive et de ne pas mettre en péril le système agricole français actuel en transférant trop brutalement des aides des exploitants conventionnels vers les exploitants bio et agroécologiques, nous proposons une **hausse de 20 % des crédits**

du premier pilier, soit un budget de **6 milliards à 7,2 milliards d'euros par an pour la France**. Cela viendrait compléter la refonte des modalités de répartition de ces subventions.

De façon complémentaire, une autre priorité consiste à mieux rémunérer les services environnementaux fournis par les agriculteurs, c'est-à-dire les actions qui contribuent à restaurer ou maintenir les écosystèmes dont la société tire un avantage (aussi appelés biens écosystémiques). Cela permettrait aux agriculteurs de **diversifier leurs sources de revenus**. La PAC rémunère aujourd'hui ces « mesures agroenvironnementales et climatiques » (MAEC), principalement portées dans le cadre de son second pilier, relatif au développement rural. Se distinguant des aides à la conversion et au maintien en bio, les MAEC répondent notamment à une logique de système : systèmes herbagers et pastoraux, systèmes poly-culture-élevage, etc. Les « MAEC système » visent donc une transformation systémique de l'exploitation agricole soutenue, avec des conditions diverses : diversité des cultures, obligation de rotation, etc.

Mesure 4.5 :

Augmenter de 20 % les aides directes de la PAC et les faire dépendre de la main d'œuvre plutôt que de la surface de l'exploitation

Coût public

7,2 milliards d'euros par an

Surcoût public

1,2 milliards d'euros par an

Pour la France, entre 2015 et 2022, l'enveloppe du Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER) consacrée aux MAEC était d'environ 200 millions d'euros par an. Elle devrait être portée à 260 millions d'euros par la nouvelle PAC 2023-2027 (avec un co-financement de 25 % de crédits nationaux). L'Autorité environnementale, dans son avis du

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

20 octobre 2021, a jugé le montant alloué à certaines MAEC « très insuffisant », en particulier la MAEC Climat. Les montants alloués au développement des haies et arbres en plein champ, à la fois puits de carbone et refuges pour la biodiversité, sont également loin du compte (voir nos propositions dans la partie suivante relative au secteur des « puits de carbone »).

Au total, nous estimons que le **montant dédié aux MAEC en France doit être porté à 636 millions d'euros par an**, hors enveloppe dédiée à la plantation de haies et arbres en plein champ. Le Plan stratégique national transmis à la Commission en janvier 2022 n'ayant pas encore été validé, il est encore temps d'agir.

Enfin, une fiscalité adaptée pourrait permettre à la fois :

- **de limiter une possible hausse des prix pour le consommateur** (tant que les coûts de production seraient plus élevés qu'en agriculture conventionnelle, malgré les mesures proposées ci-dessus) ;
- **de rendre l'agroécologie et l'agriculture biologique plus compétitives** que l'agriculture conventionnelle, favorisant ainsi naturellement leur adoption par le plus grand nombre.

Mesure 4.6 :
Multiplier par 4 les mesures agroenvironnementales et climatiques (MAEC) et les porter à 1 milliard d'euros par an

Coût public

636 millions d'euros par an

Surcoût public

376 millions d'euros par an

Un **taux de TVA réduit à 1 %** pourrait par exemple être instauré **pour les produits issus de l'agroécologie et de l'agriculture biologique, au lieu des 5,5 % qui prévalent actuellement**¹⁷⁶. Le manque à gagner total pour l'État d'une telle baisse de TVA s'élèverait à 101 milliards d'euros cumulés sur la période 2022-2050, soit **3,6 milliards d'euros par an**.

Mesure 4.7

Instaurer une TVA réduite pour les produits issus de l'agroécologie et de l'agriculture biologique

Coût public

3,6 milliards d'euros par an

Surcoût public

3,6 milliards d'euros par an

4.2.2 Réduire la taille du cheptel bovin à viande par réduction de la consommation

Le cheptel bovin à viande représente **57 % des émissions de l'élevage en France**, soit 21,7 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an. Le premier levier de réduction d'émissions que nous identifions consiste à **diminuer la taille du cheptel, à travers une baisse de la consommation de viande bovine** des Français.

La consommation de viande bovine en France subit déjà une diminution tendancielle de l'ordre de 0,6 % par an depuis 1990¹⁷⁷. Cette diminution s'explique principalement par des changements de régime alimentaire, induits par des préoccupations sanitaires¹⁷⁸, environnementales ou financières.

Les mesures publiques actuelles de la SNBC, incarnées par la généralisation d'un menu végétarien par semaine pour la restauration collective, impactent seulement 7 % des repas servis en France et semblent insuffisantes pour réduire les émissions du cheptel bovin à viande à hauteur des objectifs. Nous proposons donc la **mise en place d'une taxe progressive sur la consommation de viande de bœuf**. Au vu du poids majeur de la viande bovine dans les émissions de l'élevage (57 %), nous appliquons cette taxe uniquement à cette viande. Son articulation et ses effets ont été étudiés par le *think tank* hollandais « *True Animal Protein Price Coalition* »¹⁷⁹. Ce dernier propose une taxe à hauteur de 10 centimes tous les 100 grammes de viande achetés la première année pour atteindre 47 centimes d'ici 2030. Leurs calculs se basent sur une élasticité-prix de la consommation de viande de 0.67 pour l'Union Européenne là où d'autres études externes concernant la France tablent sur un taux proche de 1¹⁸⁰. Ainsi, nous estimons qu'avec une telle élasticité prix de la consommation de viande en France, cette taxe permettrait de **réduire par deux la taille du cheptel bovin français d'ici 2050 et de réduire d'autant ses émissions de méthane** (soit 10,8 millions de tonnes de CO₂ équivalent d'ici 2050).

Sur la base d'un coût moyen de la taxe de 2,5 euros par kilogramme de viande consommée sur la période 2022-2050, une **recette de 2,89 milliards d'euros** serait générée en moyenne **chaque année**. Nous proposons de **redistribuer une assiette à hauteur de 20 % des recettes de cette taxe aux agriculteurs de la filière de l'élevage pour les aider à transitionner** vers des modèles d'exploitation plus qualitatifs. Parallèlement, nous proposons de mettre en place une protection sociale alimentaire, comme présenté en annexe.

Mesure 4.8 :

Mise en place d'une taxe progressive sur la viande de bœuf

Recettes annuelles moyennes

2,9 milliards d'euros par an

Par ailleurs, nous n'excluons pas la possibilité d'élargir cette taxe aux autres types de viandes, notamment la viande porcine et ovine, afin d'éviter un potentiel report de consommation. En complément, il nous paraît indispensable d'instaurer une mesure protectionniste aux frontières sous la forme d'une taxe pollueur-payeur, dite « taxe-carbone ». Cette dernière aura pour **objectif d'éviter un potentiel effet rebond lié à l'augmentation des importations de viande**.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

4.2.3 Réduire la production de méthane des ruminants

Le second levier que nous proposons pour réduire les émissions de l'élevage concerne cette fois le cheptel bovin aussi bien à viande que laitier et porte sur leur fermentation entérique. En effet, réduire les émissions de méthane induites par la fermentation des ruminants permet d'agir **sur 61 % des émissions totales de l'élevage**.

Nous proposons donc une subvention pour **encourager l'usage de solutions innovantes ciblant la production de méthane par les bovins**. Le taux de prise en charge par le public de cette subvention s'élèverait à 50%. À titre d'exemple, l'entreprise Agolin propose un additif à base d'huiles essentielles permettant de diminuer les émissions de méthane de 10 % en ajustant la flore bactérienne de l'appareil digestif des bovins¹⁸¹. L'objectif à terme est de favoriser la mise sur le marché de ce type de solutions qui **coûte, dans l'exemple cité, 11 euros par an et par bovin. Par ailleurs, au-delà de l'additif d'Agolin, il existe d'autres alternatives utilisant notamment des extraits naturels de plantes avec un fort niveau d'efficacité comme Mootral, Bovaer ou Rumitech (permettant jusqu'à 90 % de réduction de méthane)¹⁸².**

Une telle aide coûterait environ **160 millions d'euros par an** à l'État pour une réduction des émissions presque immédiate de 5,25 millions de tonnes de CO₂ équivalent (avec un taux de réduction prudent de 20 % des émissions de méthane liées à la rumination des bovins). En prenant en compte la baisse de la taille du cheptel bovin à viande présentée ci-dessus, cette mesure engendrerait un **surcoût public total de 2,3 milliards d'euros** sur l'ensemble de la période 2022-2050.

Mesure 4.9

Subvention pour standardiser l'usage de solutions innovantes permettant de diminuer les rejets de méthane par les bovins.

Coût public

80 millions d'euros par an

Surcoût public

80 millions d'euros par an

4.2.4 Augmenter la part de déjections animales valorisées en méthanisation

Les déjections des ruminants représentent **30 % des émissions associées au cheptel bovin laitier et à viande, soit 10,2 millions de tonnes de CO₂ équivalent**. La loi EGALIM affiche

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

comme objectif un **taux de valorisation énergétique de 30 % des déjections d'ici 2030**, et a notamment créé un « droit à l'injection ». Ce dernier met à la charge des gestionnaires de réseaux, et non plus des producteurs, les travaux de renforcements nécessaires à l'injection de biométhane produit localement, sous réserve du respect d'un principe d'efficacité économique¹⁸³. Sur la base du rapport 100 % gaz verts de l'ADEME et Solagro¹⁸⁴, repris dans le secteur « Énergie » (*cf. supra*), nous posons comme objectif d'**atteindre 100 % de valorisation des effluents d'élevage d'ici 2050 en encourageant notamment le développement de méthaniseurs à la ferme**. L'ensemble des coûts d'investissement associés, ainsi que les modalités de soutien public de ces projets sont intégrés à la partie Énergie du rapport.

4.2.5 Convertir les tracteurs aux technologies bas-carbone

Comme indiqué précédemment, les émissions directes de dioxyde de carbone CO₂ du secteur agricole, principalement liées au chauffage des serres et à la combustion de carburants fossiles dans le moteur des tracteurs, peuvent être entièrement réduites à zéro. Cela est rendu possible d'une part grâce à une **augmentation de l'efficacité énergétique** (les moteurs électriques et les piles à hydrogène ont des rendements bien supérieurs aux moteurs à combustion classiques) et d'autre part grâce à l'utilisation des énergies bas-carbone (**biogaz pour le chauffage des serres et électricité/hydrogène/biogaz pour les engins agricoles**).

Les serres agricoles sont actuellement chauffées en premier lieu à partir de gaz fossile : les chaudières pouvant fonctionner au biogaz, le passage au biogaz ne demande aucun investissement supplémentaire.

En ce qui concerne le passage à des combustibles bas-carbone pour les tracteurs, le surcoût du moteur électrique ou à hydrogène par rapport à un moteur à combustion classique engendre des frais supplémentaires pour les agriculteurs. Nous estimons ce **surcoût à 825 millions d'euros** pour la période 2022-2050. Afin de soutenir les agriculteurs dans cette démarche, nous suggérons que l'État mette en place une **prime à la conversion des tracteurs**, sur le même modèle que pour les véhicules particuliers. Au total, celle-ci représenterait une dépense publique de 16 milliards d'euros entre aujourd'hui et 2050, soit 558 millions d'euros par an.

Mesure 4.10 :

Création d'une prime à la conversion des tracteurs vers les énergies propres

Coût public

558 millions d'euros par an

Surcoût public

558 millions d'euros par an

5. Les investissements nécessaires dans le secteur du bâtiment

Quatrième secteur le plus émissif derrière le transport, l'industrie et l'agriculture, le secteur du bâtiment est néanmoins celui qui nécessite, pour atteindre ses objectifs, la plus forte hausse des investissements par rapport à ce qui est déployé aujourd'hui.

Pour parvenir à décarboner le secteur d'ici 2050, nous estimons en effet **l'effort global d'investissement à 40,5 milliards d'euros par an**, ce qui, au regard de ce qui est fait aujourd'hui représente **21 milliards d'euros d'investissements supplémentaires par an, dont 14 milliards d'euros d'investissements publics supplémentaires**.

La décarbonation totale du secteur est toutefois possible et passe, en plus de la décarbonation des moyens de production de l'énergie utilisée par les bâtiments, **par une rénovation complète et performante du parc de logements résidentiels et du parc tertiaire, tant public que privé**.

En ce qui concerne le logement, **cela correspond à 955 000 logements rénovés par an en moyenne sur la période à un niveau « Bâtiment Basse Consommation » (BBC) ou équivalent¹⁸⁵, contrairement à la quasi-totalité des rénovations actuelles qui sont partielles et donc non performantes**. Cet effort sans précédent passera par une montée en puissance rapide, idéalement en 5 ans, qui consistera à former le contingent nécessaire de professionnels de la rénovation performante et complète, à organiser les filières de matériaux idoines, bio-sourcés notamment et à déployer des services d'accompagnement sur tout le territoire. **Il repose en outre sur deux exigences : une obligation à rénover** des logements à des moments opportuns (lors des mutations ou lors des ravalements de façade pour les logements collectifs), et la **mise en œuvre de rénovations globales réalisées en un seul geste (sauf exception)** qui conditionneront les aides publiques.

Nous estimons l'augmentation des investissements pour les logements privés par rapport à l'existant à 15,1 milliards d'euros par an. Pour que cela soit acceptable par la population, cet effort sera essentiellement supporté par **l'État sous la forme de 9,1 milliards d'euros de subventions supplémentaires** (à ajouter aux 3,8 milliards d'euros d'aides publiques existantes¹⁸⁶), lesquelles seront majoritairement destinées aux ménages les plus modestes selon une échelle de distribution de subventions dégressive en fonction des revenus¹⁸⁷ étant entendu que chaque ménage, même des plus aisés, recevra une subvention. Il convient d'ajouter à cela environ **2 milliards d'euros pour le financement des prêts à taux zéro** qui seront accessibles à l'ensemble des ménages qui ne bénéficieront pas d'une prise en charge à 100 % des travaux de rénovation.

En ce qui concerne le **tertiaire privé et public**, l'investissement public supplémentaire nécessaire par rapport à la situation actuelle **s'élève à 3,8 milliards d'euros par an dont 2,8 milliards d'euros d'aides publiques supplémentaires destinées aux TPE et PME et un milliard d'euros supplémentaires destiné à la rénovation des bâtiments publics.**

Cette massification de la rénovation performante et complète va **engendrer un besoin de main d'œuvre conséquent estimé selon les études de 100 000 ETP¹⁸⁸** à près de 300 000 ETP voire davantage si l'on inclut les emplois indirects. Pour faire face à ces besoins, la revalorisation des métiers du BTP auprès des jeunes dans le cadre d'un vaste plan de formation initiale aux métiers de la transition écologique est indispensable (*cf.* 7.5), elle sera en outre accompagnée d'une politique ambitieuse de reconversion professionnelle d'employés provenant notamment de la construction neuve voire d'autres secteurs (transport...). **Le coût de ce plan national de formation continue est estimé à 107 millions d'euros par an.**

5.1 Les émissions du secteur

Le secteur du bâtiment est responsable de **18,3 %¹⁸⁹ des émissions** territoriales de gaz à effet de serre et de **40 % de la consommation finale d'énergie**. En 2019, cela représentait 75 millions de tonnes de CO₂ équivalent, dont **61 % pour le secteur résidentiel** (46 millions de tonnes) et **39 % pour le secteur tertiaire** (29 millions de tonnes). Les émissions directes du secteur du bâtiment sont essentiellement **liées aux consommations d'énergie** (gaz, fioul, électricité) des bâtiments et de ses usagers, dont environ 60 % sont dues au chauffage¹⁹⁰.

Compte tenu du poids de ce secteur, atteindre la neutralité carbone en 2050 implique une forte accélération des efforts actuels de réduction des émissions et une **réduction de ces dernières de moitié d'ici 2030**, selon la SNBC.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

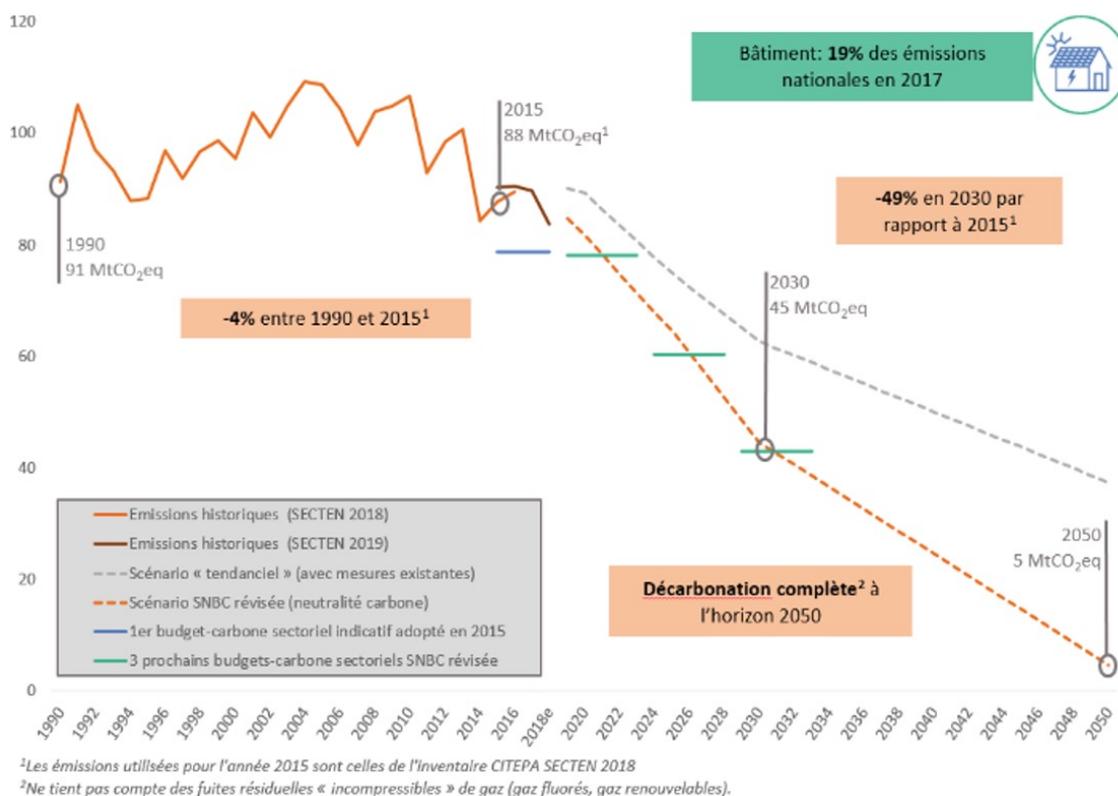


Figure 1 - Historique et projection des émissions du secteur du bâtiment entre 1990 et 2050 (en millions de tonnes de CO₂ équivalent)

5.2 Comment décarboner le secteur ?

La **rénovation énergétique et thermique des bâtiments est le principal levier d'action** pour faire baisser massivement les émissions du secteur. Cela consiste à opérer une rénovation complète du bâti à travers les 6 postes (isolation des murs, de la toiture, du plancher bas, remplacement des menuiseries extérieures, systèmes de ventilation et de chauffage/Eau chaude Sanitaire). Cette rénovation complète vise à **réduire le niveau de consommation en énergie d'un bâtiment** jusqu'à atteindre un niveau de **performance exemplaire de type BBC** ou équivalent¹⁹¹.

Outre la réduction de leurs besoins en énergie, **l'autre levier de réduction des émissions des bâtiments consiste à décarboner l'énergie finale utilisée par ces derniers**. Ce volet est traité dans la partie Énergie.

Or aujourd'hui, non seulement le nombre de rénovations est très insuffisant au regard des objectifs mais leur qualité l'est encore plus. Dans le logement résidentiel, la quasi-totalité des rénovations annuelles sont partielles, voire mono-gestes c'est à dire qu'elles

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

ne traitent qu'un élément (système de chauffage, toit...), ce qui ne permet ni gain énergétique, ni saut d'étiquette et de facto quasiment aucune réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Dans le tertiaire, le constat est identique, même si la mise en place du décret Tertiaire¹⁹² en 2022 pourrait accélérer en partie les choses.

Cet enjeu de décarbonation n'est pas spécifique à la France et partout en Europe, malgré le poids carbone considérable du bâtiment, la quantité et la qualité des rénovations ne répondent pas aux enjeux climatiques et cela a d'autant plus d'impact que pour nombre de ces pays, l'électricité y est plus carbonée qu'en France.

Ainsi, pour atteindre la neutralité carbone, le secteur du bâtiment va devoir fortement réduire sa consommation d'énergie, en parallèle de la décarbonation progressive de cette dernière. Pour cela, l'ensemble du parc de bâtiment doit être rénové en profondeur, tant les logements que les bâtiments tertiaires, tant les bâtiments publics que privés. Pour rendre cela possible, nous proposons :

- **une prise en charge par l'État d'une partie significative des coûts des travaux effectués par les acteurs privés (particuliers, TPE et PME) ;**
- **une généralisation et un aménagement du prêt à taux zéro (Eco-PTZ) existant pour faciliter le financement du reste à charge des particuliers ;**
- **un investissement massif de l'État dans la rénovation des bâtiments publics ;**
- **une prise en charge à 100 % par l'État d'un cursus généralisé de formation à la rénovation globale de la moitié des entreprises et artisans du secteur sous 5 ans.**

5.2.1 Rénover massivement et globalement les logements

Le parc résidentiel en France métropolitaine comprend **36 millions de logements dont 29,5 millions de résidences principales**. Parmi celles-ci, seule une petite fraction est d'ores et déjà considérée comme BBC ou équivalent (étiquette A ou B du DPE) : 5,8 % des maisons individuelles et 7,5 % pour les logements collectifs. Parvenir à la neutralité carbone implique de rénover thermiquement (le bâtiment) et énergétiquement (transition vers une énergie bas-carbone) tout le reste du parc bâti, soit **955 000 logements par an en moyenne jusqu'en 2050**, ce qui représente un **investissement annuel moyen de 29,8 milliards d'euros**.

Cette massification présuppose que les pouvoirs publics s'engagent rapidement - avant 2025 - dans une **obligation de rénovation globale**¹⁹³ aux moments les plus opportuns pour les occupants (par exemple, au moment des mutations ou des ravalements de façades). Pour qu'elle soit acceptée, cette contrainte doit être **accompagnée de mesures qui permettent à chaque ménage de financer les travaux de rénovation**. C'est pourquoi nous proposons

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

qu'en complément des CEE (*cf. infra*), l'État s'engage à financer 50 % du coût total de la rénovation globale du logement soit 12,9 milliards d'euros par an, étant entendu que le taux de subvention soit d'autant plus important que les revenus du ménage sont faibles avec une prise en charge à 100 % pour les ménages modestes. Par rapport aux dispositifs existants, ce montant représente un surcoût pour les finances publiques de 9,1 milliards d'euros par an.

Mesure 5.1 :

Subventionner 50 % du coût de la rénovation énergétique globale et obligatoire des logements au niveau BBC ou équivalent, (après prise en compte des CEE) ce qui représente 12,9 milliards d'euros par an, permettant ainsi de rénover en vitesse de croisière près d'un million de logements par an d'ici 2050 avec une prise en charge à 100 % du coût pour les ménages modestes.

Coût public

12,9 milliards d'euros par an

Surcoût public

9,1 milliards d'euros par an

Pour les ménages plus aisés, le reste à charge pourra être financé par l'obtention d'un « éco-prêt à taux zéro » ou « éco-PTZ » auprès de banques privées ou publiques dont le montant maximum d'emprunt serait porté jusqu'à 75 000 euros (voire plus sur dérogations). Ces établissements de crédit seront dédommagés sous forme de crédit d'impôt, comme c'est actuellement le cas des conventions avec la Société de Gestion des Financements et de la Garantie de l'Accession Sociale à la propriété (SGFGAS). Si l'on considère ce reste à charge, l'enveloppe de travaux de rénovations financée par les ménages est de 12,9 milliards d'euros. Accorder des prêts à taux zéro sur cette enveloppe représenterait un **coût additionnel pour les finances publiques estimé à environ 2 milliards d'euros, sous hypothèse d'un taux de « marché » de 2 % relativement stable sur la période 2022-2050 et d'une maturité de 20 ans**¹⁹⁴.

En ce qui concerne les certificats d'économie d'énergie (CEE) qui constituent aujourd'hui une source de financement conséquente de la rénovation puisqu'ils représentent environ 2,5 milliards d'euros par an pour le seul logement résidentiel et 4 milliards d'euros si l'on y inclut les autres secteurs (agriculture, réseaux, transport, industrie, tertiaire...), nous considérons que leur mode d'attribution doit être profondément réformé. Quand ils sont utilisés pour financer la rénovation, les CEE conduisent en effet

majoritairement à des rénovations partielles faites la plupart du temps de mono-gestes et se révèlent donc le plus souvent inutiles sur le plan des économies d'énergies. **C'est pourquoi nous préconisons que ceux-ci soient intégralement et uniquement orientés vers des rénovations globales et très performantes du seul logement résidentiel.** Le parc tertiaire public et privé bénéficiant par ailleurs d'aides gouvernementales (*cf. infra*).

Mesure 5.2 :
Généraliser l'éco-PTZ pour aider les ménages à financer le reste à charge pour un coût estimé à 2 milliards d'euros par an

Coût public
2 milliards d'euros par an

Surcoût public
1,9 milliards d'euros par an

À ces mesures, il convient d'ajouter celles relatives au nécessaire accompagnement de la rénovation globale avant (audit énergétique, montage du dossier technique et administratif, aide au dossier financier...), pendant (suivi du chantier...) et après les travaux de rénovation (contrôle de la qualité des travaux, retour d'expérience, effets rebonds...). Le regroupement et le renforcement des services d'accompagnement existants (ANAH, STF...) est intégré dans les mesures transverses. Au même titre que la formation initiale et continue des professionnels, cet accompagnement est une des clés de la réussite de la massification de la rénovation, et implique des moyens adaptés à l'enjeu.

5.2.2 Rénover massivement et globalement le parc tertiaire public et privé

La surface du parc tertiaire (public et privé) est de 1000 millions de mètres carrés, dont une petite partie seulement a été construite récemment en respectant les normes BBC, si bien que ce parc ancien souffre des mêmes maux que celui du logement. L'objectif de décarbonation du secteur indispensable à la neutralité carbone, nécessiterait un investissement de **8,5 milliards d'euros par an**. Le coût moyen de rénovation au mètre carré varie de 200 euros pour certains types de bâtiments (bureaux, commerces, établissements d'enseignement, structures sportives) à 500 euros pour d'autres (hôtels, restaurants, transport, établissements de santé)¹⁹⁵.

Concernant le parc tertiaire privé, l'article 175 de la loi du 23 novembre 2018 portant sur l'évolution du logement, de l'aménagement et du numérique, dite loi ELAN, oblige les entreprises et administrations à réduire leur consommation énergétique et devrait accélérer les rénovations. Pour autant il n'y a aucune obligation à atteindre un niveau BBC ou équivalent du bâti.

Dans notre étude, **nous considérons que seul 90 % du parc tertiaire est à rénover au niveau BBC ou équivalent**. En effet, d'une part il y a des bâtiments privés et publics qui ont été construits récemment ou déjà rénovés et qui ne nécessitent pas de travaux de rénovation et d'autre part, les monuments historiques de l'État qui peuvent présenter des difficultés quasi insurmontables pour conduire une rénovation performante.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Afin de déclencher les investissements auprès d'acteurs privés disposant de capacités d'investissement potentiellement limitées, nous proposons, sur le même modèle de subvention que dans le logement, une prise en charge publique d'une partie des coûts de rénovation du tertiaire privé, à hauteur de 50 % pour les PME et 80 % pour les TPE¹⁹⁶. Le reste à charge des TPE et PME et celui des autres entreprises pourra être financé par les dispositifs actuels (prêts éco-énergie, etc.).

Mesure 5.3 :

Subventionner la rénovation énergétique globale de l'ensemble du parc tertiaire privé, à hauteur de 50 % pour les PME et 80 % pour les TPE, avec obligation d'atteindre le niveau BBC ou équivalent.

Coût public

1,9 milliards d'euros par an

Surcoût public

1,9 milliards d'euros par an

S'agissant des bâtiments publics, alors que le décret « tertiaire » s'impose à l'État qui s'est fixé des objectifs d'économies d'énergie sur son parc immobilier, la détermination de l'effort budgétaire actuellement dédié à la rénovation thermique des bâtiments publics s'avère néanmoins complexe. À partir des indications sur le budget de la politique transversale de l'immobilier, il apparaît que **les travaux structurants représentaient 832 millions d'euros et l'entretien lourd un peu moins de 1,28 milliard d'euros**, mais seule une partie congrue a servi à la rénovation thermique. En réalité, **l'effort budgétaire de l'État pour la rénovation énergétique et thermique de ses bâtiments est très insuffisant, au regard d'un parc immobilier vieillissant**, à l'image des cités administratives construites dans les années soixante. La faiblesse de l'effort budgétaire est par ailleurs clairement apparue **dans le cadre du plan de relance instauré en 2020. En effet, alors qu'une enveloppe de 2,7 milliards d'euros a été dédiée au financement de la rénovation des bâtiments publics sous forme d'appels à projets dans le plan de Relance¹⁹⁷, les administrations ont déposé pour plus de 10 milliards d'euros de demande d'investissements**. L'état des casernes, des cités administratives, des préfectures et de bien d'autres bâtiments justifie ce fort besoin.

Par ailleurs, si l'on considère que les bâtiments publics représentent **97 millions de mètres carrés pour l'État et 280 millions de mètres carrés pour les collectivités territoriales**, ou même seulement **300 millions de mètres carrés selon le Shift Project¹⁹⁸**, et que l'on applique les coûts moyens évoqués plus haut, il ressort que le niveau d'investissement requis

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

pour avoir des bâtiments publics performants sur le plan énergétique est de l'ordre de 56,1 milliards d'euros, effort qui devra bien sûr être étalé dans le temps.

Il est donc indispensable **de pérenniser un effort à hauteur d'au moins 2 milliards d'euros par an**, lequel permettrait la rénovation performante de l'ensemble du parc public (hors monuments historiques et bâtiments récents ou rénovés) soit environ 280 millions de mètres carrés de bâtiments publics d'ici 2050, sur la base d'une rénovation annuelle de 10 millions de mètres carrés rénovés chaque année au profit de l'État et des collectivités territoriales.

Mesure 5.4 :

Investir 2 milliards d'euros par an pour la rénovation énergétique performante des bâtiments publics, permettant de rénover 10 millions de mètres carrés de bâtiments publics chaque année et de couvrir la totalité des besoins en 2050.

Coût public

2 milliards d'euros par an

Surcoût public

1 milliard d'euros par an

Cette rénovation devra en outre être réalisée en tenant compte de l'empreinte carbone des matériaux comme le préconise la réglementation environnementale 2020 (RE 2020), et notamment en poussant à l'utilisation de matériaux biosourcés de telle sorte que la commande publique permette l'émergence de cette filière, et se diffuse au fur et à mesure à l'ensemble des rénovations.

Enfin, **la massification de la rénovation implique des besoins en main-d'œuvre spécialisée dans la rénovation globale**, tant pour le tertiaire que pour le logement. Il existe aujourd'hui seulement 65 000 entreprises qualifiées RGE (Reconnue Garante de l'Environnement), c'est-à-dire d'entreprises qualifiées pour faire de la rénovation subventionnée par des aides publiques, sur les quelques 500 000 entreprises de bâtiment que compte la France. Ce chiffre est en recul depuis quelques années et l'on compte à peine 80 entreprises qualifiées en offre globale de rénovation, **si bien qu'aujourd'hui l'offre en matière de rénovation énergétique performante et complète est très insuffisante**. Il faudrait former plusieurs centaines de milliers de professionnels et qualifier une part bien plus grande d'entreprises pour faire de la rénovation globale si l'on veut atteindre les objectifs. Or, de **nombreux professionnels, dans le cadre de l'obtention du label RGE, ont déclaré ne pas vouloir s'engager dans des formations qui coûtent cher et qui ne débouchent pas nécessairement sur un**

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

marché pérenne. De ce point de vue, l'obligation à rénover peut contribuer à créer ce grand marché de la rénovation en donnant de la lisibilité sur le long terme des politiques publiques en faveur de la rénovation globale. Il **convient également de convertir un grand nombre de professionnels aux pratiques de rénovations les plus vertueuses, en encourageant à la fois la formation continue et la formation initiale.**

En matière de formation continue, le label actuel RGE qui permet aux artisans et sociétés qui le possèdent d'effectuer des travaux de rénovation subventionnés par des aides publiques est très insuffisant pour conduire les rénovations globales. Nous préconisons donc la création d'un nouveau label intitulé « Rénov' globale », qui sera octroyé au terme d'une formation plus longue, à la fois théorique et pratique avec notamment un chantier de rénovation mené de bout en bout par les professionnels qui sont en reconversion. Seul ce label autorisera les artisans et sociétés en leur possession à effectuer les travaux de rénovation globale aidés par les financements publics.

Cette formation s'adressera en priorité aux employés du BTP et notamment à ceux de la construction neuve puisque le nombre de logements neufs est amené à décliner fortement sous l'effet conjugué d'une politique de « zéro artificialisation nette », d'économies d'énergie et de matière dans le secteur et d'une stabilisation de la démographie selon l'INSEE. Le coût de cette formation de reconversion estimé à 6000 euros sera pris en charge intégralement par l'État. Étant donné le turn-over du secteur, l'objectif est de former 50 % des entreprises et artisans sur 5 ans, ce qui constitue un coût total de 3 milliards d'euros pour les finances publiques, soit 107 millions d'euros par an si on lisse ce coût sur la période 2022-2050.

Mesure 5.5 :

Financer intégralement la formation à la rénovation globale de la moitié des professionnels du bâtiment. Le coût est de 6000 euros par professionnel soit un surcoût annuel de 107 millions d'euros pour l'État.

Coût public

107 millions d'euros par an

Surcoût public

107 millions d'euros par an

6. Les investissements nécessaires dans le secteur de l'énergie

Le secteur de la production d'énergie n'arrive qu'en cinquième position des secteurs les plus émetteurs, avec **43 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an** émis en 2019. **Il est pourtant absolument central, car tous les autres secteurs consommant de l'énergie, sa décarbonation est une condition nécessaire à la décarbonation du reste de l'économie.**

Une décarbonation quasi-totale de la production d'énergie est possible (93 % dans notre modèle), des fuites incompressibles de biométhane au niveau des infrastructures gazières étant responsable d'un faible reliquat d'émissions. Pour ce faire, il faut réunir trois conditions :

1. **l'électricité doit être produite à partir de sources décarbonées, énergies renouvelables et/ou nucléaires.** L'électricité étant plus simple à décarboner que d'autres vecteurs énergétiques, **la production d'électricité doit augmenter fortement - environ 60 %¹⁹⁹-** pour venir se substituer à tous les usages qui le permettent ;
2. **des gaz verts, tels que le biogaz ou l'hydrogène produit à partir d'électricité décarbonée, doivent remplacer le gaz fossile** pour décarboner les usages difficiles à électrifier, comme certains usages industriels ou une partie du transport lourd ;
3. **une sortie des énergies fossiles est nécessaire** et certaines activités, telles que le raffinage du pétrole ou l'usage du charbon, doivent tout simplement cesser.

Pour parvenir à cet objectif de décarbonation d'ici 2050, nous estimons **l'effort global d'investissement à 30,8 milliards d'euros par an.** Par rapport à une trajectoire tendancielle, les **investissements privés et publics supplémentaires nécessaires représentent 15,9 milliards d'euros par an, dont 2,9 milliards d'euros pour le secteur public (soit 20 % seulement du surcoût).**

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

La grande majorité des investissements (environ 80 % des coûts et 70 % des surcoûts par rapport au scénario tendanciel) doit servir à décarboner l'électricité. Plus précisément, cela implique :

- d'une part de **construire des capacités de production bas-carbone suffisantes** à une augmentation de 60 % de la production électrique, pour un investissement de 14,3 milliards d'euros par an (plus ou moins 1 milliard d'euros selon le mix exact de production) et surcoût d'environ 5 milliards d'euros par an par rapport au scénario tendanciel (plus ou moins 1 milliard d'euros par an) ;
- d'autre part de **renforcer le système électrique** (8,7 milliards d'euros par an dont 4,2 de plus que dans le scénario tendanciel) **et les moyens de flexibilité** à disposition (2,2 milliards d'euros par an, essentiellement en plus de la tendance) pour pouvoir permettre l'intégration de ces nouvelles capacités, notamment la part intermittente de ces dernières.

Sur les 25 milliards d'euros d'investissement par an dédiés à l'évolution du système électrique, on estime qu'environ 4,5 milliards d'euros (18 %) devront être assurés par les pouvoirs publics, sous la forme de complément de rémunération pour la part des énergies renouvelables non encore rentables par rapport aux prix de marché, d'une aide à l'investissement dans le nouveau nucléaire en cas de développement de ce dernier, et de subventions diverses aux solutions de flexibilité nécessaires à l'équilibre du réseau.

Le deuxième poste important d'investissement, estimé à 4,8 milliards d'euros par an d'ici 2050, est dédié au développement de capacités de production de gaz verts (biométhane et hydrogène) nécessaires à la substitution du gaz naturel partout où l'électrification des usages n'est pas la plus pertinente ou efficace. La part du public dans ces investissements est estimée à 2,4 milliards d'euros par an en moyenne d'ici 2050 (soit environ 50 %), essentiellement sous la forme d'aides à la production (tarifs de rachat²⁰⁰).

Enfin, le **soutien à la décarbonation des modes de production de chaleur, notamment pour le chauffage urbain**, est essentiellement estimé ici sous l'angle du soutien public à travers une **hausse des dotations du Fonds Chaleur de l'ADEME à hauteur de 800 millions d'euros par an, soit une hausse de 300 millions par an** environ par rapport à la tendance.

Les investissements ci-dessus permettraient à la France, outre l'atteinte de son objectif de neutralité carbone d'ici 2050, de **renforcer très largement son indépendance énergétique et d'améliorer sa balance commerciale** (voir point 2. de la troisième partie du présent rapport).

6.1 Les émissions du secteur

Les émissions directes du secteur de la production d'énergie, de l'ordre de **43 millions de tonnes de CO₂ équivalent** en 2019, représentent environ **10 % des émissions** territoriales. Près de la moitié de ces émissions est due à l'utilisation de ressources fossiles (gaz naturel, charbon et fioul) pour produire de l'électricité :

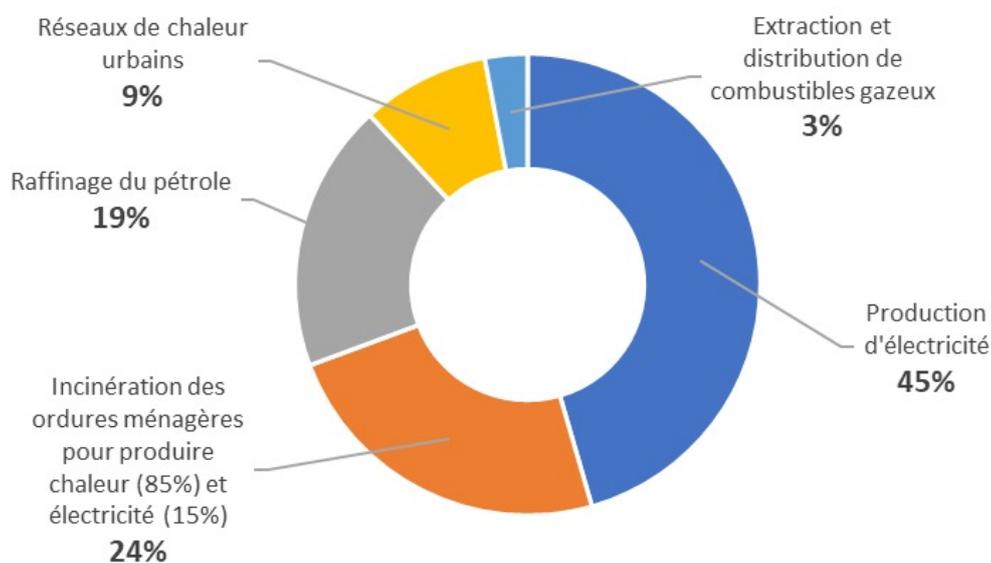


Figure 1 - Répartition des émissions liées à la production d'énergie²⁰¹

La SNBC2 fixe un objectif de réduction des émissions du secteur de la production d'énergie de 95 %²⁰² d'ici à 2050 par rapport à 2015, avec comme seules émissions restantes 2 millions de tonnes liées aux fuites résiduelles incompressibles de gaz renouvelables (cf. Figure 2). Cette baisse est le résultat de deux processus cumulés :

- **une baisse de la consommation d'énergie finale de la France de 40 % d'ici 2050**, sous l'effet de l'efficacité énergétique atteinte dans les autres secteurs (rénovation des bâtiments, efficacité des procédés industriels, etc.), d'une efficacité mécanique obtenue par l'électrification de nombreux usages (rendement des moteurs électriques 2 à 3 fois plus efficaces que les moteurs thermiques pour la mobilité, même ratio entre pompes à chaleur et chaudières thermiques dans le bâtiment) et de certaines mesures de sobriété²⁰³ ;
- **une décarbonation de l'énergie** que la France continuera de consommer.

Les investissements que nous avons chiffrés sont conformes avec cet objectif.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

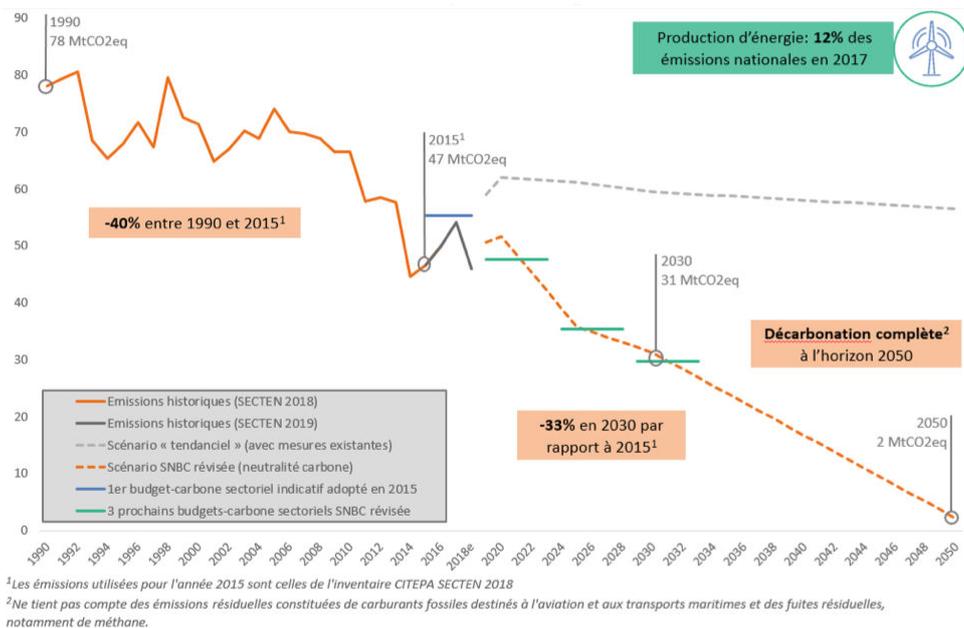


Figure 2 - Historique et projection des émissions du secteur de la production d'énergie entre 1990 et 2050 (en millions de tonnes de CO₂ équivalent)²⁰⁴

6.2 Comment décarboner le secteur ?

Les différentes activités du secteur énergie doivent suivre des trajectoires différentes pour atteindre la neutralité en 2050 et répondre à un triple enjeu.

Tout d'abord, **l'électricité doit être produite à partir des sources les moins carbonées possible**, énergies renouvelables et/ou nucléaires. La France est déjà bonne élève en la matière et fait figure d'exception en Europe avec une production d'électricité particulièrement décarbonée (50 à 80 grammes de CO₂ équivalent par kWh produit, suivant les années, contre 317 pour la moyenne Européenne²⁰⁵ en 2018), grâce à ses centrales nucléaires et son parc hydraulique, mais les moyens de production thermiques fossiles représentent encore environ 10 % de la production en 2021²⁰⁶ et sont responsables de la quasi-totalité des émissions du système électrique. Une fois l'électricité décarbonée, l'électrification des usages constitue un levier majeur de décarbonation des autres secteurs et dans cette optique, **la production d'électricité doit augmenter fortement - environ 60 %²⁰⁷-** et ainsi passer de 475 à 754 TWh d'ici 2050.

Ensuite, **des gaz verts, tels que le biogaz, doivent remplacer le gaz fossile** pour décarboner les usages difficiles à électrifier, comme certains usages industriels ou une partie du transport lourd.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Enfin, certaines activités telles que **le raffinage du pétrole ou l'usage du charbon, doivent tout simplement cesser**, et leur impact social anticipé et justement accompagné.

Pour permettre cette transition et inciter les acteurs privés à accélérer, **l'État a un rôle central à jouer, essentiellement à travers des subventions** aux énergies bas-carbone ainsi qu'à **l'établissement d'un cadre réglementaire clair** facilitant le montage de projets et donnant une visibilité suffisante aux différentes parties-prenantes.

6.2.1 Décarboner et adapter le système de production d'électricité

Les émissions de gaz à effet de serre liées à la production d'électricité représentent **45 % des émissions du secteur de l'énergie**, soit environ 20 millions de tonnes de CO₂ équivalent. Le défi de l'électricité est double : la quantité d'électricité produite doit augmenter d'environ 60 % pour aider les autres secteurs à se décarboner, tandis que la quasi-intégralité des émissions doit disparaître à l'horizon 2050. Il faut donc **en produire plus en émettant beaucoup moins**.

Pour répondre à cette double exigence, plusieurs futurs de développement des sources de production (éolien, solaire, nucléaire...) et des systèmes de transport, distribution et stockage de l'électricité sont possibles. **La question du mix de production, notamment, est un choix politique et le présent rapport ne prétend pas orienter le débat** vers un chemin en particulier : il s'appuie sur le rapport RTE « Futurs énergétiques 2050 »²⁰⁸, qui définit différents scénarios d'atteinte des objectifs de la SNBC pour le secteur électrique. Chaque scénario de production correspond à un mix énergétique différent en 2050, allant du 100 % renouvelable à des scénarios où le nucléaire représente encore 50 % du mix électrique total à 2050 car une relance du secteur vient compenser la fermeture inéluctable d'un certain nombre de réacteurs existants (voir figure 3).

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

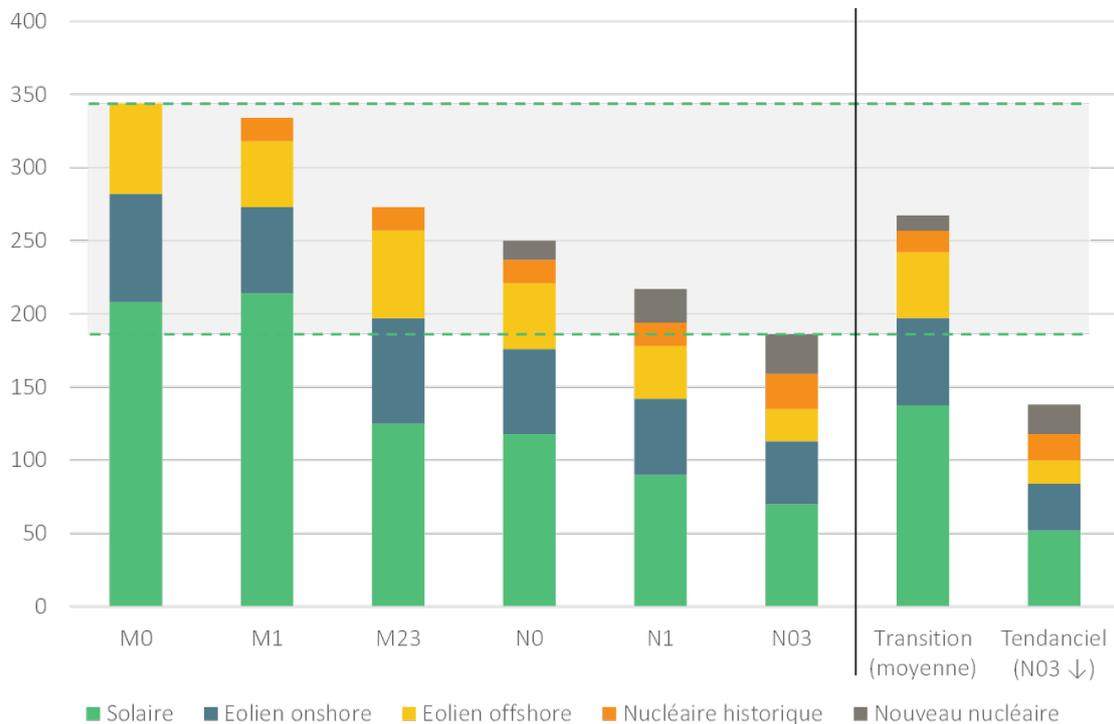


Figure 3 - Capacités de production installées en 2050, par technologie, dans les différents scénarios de production modélisés par RTE et le scénario de consommation de référence ; scénarios retenus en transition et en tendanciel, avant extrapolation à la variante "Hydrogène +"²⁰⁹

Chaque scénario permet d'atteindre à la fois les objectifs de neutralité carbone et de sécurité d'approvisionnement en électricité. Chaque scénario est par ailleurs sujet à des incertitudes, voire repose sur des paris technologiques et industriels : rythmes de développement de capacités renouvelables supérieurs aux rythmes historiquement pratiqués par les pays leaders européens (pour les scénarios à très hautes parts d'énergies renouvelables), prolongement du parc nucléaire existant au-delà de 60 ans (pour le scénario le plus nucléaire), ou même la capacité de la filière nucléaire à construire de nouveaux EPR d'ici 2035²¹⁰ (pour tous les scénarios impliquant une relance nucléaire). Considérant ces incertitudes et afin de refléter la diversité des mix de productions possibles pour atteindre l'objectif de neutralité carbone, **des enveloppes d'investissement minimales et maximales sont données ci-après, ainsi qu'une enveloppe moyenne basée sur la valeur moyenne des différents scénarios de RTE**. Cette moyenne n'est qu'un point de repère économique, sans réalité physique. Enfin, comme précisé précédemment, afin de couvrir l'ensemble des besoins (notamment en gaz verts) estimés pour chaque secteur en 2050, les enveloppes de coûts données par RTE dans son scénario de référence ont été ajustées proportionnellement à la consommation électrique 2050 calculée par RTE dans sa variante "Hydrogène +".

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

La valeur moyenne des dépenses d'investissements (CAPEX) pour chacun des mix de production d'électricité considérés par RTE pour faire transiter le système électrique vers la neutralité carbone est de 704 milliards d'euros soit 25 milliards d'euros par an en moyenne, plus ou moins 10-15 % suivant les scénarios (fourchette comprise entre 22,4 milliards par an pour le scénario N03 et 26,8 milliards par an pour le scénario M1)²¹¹. Cette valeur moyenne est répartie de la façon suivante entre modes de production et adaptation du réseau :

- **41 %**, soit 10,3 milliards d'euros par an, pour développer les capacités de **production d'électricité renouvelable** ;
- **16 %**, soit 4 milliards par an, pour développer les capacités de **production nucléaire** ;
- **34 %**, soit 8,7 milliards par an, pour renforcer et **adapter les réseaux** de transport et de distribution ;
- **9 %**, soit 2,2 milliards par an, pour développer des **solutions de flexibilité** nécessaires pour assurer l'équilibre du réseau face notamment au caractère intermittent d'une bonne partie de la production renouvelable. Ces dernières incluent notamment de nouvelles centrales à gaz fonctionnant au biométhane, voire à l'hydrogène.

Pour estimer les dépenses d'investissement qui auraient été engagées dans un scénario *business as usual*, et conformément aux annonces récentes du Président de la République concernant la relance du nucléaire français²¹², il a été considéré que **le système électrique 2050 tendanciel sera à l'image du scénario le plus nucléarisé de RTE** (*i.e.* N03, incluant prolongement du parc actuel, construction d'EPR et de petits réacteurs SMR). Ce scénario a ensuite été redimensionné à la baisse en termes de quantité d'électricité produite, en considérant que le rythme tendanciel d'électrification des usages ne suivra pas de croissance telle que dans les scénarios de neutralité carbone de RTE²¹³. Par cette méthode, les investissements *business as usual* dans le système électrique sont estimés à environ 396 milliards d'ici 2050 soit 14,1 milliards d'euros par an, en moyenne sur la période 2022-2050.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

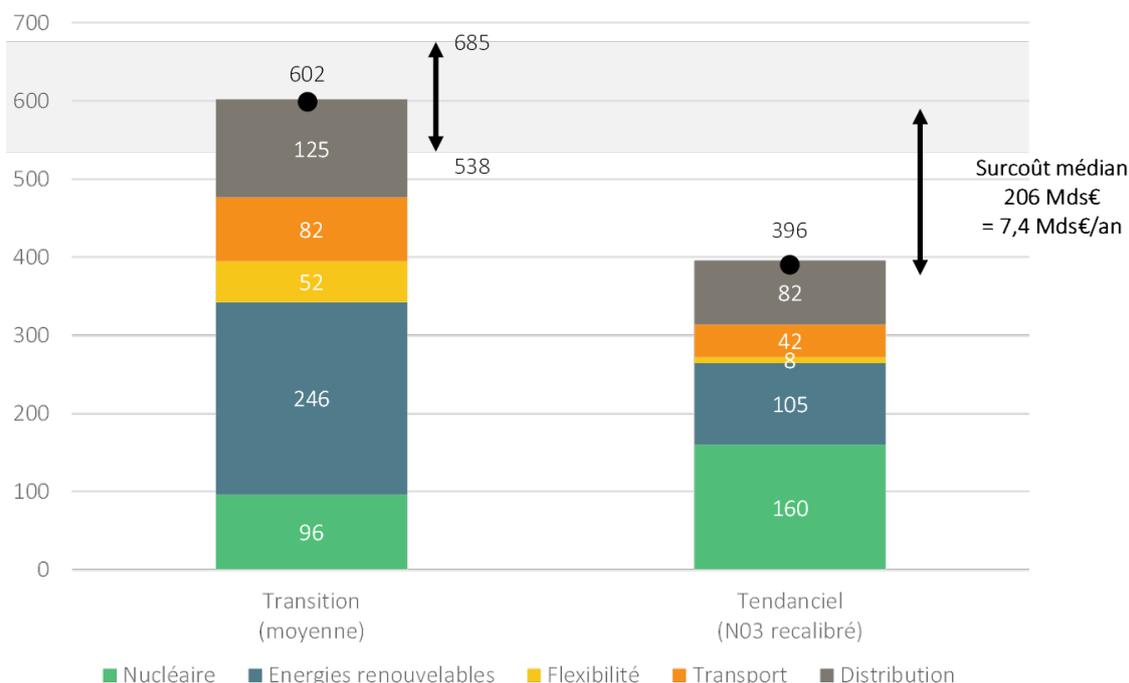


Figure 4 - Coûts d'investissement totaux à 2050 en transition (min, moyen, max) et en tendanciel

Par conséquent, **le surcoût moyen d'investissement en faveur d'un système électrique totalement décarboné en France est estimé à 11 milliards d'euros par an entre 2022 et 2050** (fourchette comprise entre 8,3 et 14,3 milliards d'euros en fonction du scénario), **en incluant** non seulement le coût d'investissement dans les capacités de production mais également **l'adaptation des réseaux de transport et distribution, ainsi que le coût des solutions de flexibilité** à mettre en place pour s'adapter au caractère intermittent du solaire et de l'éolien.

À l'inverse, l'éventuel impact, difficile à estimer, d'une forte croissance mondiale des énergies renouvelables sur le prix de certaines matières premières (e.g. aluminium, lithium, etc.) et par conséquent sur les prix de ces technologies, n'est pas prise en compte ici.

Qu'il s'agisse des énergies renouvelables ou du nucléaire, il est vraisemblable qu'un soutien public à leur développement sera nécessaire. Les sous-paragraphes suivants ont pour objectif de cadrer le champ des possibles en la matière et de chiffrer le coût associé pour les pouvoirs publics. Les coûts relatifs au renforcement du réseau électrique portés par Enedis et RTE, gestionnaires privés du réseau (bien que menant une mission de service public) et financés auprès des consommateurs à travers une taxe sur la facture d'électricité (TURPE ou Tarif d'Utilisation des Réseaux Publics d'Électricité), sont considérés comme privés et exclus de la réflexion.

6.2.1.1 SOUTIEN PUBLIC AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES

Le soutien public à la production d'électricité d'origine renouvelable, comme l'ensemble des énergies renouvelables, est encadré par des règles communautaires européennes datant de 2014 et repose sur les principes suivants²¹⁴.

En premier lieu, le mode principal de soutien public aux énergies renouvelables est un **soutien à la production**, complété marginalement par un soutien à la R&D. Plus précisément, les États peuvent recourir soit à des **obligations d'achat (i.e des tarifs de rachat garantis)**, soit, de plus en plus, à des **mécanismes de rémunération sur le marché avec prime**, également appelés « **compléments de rémunération** ». Dans le premier cas, tout kilowattheure injecté sur le réseau public est racheté par un acheteur obligé à un tarif d'achat fixé à l'avance. Ce mécanisme est particulièrement efficace pour sécuriser les projets, et donc les investissements, lorsque la filière est encore peu mature. Dans le second cas, l'exploitant vend sa production sur le marché et une prime variable lui est versée en complément jusqu'à atteindre un montant garanti. À l'inverse, si le prix du marché dépasse le tarif garanti, c'est l'exploitant qui rembourse la différence à l'État. Dans les deux cas, l'objectif est de garantir au producteur un niveau de rémunération permettant de couvrir les coûts de son installation et d'assurer une rentabilité normale à son projet. Tarif de rachat comme complément de rémunération sont contractés pour une durée de 12 à 25 ans selon les technologies et leur degré de maturité. Le niveau des tarifs garantis est revu périodiquement afin de rester en adéquation avec la maturité de la filière et la baisse des coûts de production.

Pour les installations de puissance supérieure à 500 kW (ou 3 MW ou 3 unités de production pour la filière éolienne), c'est le complément de rémunération qui doit obligatoirement être utilisé, ce depuis le 1^{er} janvier 2016. En revanche, **pour les installations de puissance supérieure à 1 MW** (ou 6 MW ou 6 unités de production pour la filière éolienne), l'État est par ailleurs obligé de passer par des **appels d'offres technologiquement neutres**, diligentés par la commission de régulation de l'énergie (CRE), pour sélectionner les projets éligibles aux aides. À l'inverse, **le soutien aux plus petites installations** fonctionne le plus souvent sur un principe de guichet ouvert, i.e. où toute installation respectant les critères peut bénéficier des aides publiques²¹⁵. D'autres aides financières peuvent par ailleurs être accordées au cas par cas par les pouvoirs publics (conseils régionaux et généraux, ADEME, fonds européens, etc.).

La question des montants prévisionnels de dépense publique associés à ces dispositifs de soutien est à la fois sensible et complexe.

Sensible car, comme le rappelle la CRE, les dispositifs de soutien aux énergies renouvelables **engagent l'État sur des contrats de longue durée et représentent des enjeux financiers considérables**. Les conséquences de ces engagements n'ont pas toujours été bien anticipées et suffisamment strictement encadrées, comme en a témoigné un fort effet d'aubaine sur la filière solaire dans les années 2000 s'étant conclu par moratoire en 2010. Ainsi, la CRE recommande que soit définie, lors de l'établissement de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

et au moins tous les cinq ans, une enveloppe pluriannuelle de dépenses prenant en compte les engagements sur toute la durée des contrats d'achat²¹⁶. Il appartiendrait au gouvernement d'en optimiser l'emploi pour atteindre les objectifs de développement des filières.

Complexe à déterminer et à budgéter sur le temps long car les dépenses publiques relatives au complément de rémunération, modèle de soutien qui tend aujourd'hui à s'imposer, **dépendent très fortement du prix de marché** de l'électricité, dont les fluctuations court-termes et *a fortiori* les évolutions long-terme d'ici 2050 sont très difficiles à anticiper. **Ces dépenses publiques peuvent même se transformer en recettes publiques lorsque le prix du marché dépasse le montant garanti** dans le contrat entre l'État et le producteur. C'est le cas en ce moment même pour les filières les plus matures, depuis la forte hausse du prix de l'électricité en 2021 : le prix de marché, installés au-dessus des 120 €/MWh (Ex : 190 €/MWh en date du 7 février 2022²¹⁷), est ainsi 2 à 3 fois supérieur au tarif de référence moyen proposé par les lauréats de la neuvième et dernière période en date d'appel d'offres pour les centrales solaires au sol (60 €/MWh²¹⁸).

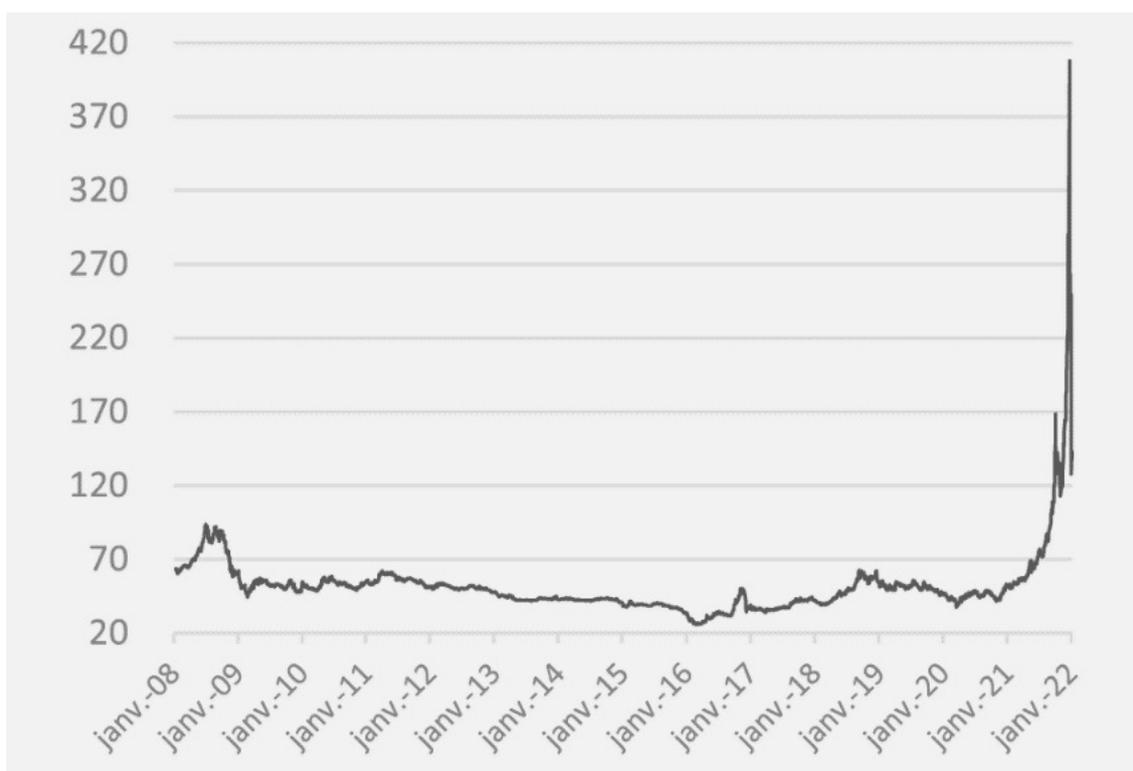


Figure 5 - Évolution du prix de l'électricité depuis 2008 (en €/MWh)²¹⁹

Cette hausse du prix de l'électricité sur le marché européen **est liée à des éléments conjoncturels**, comme la reprise d'activité tirant la demande à la hausse et à laquelle les producteurs, notamment de gaz, ont du mal à faire face, **mais également structurels**.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Rappelons tout d'abord qu'à chaque instant, les capacités de production électriques sont appelées à produire sur le réseau par ordre croissant de « coût marginal de production », jusqu'à satisfaire la demande. Ce coût marginal, variable, dépend fortement du **prix du combustible et du prix d'achat de droits à émettre du CO₂ équivalent**. Or, ces quotas CO₂ s'échangent actuellement autour de 80 euros la tonne, contre à peine 7 euros à la fin 2017. Cette évolution en fait aujourd'hui un des principaux déterminants du prix de l'électricité, qui n'est pas voué à redescendre, bien que des risques de spéculation soient désormais à anticiper²²⁰. Cette hausse (potentiellement pérenne) du coût des combustibles fossiles et celle (certainement pérenne) du prix des permis d'émission du CO₂ sont de nature à faire augmenter le coût de production des modes de production fossiles (gaz, charbon, fuel), au bénéfice de la compétitivité des énergies renouvelables, dont le coût de production intrinsèque va de surcroît continuer de baisser (une division par 2 des coûts d'investissement pour le solaire et - 25 % pour l'éolien sont anticipés par l'ADEME à 2050²²¹).

Dans ce contexte, le niveau de soutien public du développement des énergies renouvelables pourrait bien tomber à zéro, voire devenir une source de revenus si le prix de marché s'installe durablement au-dessus des prix négociés avec les producteurs. Étant donné les très fortes incertitudes, on considère une **enveloppe allant de 0 % de prise en charge publique à 30 %**, ordre de grandeur conforme aux niveaux historiques, avec une valeur nominale moyenne à 15 %, soit **1,54 milliard d'euros par an** pour la moyenne des scénarios RTE (fourchette allant de 0 à 4,2 milliards d'euros par an suivant le mix de production, le prix de l'électricité et le taux moyen de subvention publique). Le surcoût public par rapport au scénario tendanciel passe quant à lui de 0 à 3 milliards d'euros par an, avec une moyenne à un peu moins de 1 milliard d'euros par an.

Mesure 6.1 :

Maintenir les compléments de rémunération pour les énergies renouvelables non encore économiquement rentables.

Coût public

1,54 milliards d'euros par an

Surcoût public

982 millions d'euros par an

La part « OPEX » (liée aux coûts opérationnels) des tarifs de rachat et compléments de rémunération de l'ensemble des filières de production d'électricité renouvelable, non incluse dans ces totaux restreints aux coûts d'investissement, est évaluée à environ **3,3 milliards d'euros par an**. Au total, les charges de service public de l'énergie relatives au

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

soutien aux énergies renouvelables électriques sont estimées à 4,8 milliards d'euros par an en moyenne (avec des variations selon le mix de production).

Pour rappel, nous proposons également un soutien de l'État au secteur des énergies renouvelables à travers un **soutien au développement et à la relocalisation de filières de production de panneaux solaires et de batteries** nécessaires à la flexibilité du réseau, développés dans la partie Industrie. Des aides à la Recherche & Développement, notamment en provenance de l'ADEME, sont également envisagées et incluses dans le soutien public à la R&D privée (cf. partie relative aux mesures transverses).

6.2.1.2 SOUTIEN PUBLIC AU NUCLÉAIRE

Dans un rapport de 2012, la Cour des comptes²²² dresse le bilan du **financement du parc nucléaire historique** français. Les coûts identifiés sont regroupés en deux familles :

- Des **investissements physiques** pour un montant d'environ 121 milliards d'euros, dont l'essentiel a été porté par EDF. EDF estime tout de même que **l'État a contribué à ces investissements à hauteur de 8 % environ**, soit 9,7 milliards d'euros, sous forme de dotations au capital ;
- Des **investissements en matière de recherche** appliquée et de développement pour un montant d'environ 55 milliards d'euros entre 1957 et 2010²²³. Parmi ces 55 milliards, **l'État a financé de manière directe, sous forme de crédit d'impôts et de subventions**, notamment à travers le fonctionnement du CEA²²⁴, **38 milliards d'euros**, soit environ 700 millions d'euros par an.

Se pose désormais la question suivante : le niveau de soutien à l'éventuel nouveau nucléaire sera-t-il aligné sur cette tendance historique ou sera-t-il totalement différent ?

Compte-tenu de l'évolution de la situation financière d'EDF ainsi que du marché de l'électricité en France et en Europe entre la construction du parc historique et aujourd'hui, la part que l'État devra prendre en charge vis-à-vis des investissements physiques peut être très variable. Un rapport de la Direction Générale du Trésor, ayant fuité fin 2020, évoquait plusieurs scénarios et n'hésitait pas à indiquer un besoin de participation de l'État de 50 % voire 100 % des investissements nécessaires à la construction des futures centrales EPR²²⁵. Ainsi, entre les 8 % historiques et les 100 % évoqués dans ce document, le couloir est large. On retient ici une valeur nominale de 50 %. Par ailleurs, les scénarios RTE font grandement varier la part du nucléaire dans la production d'électricité en 2050.

En considérant une prise en charge à 50 % par l'État de ces coûts, les investissements publics moyens dans les infrastructures de production nucléaire seraient de 56 milliards d'euros d'ici 2050 (variant significativement, entre 15 et 127 milliards d'euros par an

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

selon les scénarios) **soit 2 milliards d'euros par an**. En comparaison, le scénario tendanciel où l'on produit moins d'électricité mais beaucoup à partir de nucléaire (scénario N03 recalibré) implique 80 milliards d'euros d'investissement public (soit 2,85 milliards par an). **Le surcoût public moyen est donc négatif mais varie entre - 2,3 milliards et +1,7 milliard d'euros par an suivant le mix de production choisi**. Tous les montants présentés peuvent doubler en cas de prise en charge à 100 % des investissements par le public.

Mesure 6.2 :

Prévoir des aides à l'investissement dans les futurs réacteurs nucléaires, en cas de relance du nucléaire français.

Coût public

2 milliards d'euros par an

Surcoût public

0,85 milliards d'euros par an

En dehors des investissements dits physiques, la filière se trouve également devant des enjeux technologiques majeurs qui ne pourront être relevés que par un **effort concerté de Recherche et Développement** (gestion de la fin de vie du parc historique avec des éventuelles prolongations de durée de vie au-delà de 60 ans, potentiel déploiement de nouveaux réacteurs EPR sur le territoire national et en dehors de nos frontières, stockage définitif des déchets électronucléaires, selon le scénario retenu à long terme un éventuel regain d'intérêt pour la filière à neutrons rapides dans l'objectif de boucler le cycle du combustible, le développement de réacteurs modulaires dits SMR²²⁶). Ces 60 dernières années, l'État français a investi environ 700 millions d'euros par an dans la recherche

nucléaire²²⁷. Nous prenons pour hypothèse d'un maintien de ces montants dans le scénario tendanciel et d'une baisse moyenne à 400 millions d'euros par an pour le scénario de transition, masquant de fortes disparités selon le mix de production choisi²²⁸. Ce soutien pourrait être réparti pour moitié via des subventions directes et pour moitié via des crédits d'impôt.

Mesure 6.3 :

Dans le cas d'un mix électrique avec du nouveau nucléaire, maintenir les 700 millions d'euros par an de soutien public à la recherche nucléaire.

Coût public

400 millions d'euros par an

Surcoût public

300 millions d'euros par an

L'épineux coût du capital

Hormis les investissements directs et indirects auxquels l'État pourra contribuer en soutien à la filière nucléaire, son aide sera également importante, dans le cadre du développement d'un nouveau nucléaire, pour **réduire le coût du capital nécessaire aux investissements privés**.

Le coût du capital, en fonction des hypothèses, peut en effet représenter **plus de la moitié du coût complet de production du nouveau nucléaire**²²⁹. Réduire ce coût de financement présente donc un intérêt majeur et RTE nous invite à étudier des modes de financement plus favorables que ceux qui peuvent être pratiqués sur les marchés pour ce type d'investissement. Ainsi, en abaissant le risque concernant les investissements, le soutien public rend le secteur plus attractif pour les capitaux privés et permet aux porteurs de projet de bénéficier de taux d'intérêt faibles.

Quels sont les différents leviers de financement possibles, et quel rôle l'État peut-il jouer ?

Lorsqu'on regarde tant ce qui a pu être fait par le passé que les discussions en cours à l'étranger, notamment au Royaume-Uni, trois grandes stratégies se dégagent pour réduire le coût du

capital pour des investissements de type nouveau nucléaire :

- **Emprunts privés** sur les marchés internationaux avec une **garantie par l'État** ;
- Mise en place d'un **mécanisme de complément de rémunération** i.e. un prix de vente minimum garanti par l'État au moment de la construction de la centrale pour assurer à l'exploitant un revenu minimum une fois la centrale en production, quelles que soient les variations du prix de marché. Ce mécanisme est déjà utilisé pour les énergies renouvelables en France et ainsi que pour le financement de la centrale nucléaire de Hinkley Point C au Royaume-Uni ;

Mise en place d'un **mécanisme dit « Base d'Actifs Régulée »**, similaire au mécanisme à l'étude pour le financement de la centrale de Sizewell C au Royaume-Uni²³⁰. Ce mécanisme, déjà utilisé dans le secteur de transport de gaz et d'électricité et dans les Télécoms, implique de rémunérer les investissements dès le début de la construction pour l'électricité qui sera livrée plusieurs années plus tard.

Là-encore, le choix de stratégie à adopter implique de nombreux acteurs et est éminemment politique, et ce rapport ne propose pas de trancher formellement le débat. Néanmoins, **dans un scénario de relance** du nucléaire français, il apparaît indispensable que **l'État se positionne en soutien à la filière d'une manière ou d'une autre afin d'en contenir les coûts**, que ce soit en investissant directement et/ou en réduisant indirectement le coût du capital pour les investissements privés.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Mesure 6.4 :

Dans le cadre d'un choix de mix électrique avec nouveau nucléaire, définir un cadre favorable à l'investissement privé afin de réduire le coût du capital, aujourd'hui majoritaire dans le prix de production de l'électricité nucléaire. Notamment, continuer à militer en faveur de l'intégration du nucléaire dans la taxonomie européenne.

Mesure 6.5 :

Dans le cas d'un mix électrique avec du nouveau nucléaire, déployer les investissements évoqués dans le cadre du plan France 2030 en soutien à la filière électronucléaire pour des technologies de rupture (1 milliard d'euros d'ici 2030) et maintenir les investissements publics prévus pour les PME et ETI du secteur (470 millions d'euros d'ici 2030).

Coût public (moyenne à 2050)

52 millions d'euros par an

Surcoût public

Nul

Au total, le soutien public à la filière nucléaire est estimé à 2,56 milliards d'euros par an dans le scénario de transition moyen et avec une prise en charge à 50 % des coûts d'investissement dans les outils de production, contre 3,71 milliards d'euros par an pour le scénario tendanciel.

6.2.2 Remplacer le gaz fossile par du biogaz et autres gaz « verts »

Le gaz représente aujourd'hui environ 20 % de la consommation d'énergie finale de la France et 20 % de ses émissions territoriales²³¹. Environ 80 % de ce gaz est utilisé pour chauffer les bâtiments (environ 50 %) et pour les besoins énergétiques de l'industrie (~30 %)²³². Cette **consommation de gaz est amenée à fortement baisser sous l'effet des leviers de décarbonation activés dans l'ensemble des autres secteurs** (sobriété, efficacité, électrification des usages).

Pour fournir les besoins restants jusqu'en 2050 tout en atteignant l'objectif de neutralité carbone, le secteur énergétique va devoir, tout comme pour l'électricité, **non seulement**

décarboner la production de gaz mais aussi développer l'infrastructure nécessaire à la fourniture de ce gaz décarboné aux secteurs aval, condition *sine qua non* pour la décarbonation de ces derniers.

Le biométhane²³³ et l'hydrogène vert issus des filières méthanisation, pyrogazéification et power-to-gaz peuvent jouer ce rôle. En effet, ils possèdent un facteur d'émission du kWh consommé très inférieur au gaz fossile²³⁴, ce qui fait de ces vecteurs énergétiques une pièce maîtresse de la décarbonation des secteurs aujourd'hui captifs de combustibles gazeux (les fours industriels, le chauffage des bâtiments via des chaudières au gaz, etc.) ou liquides (la mobilité lourde et longue distance).

Le développement de ces filières permettra d'accomplir des baisses d'émissions très significatives dans les secteurs aval (bâtiment, transport et industrie principalement). En amont, la production de biométhane à partir de biodéchets et de déjections animales permet également d'éviter le relargage direct dans l'atmosphère du méthane issu de leur décomposition. Ainsi, cette filière contribue aussi à la réduction des émissions des secteurs agriculture et déchets. Ces baisses d'émissions ont été chiffrées dans les secteurs en question à chaque fois qu'un levier de décarbonation impliquait du biométhane ou de l'hydrogène, et ne sont donc pas chiffrés ici pour éviter un double compte. Il est à noter cependant que la filière biométhane sera à l'origine d'émissions de l'ordre de 2 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an en 2050, dues à des fuites incompressibles de biométhane dans l'atmosphère²³⁵.

Bien que la méthanisation soit en croissance de plus en plus rapide, la filière biométhane française reste de taille modeste comparé à son potentiel de développement. Ainsi, environ 13,5 TWh de biométhane et 1,3 TWh d'hydrogène vert²³⁶ ont été produits en 2020. En comparaison, l'ADEME et GrDF, gestionnaire français du réseau de distribution de gaz, estiment qu'en mobilisant l'ensemble du gisement disponible, **la France pourrait produire de l'ordre d'environ 270 à 360 TWh de gaz vert²³⁷, biométhane et hydrogène confondus, soit environ 20 fois leur production actuelle.** L'étude affiche même un potentiel théorique de 460 TWh de gaz renouvelable, basé sur l'ensemble des bioressources disponibles n'entrant pas en concurrence avec les usages alimentaires et matières premières. **Le potentiel technique de mobilisation des ressources en biomasse du territoire constitue ainsi un maximum, mais ne sera pas forcément totalement exploité** en fonction des conditions de chaque marché et du prix des sources concurrentes d'énergie : on parle alors de potentiel de production économique. Ainsi, l'ADEME et GrDF annoncent, pour leur fourchette de production de 270 à 360 TWh, un coût global de production compris entre 116 et 153 €/MWh²³⁸. À titre de comparaison, le prix du gaz fossile livré au point d'échange gaz, inférieur à 20 €/MWh en 2020, oscillait autour de 50-60 €/TWh fin 2021 avec un pic à 140 €/TWh fin décembre^{239 240}. Si nous retenons cette étude comme point de référence, ses niveaux de production peuvent être discutés et plusieurs autres études et organismes se sont attachés à évaluer ce potentiel de production de gaz verts²⁴¹ ou ont défini des scénarios intégrant une part plus ou moins importante de ces gaz dans le mix énergétique 2050²⁴².

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Si la présente étude n'inclut pas un rebouclage complet de l'ensemble des flux physiques de production et de consommation, comme cela peut-être le cas chez RTE ou négaWatt, un premier travail a été fait pour s'assurer que **les besoins en gaz estimés pour nos différents secteurs à horizon 2050 sont bien couverts, en ordre de grandeur, par nos capacités de production de gaz verts**. L'analyse montre qu'il est bien possible de produire les volumes requis. La figure 5 synthétise, pour le biométhane et l'hydrogène, les besoins à 2050 des différents secteurs et le potentiel de production annuelle de ces gaz générée par les différentes filières de production (méthanisation, pyrogazéification, power-to-gas), tels que pris en compte dans notre modèle. **Ces points d'équilibre ne sont pas figés et pourront s'ajuster en fonction de la rapidité effective de développement des différentes filières de production de gaz verts, de l'évolution de leurs coûts de production respectifs et de leur concurrence avec d'autres vecteurs énergétiques comme l'électricité**. Par exemple, le potentiel de production de biométhane par gazéification est estimé par l'ADEME à 65 TWh, avec même un potentiel théorique affiché à 135 TWh²⁴³. Or, la filière n'est pas encore mature et affiche un objectif d'injection de 1 TWh de gaz dans les réseaux à horizon 2028²⁴⁴.

Quel que soit le scénario qui se concrétisera, il semble raisonnable de partir du principe que la ressource en gaz verts sera moins abondante que le gaz fossile historiquement utilisé (car les ressources en biomasse sont limitées) et potentiellement plus coûteuse. Dans ces conditions, il sera **nécessaire de prioriser les usages du gaz en commençant par les plus difficiles à substituer par de l'électricité, que ce soit techniquement ou économiquement**. Plus précisément, les usages industriels (notamment pour la production de chaleur) devraient recevoir la priorité, suivis par les besoins pour le transport lourd (tracteurs, camions²⁴⁵). Les usages du gaz dans le secteur du bâtiment, les plus faciles à électrifier, doivent servir de variable d'ajustement.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

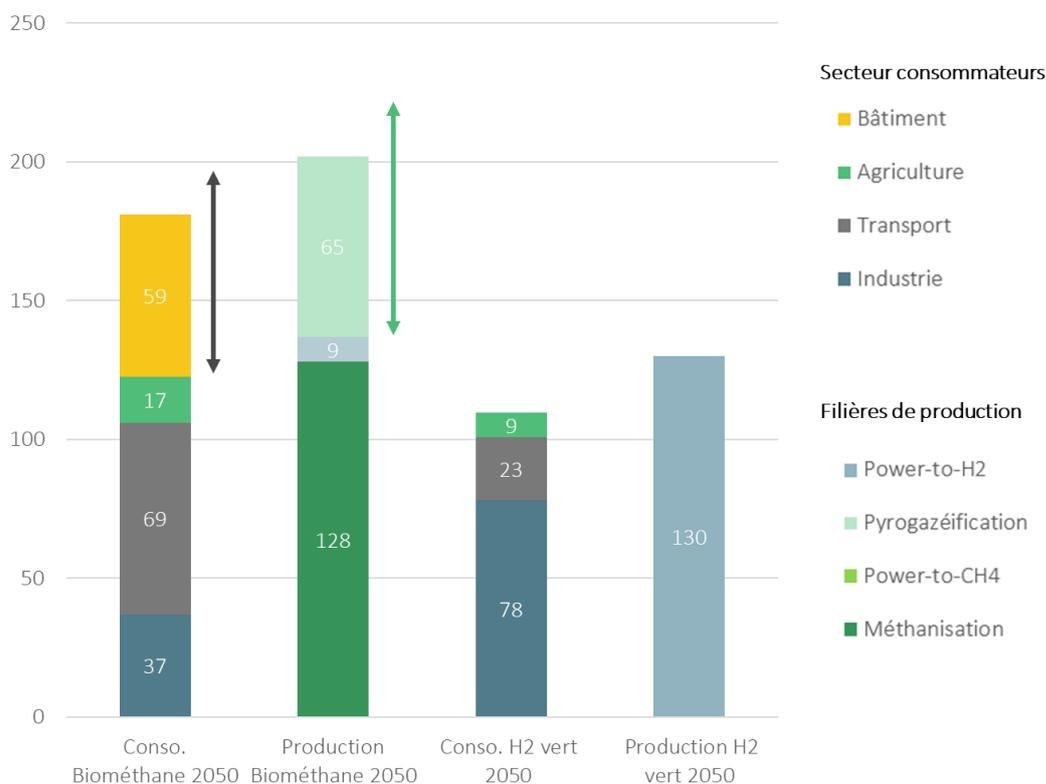


Figure 5 - Ordres de grandeur de production et consommation de gaz verts en 2050 (en TWh)²⁴⁶

Ce niveau de développement est très ambitieux et impose une montée en régime très significative, avec un taux de croissance moyen annuel du secteur « gaz vert » de 20 % par an d'ici 2050. À titre de comparaison, la filière biométhane a enregistré une hausse de 60 % de ses capacités de production en 2021 et, à fin septembre 2021, un millier de projets attendaient d'être validés pour une capacité supplémentaire cumulée de 20 TWh par an²⁴⁷.

Pour parvenir à un tel niveau de développement, le montant des investissements dans les actifs de production de biométhane (méthanisation, pyrogazéification) et dans l'adaptation des réseaux de transport et de distribution de gaz est estimé à 4,8 milliards d'euros par an, soit environ 136 milliards cumulés d'ici à 2050. Les investissements nécessaires au développement des actifs de production d'hydrogène par power-to-gaz sont déjà inclus dans les enveloppes considérées dans la partie « système électrique ». Compte tenu du faible rythme de développement actuel de la filière (environ 0,2 milliards d'euros par an, en légère croissance malgré une forte croissance sur la partie biométhane injection), le scénario tendanciel présente des coûts relativement négligeables en comparaison du scénario de transition, entraînant un surcoût de transition de l'ordre de 4,6 milliards d'euros par an.

Ces surcoûts d'investissement s'accompagnent de **surcoûts d'exploitation (OPEX, non intégrés aux totaux de l'étude) de l'ordre de 6,5 milliards d'euros par an** (183 milliards

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

d'euros cumulés sur la période 2022-2050). Ces dépenses doivent être **mises en regard des gains financiers permis par la substitution des énergies fossiles** en aval. À titre de comparaison, les importations françaises de gaz et de pétrole brut s'élevaient en 2019 à 33 milliards d'euros. **Les filières de production de gaz vert sont par ailleurs génératrices d'externalités positives** comme, pour la production de biogaz, une création d'emploi ruraux, la mise en place de dynamiques d'économie circulaire, une réduction du coût de traitement des biodéchets, une réduction de la pollution des nappes phréatiques liée à l'épandage direct de lisier, une diminution du recours aux engrais azotés grâce à l'utilisation du digestat de méthanisation, etc.²⁴⁸

Le principal mode de soutien public au développement de ces filières consiste aujourd'hui à garantir un tarif de rachat aux producteurs de biogaz et de biométhane.

Grâce à ce dispositif, un producteur est assuré de vendre, à un tarif fixé par arrêté et pour une durée de 15 ans, le biométhane produit par son installation à un fournisseur de gaz naturel ou l'électricité produite par cogénération de son biogaz à un fournisseur d'électricité. Il est difficile de dire si ce mode de soutien basculera un jour, comme pour les énergies renouvelables électriques, vers un complément de rémunération, c'est pourquoi nous maintenons ici un schéma « tarif de rachat » dans nos projections. Les charges de service public liés au rachat de biogaz et de biométhane sont calculées sur la base de la différence entre le prix payé par le fournisseur à l'achat de la production et un prix de référence qu'il aurait payé en s'approvisionnant sur le marché, le tout déduit, dans le cas du biométhane, de la valeur des garanties d'origine²⁴⁹ émises par la production de ce gaz vert²⁵⁰.

Tout comme pour les énergies renouvelables électriques, l'estimation de ce poste de coût public à horizon 2050, dépendante à la fois de l'évolution du prix du gaz²⁵¹ et de la baisse des coûts de production du biométhane²⁵², est sujette à énormément d'incertitudes. En considérant que la quasi-totalité des nouvelles capacités de méthanisation sera dédiée à la production de biométhane (carburant ou injecté sur le réseau²⁵³) et un taux moyen de 20 % de couverture publique des investissements d'ici 2050 (incluant une baisse des coûts de la filière de 35 % d'ici 2050, une légère hausse de la valeur des garanties d'origine, un prix du gaz oscillant entre son prix historique et son prix actuel), **le coût pour l'État serait de l'ordre de 360 millions d'euros par an en moyenne d'ici 2050.**

Mesure 6.6 :

Maintenir les tarifs de rachat de la filière biométhane.

Coût public

360 millions d'euros par an

Surcoût public

315 millions d'euros par an

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Il convient de souligner que la filière méthanisation est également soutenue à travers d'autres dispositifs, tels que le Fonds « Économie Circulaire » (qui finance les équipements de traitement du digestat et les projets de méthanisation avec valorisation du biogaz produit par cogénération) et le Fonds chaleur (qui finance les projets de méthanisation avec valorisation directe de chaleur et les réseaux de chaleur associés ainsi que les projets d'injection de biométhane dans les réseaux de gaz)²⁵⁴, dispositifs décrits et déjà pris en compte dans la partie Industrie.

Les autres filières de production de biométhane et d'hydrogène vert, aujourd'hui balbutiantes mais potentiellement responsables de la production de dizaines de TWh de gaz à horizon 2050, vont devoir être soutenues également. C'est pourquoi nous proposons d'étendre à ces nouvelles technologies les logiques et dispositifs de soutien actuellement mis en œuvre pour la méthanisation. Là encore, les enveloppes de soutien public sont soumises à de nombreuses incertitudes (évolution du coût de production des technologies, du prix du gaz, du prix de l'électricité et du prix de l'hydrogène pour le power-to-gaz, etc.). **Les ordres de grandeur estimés sont de 743 millions d'euros par an pour la gazéification et 1,34 milliards d'euros par**

an pour le power-to-gaz, en moyenne d'ici 2050 pour atteindre les niveaux de production 2050 présentés en Figure 5. Le scénario tendanciel n'intégrant pas le développement de ces technologies, les surcoûts sont ici identiques aux coûts.

La part "OPEX" (liée aux coûts opérationnels) des tarifs de rachat de l'ensemble des filières de production de gaz verts, non incluse dans ces totaux restreints aux coûts d'investissement, est évaluée à environ 3,3 milliards d'euros par an. **Ainsi, au total, les charges de service public de l'énergie relatives à notre scénario sont estimées, toutes filières confondues (méthanisation, gazéification et power-to-gas), à 5,7 milliards d'euros par an.**

Mesure 6.7 :

Étendre la logique de soutien et les tarifs de rachat aux nouvelles filières de production de gaz verts (gazéification, power-to-gas)

Coût public

2 milliards d'euros par an

Surcoût public

2 milliards d'euros par an

6.2.3 Sortir du pétrole et cesser son raffinage

Les émissions de gaz à effet de serre liées aux activités de raffinage de pétrole étaient en 2019 de l'ordre de **9 millions de tonnes de CO₂ équivalent, soit 19 % des émissions du secteur de la production d'énergie**. En l'espace de trente ans, ces émissions ont déjà baissé de 37,3 %, notamment sous l'effet de la fermeture de quatre raffineries sur le territoire français. Néanmoins, cette baisse n'est pas *stricto sensu* synonyme d'une contribution à l'atténuation du changement climatique à l'échelle planétaire, puisqu'elle s'est accompagnée d'une augmenta-

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

tion des émissions importées d'essence et de gazole, nécessaires pour subvenir aux besoins croissants de notre consommation domestique.

L'objectif de la stratégie de neutralité carbone du territoire français s'accompagnera d'un arrêt quasi total de la consommation des énergies fossiles à l'horizon 2050 sur le territoire, remplacées par de l'électricité décarbonée, des gaz décarbonés et des biocarburants. Par conséquent, il semble raisonnable de considérer que les activités de raffinage en France subiront une baisse d'activité du même ordre. Une hypothèse de **baisse de 90 % des émissions des activités de raffinage** a été choisie, afin de garder une petite marge de manœuvre pour garantir une éventuelle poursuite d'activité de transformation des produits pétroliers à des fins non-énergétiques.

Cette baisse des émissions du raffinage étant la conséquence de la sortie des énergies fossiles dans les secteurs aval, aucune enveloppe d'investissement particulière n'est prévue. En revanche, **les conséquences sociales de cette transition devront être prises très au sérieux et accompagnées. C'est l'objet du Fonds de Transition Juste** proposé dans la partie relative aux mesures transverses, qui vise à accompagner et financer la mobilité professionnelle et la formation des salariés des filières fortement impactées par la transition.

6.2.4 Décarboner la production de chaleur pour le chauffage urbain et autres émissions résiduelles

La **production de chaleur pour le chauffage urbain émettait environ 4 millions de tonnes de CO₂ équivalent en 2019, soit 9 % du secteur Énergie**. Ces émissions sont dues à l'utilisation d'énergies fossiles (gaz, fioul) pour la génération de la chaleur.

La **décarbonation totale de ce sous-secteur passera par la substitution des combustibles fossiles par des vecteurs décarbonés, comme le biométhane et la biomasse**, et dans une moindre mesure, la géothermie, le solaire thermique et la récupération de chaleur fatale industrielle. Il est raisonnable de considérer que 100 % de la consommation fossile actuelle pourra être assurée par ces vecteurs décarbonés.

La transformation des chaudières pour les adapter aux vecteurs décarbonés ne pose aucun défi technique particulier, et ne représentera probablement pas un poste d'investissement significatif par rapport à d'autres sous-secteurs intensifs en capital (notamment le développement de la filière biométhane et la transformation du système électrique). Les CAPEX correspondants sont par conséquent négligés ici, tout comme ceux relatifs au développement d'autres sources de chaleur renouvelable en proportion marginale, comme la géothermie. Quant aux dépenses d'exploitation, elles sont incluses dans la partie dédiée à la production de biométhane.

Le principal mécanisme de soutien public à la production de chaleur décarbonée est le Fonds Chaleur²⁵⁵ de l'ADEME. Ce dernier, créé en 2009, aide les installations de réseaux de chaleur et de production de chaleur renouvelable et de récupération, afin d'alimenter habitat collectif, collectivités et entreprises. Ce fonds est apprécié des professionnels du secteur et a été

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

reconnu pour son efficacité par la Cour des Comptes. Son budget, de 350 millions d'euros par an, a été renforcé à court-terme sous l'effet du plan de relance (185 millions d'euros en 2021 et 100 millions d'euros en 2022²⁵⁶) mais cette hausse - en plus d'être temporaire - demeure insuffisante pour répondre aux objectifs fixés dans le cadre de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) publiée en avril 2020.

D'après l'ADEME, « **la production annuelle de chaleur renouvelable additionnelle devrait être doublée par rapport à la tendance observée** ces dernières années » pour atteindre les objectifs de la PPE. Il est donc **indispensable de renforcer davantage les crédits du Fonds Chaleur, et ce dans la durée**. D'après le ministère de la Transition écologique²⁵⁷, les crédits du Fonds Chaleur devraient être augmentés d'au moins 100 millions d'euros par an et même être portés à court terme à 600 millions d'euros pour tenir les objectifs de la PPE, montant cohérent avec le portefeuille de projets identifiés qui pourraient bénéficier de ces aides. Mais le budget actuel du Fonds sert majoritairement au verdissement et à l'extension de réseaux de chaleur existants qui, s'ils sont des leviers essentiels, ne sont pas suffisants pour atteindre les objectifs de développement de la filière et doivent être accompagnés par la création de nouveaux réseaux. La hausse des crédits du Fonds doit pouvoir permettre cela, c'est pourquoi nous proposons de le monter à 800 millions d'euros.

Mesure 6.8 : Renforcer les crédits du Fonds Chaleur et les pérenniser.

Coût public

800 millions d'euros par an

Surcoût public

300 millions d'euros par an

La partie restante, et non négligeable, des émissions du secteur de production d'énergie a pour origine **l'incinération des déchets et la transformation des combustibles minéraux solides** (constitués du charbon à l'état brut et des produits solides issus de sa transformation, comme le coke de charbon). Elle représente **10 millions de tonnes de CO₂ équivalent, soit environ un quart du total**. Ces activités se décarboneront principalement sous l'effet de la fin de l'utilisation du charbon et d'actions liées au secteur de l'industrie, à savoir la réduction de la quantité totale de matière produite pour l'économie et l'augmentation de la part des matières recyclées et réutilisées.

7. Les investissements nécessaires dans le secteur des puits de carbone

Le secteur « Puits de carbone » est un secteur différent des autres secteurs traités dans le rapport au sens où il a un bilan d'émissions négatif, car il permet de séquestrer des émissions produites par les autres secteurs. **À l'horizon 2050, la somme cumulée des émissions résiduelles de chaque secteur, à savoir 58 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an, devra en effet être absorbée par la forêt et les autres puits de carbone existants pour atteindre une neutralité carbone nette.**

Atteindre le stockage net de ces 58 millions de tonnes d'ici 2050 nécessite un effort d'investissement global de 1,2 milliard d'euros par an, soit 883 millions d'euros par an d'investissements privés et publics supplémentaires par rapport à la situation actuelle, dont 642 millions d'euros devront être pris en charge par l'État (à comparer avec un investissement annuel moyen de ce dernier de 310 millions d'euros).

L'ensemble des mesures proposées permettent de capturer 72,3 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an en 2050. Une marge de l'ordre de 15 % entre l'objectif de neutralité et la capacité de stockage projetée à 2050 est retenue afin de pallier les futurs effets délétères du dérèglement climatique qui ne peuvent être anticipés. Cette marge permet aussi de jouer le rôle d'amortisseur dans l'éventualité où des secteurs ou mesures se retrouveraient sur un seuil incompressible de réduction de ses émissions et ne pourrait pas atteindre l'objectif fixé.

Dans cette étude, les « Puits de carbone » intègrent le secteur UTCATF (Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie) et les méthodes de stockage non naturelles. Le secteur UTCATF est défini dans le cadre des inventaires nationaux d'émissions de gaz à effet de serre et repris par la SNBC²⁵⁸. Son périmètre regroupe l'utilisation de tous les types de sols ainsi que des « puits de carbone » permettant d'absorber les émissions de CO₂ équivalent. À ce jour, l'utilisation des sols pour les cultures et des zones artificielles est à l'origine des émissions positives du secteur. Elles sont vouées à disparaître grâce à l'objectif Zéro

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Artificialisation Nette de la SNBC. Les émissions négatives sont produites par la séquestration du carbone dans l'écosystème forestier et, en faible mesure, par les prairies.

Afin d'éponger les émissions résiduelles de l'économie française que nous n'aurons pas su faire disparaître à l'horizon 2050, nous proposons :

- de stimuler davantage le puits de carbone que représente la forêt française, à travers la plantation de 0,85 million d'hectares (ha) de forêt supplémentaire et plus de moyens alloués à la bonne gestion de la forêt et à son adaptation au changement climatique, pour un coût de 196 millions d'euros par an ;
- de replanter massivement des lignes de haies ainsi que des arbres en plein champ, conformément aux pratiques d'agroécologie généralisées dans le secteur agricole, pour un investissement annuel respectif de 163 et 277 millions d'euros par an ;
- d'avoir recours de manière ponctuelle aux technologies de Captage et Stockage du CO₂ industriel (CSC), en les subventionnant à hauteur de 188 millions d'euros sur 28 ans.

Par ailleurs, il convient de souligner que l'ONF (Office national des forêts), organisme public chargé de la gestion des forêts de l'État et des collectivités en France et qui s'occupe de 40 % du territoire national boisé (outremer compris, ou 27 % du territoire boisé de la métropole²⁵⁹), est dans une position financière critique et voit ses ressources financières réduites d'années en années, sous l'effet de l'austérité budgétaire d'une part et de la baisse des prix du bois d'autre part. Une forte hausse du budget dédié à l'ONF doit être mise en place en complément de la formation des professionnels en charge de la gestion des forêts, tant privées que publiques. **Le budget annuel de l'ONF doit ainsi être rehaussé de 120 millions d'euros par an pour créer un solide socle public pour la gestion forestière.** Nous proposons également que l'État finance la formation d'environ 25 000 professionnels du bois pour un coût total d'environ 352 millions d'euros.

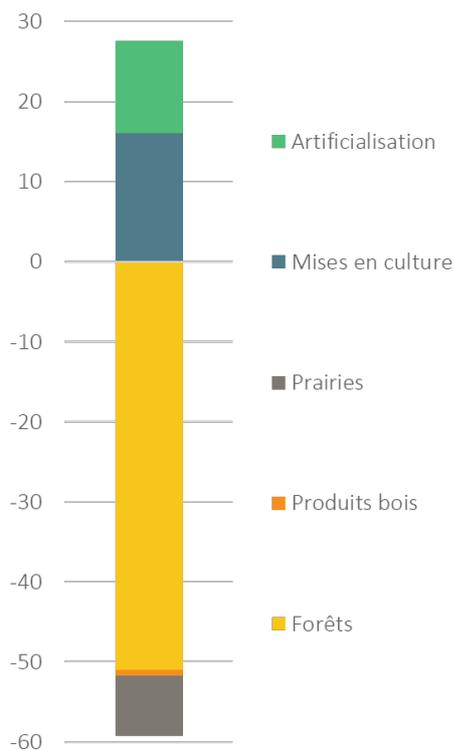
L'ensemble des mesures prévues pour le secteur représente un surcoût total pour les pouvoirs publics de 18 milliards d'euros d'investissements sur 28 ans, soit 642 millions d'euros par an, pour absorber la totalité des émissions résiduelles en 2050.

7.1 Les émissions du secteur

Le secteur Puits de carbone présente aujourd'hui un **bilan net de -31 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an**²⁶⁰, fruit de **51 millions de tonnes d'émissions négatives** et de 20 millions de tonnes d'émissions positives.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?



Les émissions négatives sont **très majoritairement liées à la croissance des forêts** métropolitaines et équivalent à 7,1 % de la somme des émissions de tous les secteurs en 2022²⁶¹. Ces émissions se retrouvent en majorité dans la biomasse aérienne et souterraine des forêts ainsi que dans le bois mort.

Les émissions positives sont dues aux changements d'usage des sols, qui libèrent du carbone historiquement stocké dans les écosystèmes. Ces changements d'utilisation peuvent consister en un déboisement de surfaces forestières pour étendre la surface agricole, ou à l'artificialisation de certaines zones en lien avec leur urbanisation. Ces deux phénomènes sont respectivement à l'origine de l'émissions de 16,1 et 11,6 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an. Ces émissions sont partiellement compensées par la mise en prairies et le stockage de CO₂ dans les produits bois, qui permettent un captage de l'ordre de 7,5 millions de tonnes de CO₂ par an.

Figure 1 : Émissions du secteur Puits de carbone en 2020

7.2 Comment les puits de carbone vont absorber les émissions résiduelles des autres secteurs ?

L'enjeu du secteur est double et réside autant dans l'atténuation du dérèglement climatique qu'à son adaptation :

1. Atteindre un niveau d'émissions négatives équivalent aux émissions résiduelles positives du pays en 2050. (Atténuation)
2. Construire un modèle de stockage des émissions résiduelles pérenne qui s'inscrive sur le très long terme et soit le plus résilient possible face au changement climatique. (Adaptation)

L'**objectif premier** est d'atteindre un **niveau d'émissions négatives supérieur** ou égal à la somme des émissions résiduelles de chaque autre secteur mentionné dans ce rapport. Le total de ces émissions résiduelles en 2050 est estimé à 58 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an. Celui-ci semble facilement compensable au regard des émissions stockées annuellement

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

par les forêts et de l'objectif français de Zéro Artificialisation Nette (-51 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an, soit 81 % du besoin à 2050). Cependant, sans intervention, cette capacité d'absorption annuelle du dioxyde de carbone CO₂ pourrait être divisée par 2 et plus d'ici 2050 (et ainsi passer de 55 en 2017 à 25 millions de tonnes de CO₂ stockées par an en 2050), comme le montrent les projections de la SNBC2 (cf. courbe grise de la figure 1 ci-dessous). C'est pourquoi, **pour compenser cette tendance baissière, nous proposons tout d'abord d'augmenter la superficie forestière, de planter des arbres en plein champs et des haies** autour des parcelles agricoles ainsi que de **soutenir la filière produit bois à longue durée de vie**.

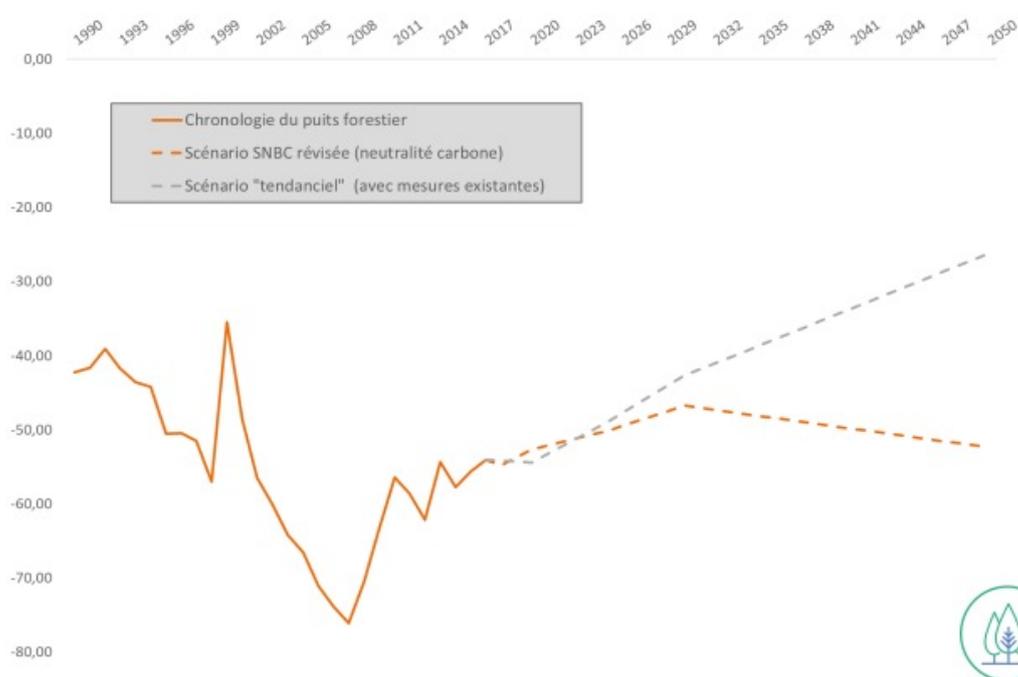


Figure 2 : Historique et projection du puits de carbone du secteur forestier (écosystèmes forestiers et produits bois) entre 1990 et 2050 (en millions de tonnes de CO₂ équivalent)²⁶²

Le **second objectif** est tout aussi, voire plus, important : il est question de la qualité des forêts et, plus précisément, de **maximiser leur capacité d'adaptation et de résilience face au dérèglement climatique**. Au-delà d'assurer la bonne santé future de nos forêts, ce qui est un objectif en soi, cela permet de contrer, ou du moins de limiter autant que possible, la tendance baissière des capacités d'absorption des forêts existantes et à venir. Créer un modèle pérenne de stockage des émissions résiduelles passe ainsi par une gestion durable des forêts, ce qui va nécessiter à la fois des compétences, des effectifs et des investissements stratégiques. C'est pourquoi nous proposons là encore un **soutien de l'État à la filière bois pour le renouvellement des essences**, mais aussi **un renforcement des moyens de l'ONF, la formation de l'ensemble des agents de terrain** - du privé comme du public - **aux mesures d'adaptation**

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

de l'écosystème forestier, ou **encore un soutien aux organismes de recherche**²⁶³ (INRAE, IGN...) pour qu'ils apportent les connaissances et outils nécessaires à cette adaptation.

Enfin, de façon marginale, nous considérons une **utilisation ponctuelle des technologies de Captage et Stockage du CO₂ (CSC)** sur les sources de dioxyde de carbone CO₂ les plus concentrées et difficiles à décarboner, **pour une capacité d'environ 3,2 millions de tonnes de CO₂ équivalent stockées annuellement en 2050**. Parmi ces 3,2 millions de tonnes, 700 000 proviennent du captage des fumées de 5 cimenteries (voir partie relative aux investissements dans le secteur de l'industrie).

7.2.1 Augmenter la superficie forestière et les moyens affectés à sa bonne gestion

La superficie forestière française est aujourd'hui de 26 millions d'hectares, dont 17 millions (soit les 2/3) en métropole et 9 millions en outre-mer (dont 8 millions en Guyane). La surface métropolitaine de forêts représente 31 % du territoire, taux de couverture proche de la moyenne mondiale et inférieure au taux de couverture européen (46 %, cachant de très fortes disparités entre pays). Cette surface est en forte croissance sur le dernier siècle, bien que le taux d'accroissement de la superficie boisée tende à diminuer ces dernières années. Comme indiqué précédemment, **les forêts françaises métropolitaines permettent aujourd'hui**, à travers la biomasse vivante aérienne et souterraine, les sols et le bois mort, d'absorber environ 51 millions de tonnes de CO₂ équivalent²⁶⁴ pour **un stockage net de 31 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an**.

La croissance de la surface forestière française, à travers la plantation d'arbres supplémentaires, constitue un levier important de compensation des émissions résiduelles des autres secteurs. Toutefois, un accroissement purement quantitatif des surfaces forestières ne saurait suffire et doit impérativement s'appuyer sur une gestion qualitative des forêts afin de maximiser leur potentiel de puits et leur résilience face aux impacts potentiellement majeurs du dérèglement climatique.

7.2.1.1 AUGMENTER LA SUPERFICIE FORESTIÈRE

Si planter de nouvelles surfaces de forêts constitue un levier pilotable à l'échelle de décennies pour contribuer à la réalisation de l'objectif de neutralité en 2050, la détermination du bon niveau d'afforestation est rendue complexe par le croisement de différents facteurs.

Tout d'abord, **la capacité d'une forêt à stocker du CO₂ dépend de son âge**. Seule une forêt en croissance absorbe plus de CO₂ qu'elle n'en émet, et ce particulièrement pendant ses 30 premières années²⁶⁵. À l'inverse, une forêt mature qui a fini sa croissance, à l'équilibre, a un bilan « CO₂ » considéré comme neutre car l'absorption de dioxyde de carbone CO₂ ayant lieu lors de la photosynthèse le jour est compensée par les rejets de CO₂ ayant lieu lors de la

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

respiration, la nuit. C'est le cas de nos forêts d'Outre-Mer. La forêt métropolitaine est quant à elle considérée comme relativement jeune, et est également constituée de typologies d'écosystèmes variées. Mais **sa capacité d'absorption annuelle nette va se dégrader d'année en année avec le vieillissement de ses peuplements.**

Ensuite, **si la superficie forestière est actuellement toujours en croissance** (+80 000 ha/an entre 2009 et 2019²⁶⁶), **elle croît de moins en moins vite depuis une cinquantaine d'années.** En considérant un prolongement tendanciel de cette baisse, nous estimons que l'accroissement annuel moyen de la superficie des forêts sur les 30 prochaines années ne sera que de 30 000 hectares par an. En outre, nous anticipons que cette croissance pourrait être plus que **compensée par différents phénomènes** : y contribuent les incendies (-30 000 hectares par an²⁶⁷) ainsi que les processus de déforestation illégale (-2250 hectares par an²⁶⁸), et de défrichement de terres (-3 000 hectares par an²⁶⁹) se déroulant essentiellement en Outre-Mer. Ces changements d'utilisation des sols se font au profit de l'agriculture, de l'urbanisation et de l'orpaillage illégal. Ces différents facteurs **conduiraient à une** légère diminution en tendance de la superficie totale d'ici 2050, autour de -5000 hectares par an, soit environ 150 000 hectares en moins d'ici 2050.

Enfin, le potentiel de séquestration des forêts françaises pourrait être fortement impacté à la baisse par le changement climatique. La SNBC2 alerte quant à la vulnérabilité des écosystèmes forestiers et au risque que représente l'inaction pour ce secteur. L'arbitrage précis entre les différents scénarios du GIEC en matière de réchauffement (SSP1-1,9 ou SSP5-85 par exemple) et l'impact direct de ces scénarios sur la vulnérabilité des forêts face aux différents aléas climatiques n'ont pas été considérés dans cette étude. Le relargage de dioxyde de carbone CO₂ liés aux effets indésirables du dérèglement sur les écosystèmes (feux de forêt, maladies, etc.) peut pourtant être massif. Nous retenons une hypothèse moyenne et conservatrice, au vu des fortes incertitudes sur la question, d'une baisse de 33 % de la capacité moyenne des forêts à stocker du dioxyde de carbone d'ici 2050 à cause du changement climatique.

Après prise en compte de l'ensemble de ces éléments, nous préconisons la plantation de 850 000 hectares de forêt²⁷⁰ sur le territoire métropolitain d'ici 2050, soit environ 30 000 hectares par an en moyenne. La mise en forêt de 850 000 hectares semble faisable en France tout en limitant les conflits d'usages des sols. En effet, la baisse de la taille des cheptels à viande envisagée dans la transition agricole devrait libérer une surface estimée à 1,4 million d'hectares entre 2010 et 2050 d'après le rapport Afterres 2050 de SOLAGRO²⁷¹. Bien que les terres agricoles ne représentent pas le meilleur terreau pour boiser une parcelle, le potentiel d'afforestation en France reste un des plus significatif sur le territoire européen, 29 millions de tonnes de CO₂ équivalent d'après l'étude de McKinsey²⁷².

Le coût d'afforestation de ces surfaces est estimé à 8,5 milliards d'euros, soit 305 millions d'euros par an d'ici 2050.

Utilisant comme modèle le programme gouvernemental « Planter 50 millions d'arbres », nous proposons que l'État subventionne ce processus à hauteur de 33 %, soit 102 millions d'euros par an. Tel que dimensionné, le coût de plantation est estimé à 10 000 euros par hectare en moyenne et prend en compte les plants, les protections contre les espèces parasites, l'achat des terres, leur remise en état lorsque nécessaire et la main d'œuvre (hors entretien) pour l'ensemble de ces actions. **Ces investissements permettraient une capacité de stockage de 54,4 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an d'ici à 2050.**

Mesure 7.1 :

Subventionner 33 % du coût de plantation de 530 000 hectares supplémentaires de forêt d'ici 2050.

Coût public

102 millions d'euros par an

Surcoût public

27 millions d'euros par an

La capacité de captation de carbone (facteurs de stockage par ha notamment) des forêts a été soumise à des hypothèses conservatrices. Le système forestier, dans son rôle de puits, est vulnérable face à des facteurs biotiques et abiotiques qui vont évoluer de manière imprévisible dans les prochaines années. La capacité en termes de puits de carbone naturel de la France est significative²⁷³. La forêt est un levier tampon qui permet de piloter le stock de bois et donc les émissions absorbées à l'échelle du pays. Cependant, un écosystème forestier voit sa croissance de biomasse atteindre un équilibre après 150 à 200 ans²⁷⁴ et, bien qu'un consensus sur un bilan carbone totalement neutre à l'équilibre ne soit pas atteint, il est clair que la capacité de stockage s'essouffle avec le temps ; la forêt guyanaise a un bilan d'émissions neutre par exemple. Une gestion planifiée de la forêt sur le long terme est donc désirable pour permettre un équilibre des essences et de la maturité des écosystèmes.

7.2.1.2 AMÉLIORER LA GESTION DES FORÊTS

Aujourd'hui, le puits de carbone forestier français (51 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an) semble presque suffisant pour absorber les 58 millions de tonnes de CO₂ équivalent d'émissions résiduelles des autres secteurs en 2050. Cependant, comme mentionné précédemment, il est important de considérer l'érosion des puits naturels avec le temps et l'impact potentiellement majeur du changement climatique sur nos forêts. Afforester 850 000 hectares sans prendre des mesures d'adaptation ne permettrait pas d'inverser la tendance du scénario avec mesures existantes. C'est une gestion fine, cohérente et sur le long terme qui va permettre à la forêt française de jouer son rôle de puits. Comme explicité par le Shift Project²⁷⁵ dans son Plan de Transformation de l'Économie Française, nous pensons également que l'objectif prioritaire est celui de la résilience de la forêt.

Pour atteindre cet objectif, nous proposons :

- de renforcer les moyens de l'Office National des Forêts ;
- de pérenniser le Plan d'investissement de la filière bois du Plan de relance et de multiplier par 3 les budgets dédiés au volet « adaptation ».

En premier lieu, il apparaît crucial de **redonner des marges de manœuvre à l'ONF** qui traverse des années très difficiles et a vu son endettement s'accumuler au fil des ans jusqu'à atteindre 450 millions d'euros²⁷⁶. Les effectifs ont été drastiquement réduits depuis 1985 passant de 15 000²⁷⁷ à 8735 employés aujourd'hui²⁷⁸ alors même que la superficie forestière a fortement augmenté. Ayant échappé à la privatisation en 2019²⁷⁹, l'ONF se trouve dans une situation critique. Dans un rapport du Sénat de 2021²⁸⁰, la mesure phare est de participer à redresser financièrement l'ONF dont « la situation financière reste préoccupante ». Soutenir l'ONF apparaît donc essentiel pour permettre une structuration des maillons de la chaîne de la filière autour d'un pivot solide. Il est proposé de **réhausser le budget dédié de 180 à 300 millions d'euros par an** tout en soutenant une activité constructive et résiliente.

Mesure 7.2 :

Rehausser le budget annuel de l'ONF à hauteur de 300 millions d'euros, soit une augmentation de 120 millions d'euros par an.

Coût public

300 millions d'euros par an

Surcoût public

120 millions d'euros par an

Par ailleurs, dans le contexte du plan de relance fin 2020 et du GPI (Grand plan d'investissement sur 5 ans²⁸¹), un effort des finances publiques a été effectué pour améliorer la gestion des forêts. Le plan d'investissement pour la filière bois²⁸², faisant partie du plan de relance, a pour objectif de soutenir les investissements en forêt. Sur 5 ans, 100 millions d'euros permettent de subventionner les pistes forestières et 40 millions doivent permettre d'accompagner l'amélioration des peuplements. Concrètement, **l'État subventionne à un taux maximal de 40 % des projets d'optimisation de la desserte de forêt et de renouvellement des peuplements. Nous proposons de conserver ce mode de subvention, de le pérenniser sur le long-terme, et de tripler la part des subventions dédiées au renouvellement des essences.** Ce dernier est en effet au cœur de la bonne adaptation des peuplements au changement climatique et nécessaire à l'atteinte de l'objectif de

résilience de nos forêts. Ainsi, la subvention visant à augmenter l'accessibilité des domaines est maintenue à 20 millions d'euros par an, tandis que le financement public du renouvellement des essences augmente de 8 à 24 millions d'euros par an, pour une enveloppe totale de 44 millions par an et un surcoût de 16 millions par an.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Les enjeux d'adaptation et de croissance de la superficie forestière énoncés précédemment nécessitent une augmentation de main d'œuvre et un réel savoir-faire. Pour que les forêts françaises soient bien et durablement gérées, **il va falloir que tous les acteurs de leur gestion soient formés aux nouveaux enjeux** et aux nouvelles techniques de gestion et d'adaptation de la forêt aux aléas climatiques. Parmi eux, l'ONF emploie environ 8735 salariés²⁸³ et gère 40 % de la superficie forestière du territoire (11 millions d'ha de forêt publique²⁸⁴). Une centaine d'employés participent à conserver la forêt guyanaise et d'outre-mer²⁸⁵ lorsque la quasi-totalité des effectifs de l'ONF est employée à la gestion des 4,6 millions d'ha de forêt publique métropolitaine. Les salariés de terrain, 2000 bûcherons et 2500 techniciens forestiers, (ex-gardes forestiers) représentent la moitié des effectifs.

Nous proposons, à la suite d'un rapport du Sénat de 2021²⁸⁶, que le ratio d'employés de terrain soit plutôt de deux tiers ce qui représenterait 5 800 salariés de terrain pour une surface de 4,6 millions d'hectares. Pour les 60 % de forêt privée, nous proposons qu'une densité équivalente d'employés (par hectare géré) soit dédiée à la gestion durable des espaces forestiers et également formés, soit 18 900 employés à temps plein. Un peu plus de 24 700 salariés seraient ainsi formés, soit 7 % des 372 000 emplois directs que la filière bois représente actuellement²⁸⁷. Nous proposons par ailleurs que la puissance publique subventionne entièrement cette formation qui pourra être intégrée à l'enseignement de la jeune génération ou être répartie sur plusieurs années de formation continue pour les personnes déjà en poste. Cette formation est essentielle pour que l'ensemble des acteurs soient armés de connaissance et de méthode pour assurer la santé pérenne du plus important puits de carbone français. **Le coût total de formation (à dispenser bien avant 2050) est estimé à 352 millions d'euros en totalité soit 13 millions d'euros par an lissés entre 2022 et 2050.**

Mesure 7.3 :

Pérenniser le plan d'investissement pour la filière bois et tripler les montants du volet « adaptation » au changement climatique.

Coût public

44 millions d'euros par an

Surcoût public

16 millions d'euros par an

Mesure 7.4 :

Financer la formation de 24 700 employés aux mesures d'adaptation de l'écosystème forestier.

Coût public

13 millions d'euros par an

Surcoût public

13 millions d'euros par an

D'autres outils permettent de favoriser une gestion cohérente des forêts françaises, comme le Label Bas Carbone ou le cadre de certification européen en cours de définition. Diriger des financements vers des projets vertueux fait partie des leviers pour lesquels les coûts opérationnels sont très faibles. De nouveaux outils prenant en compte l'ensemble des services rendus par la forêt (captage de carbone, stabilisation des sols, filtration de l'eau et de l'air, biodiversité) sont à développer pour encadrer une gestion

pérenne de la forêt. Ce type de mesure va permettre d'accompagner de manière encore plus significative le secteur privé. Nous proposons aussi d'allouer plus de ressources opérationnelles aux dispositifs de mesure des puits de carbone naturels pour un meilleur suivi.

L'ensemble des mesures dont il est question pour les forêts françaises a été dimensionné avec l'objectif de neutralité carbone nette fixé par la SNBC2 à 2050. Cependant, la France inscrit certaines de ces politiques dans un cadre plus large. D'après l'étude de McKinsey²⁸⁸, la responsabilité de la France à l'échelle européenne au regard de ses forêts est plus grande que celle dont il est question dans cette étude puisque cette responsabilité doit être proportionnelle à la taille de son territoire. Concrètement, l'Europe nécessiterait un total de 12 millions d'hectares de forêt supplémentaires pour atteindre ces objectifs environnementaux. La France, représentant 15 % du territoire de l'UE (Union européenne), devrait donc afforester 1,8 millions d'hectares de forêt soit 950 000 hectares de plus que ce qui est proposé dans ce rapport. Considérant un coût plus élevé pour boiser les dernières centaines de milliers d'hectares, le coût total d'une telle opération sur 28 ans est estimé à 29,1 milliards d'euros au lieu de 8,5 milliards d'euros. Le surcoût de 20,6 milliards d'euros par rapport au montant dimensionné pour la France pourrait être en partie subventionné par le Fonds vert de l'ONU. Un tel effort permettrait de séquestrer 5,5 millions de tonnes de CO₂ équivalent supplémentaires par an²⁸⁹ sur le territoire français. Celui-ci ne serait pas négligeable mais resterait faible au regard des investissements des autres secteurs.

7.2.2 Maximiser le stockage de dioxyde de carbone CO₂ dans les produits bois²⁹⁰

Le volume de bois qui débouche actuellement sur un stockage longue durée du CO₂ qu'il contient est faible et le puits de carbone correspondant se situe aujourd'hui autour de 0,5²⁹¹ à 0,75²⁹² million de tonnes de CO₂ équivalent par an. La SNBC2 estime ce potentiel de séquestration à 20 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an à 2050 tandis

que le PTEF du Shift Project²⁹³, beaucoup plus conservateur, propose de viser dix fois moins soit 2 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an. Dans une optique également conservatrice, nous avons retenu cette deuxième hypothèse. Ce qui est sûr, c'est que dans un contexte de demande haussière en bois dans les prochaines décennies²⁹⁴, la question d'une répartition juste entre des filières en compétition pour l'usage du bois se pose, et que du point de vue du stockage du carbone un fléchage vers le débouché « produits bois » serait plus vertueux.

Mesure 7.5 :
Reconduire et doubler le volet bois du GPI initialement prévu pour 5 ans.

Coût public
40 millions d'euros par an

Surcoût public
20 millions d'euros par an

Le GPI prévoit une aide visant à développer la compétitivité des entreprises de l'aval forestier. Matérialisée par un « Prêt filière bois »¹⁷ à taux préférentiel pour les PME, cette aide permet de financer des projets de modernisation industrielle des outils de production pour un montant total de 20 millions d'euros investis par l'État chaque année. Bien que cet effort financier s'inscrive dans la démarche de la SNBC2 d'augmenter drastiquement la capacité de stockage dans les produits bois, son fléchage vers les applications « produits bois longue durée » (e.g. charpente et construction bois, mobilier bois longue durée de vie et innovations portant sur des thématiques similaires) est aujourd'hui insuffisamment claire. **C'est pourquoi nous proposons de doubler l'enveloppe allouée au prêt filière bois et de dédier cette deuxième moitié aux produits**

bois. Ces investissements permettent une capacité de stockage de 2 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an d'ici à 2050.

7.2.3 Planter des lignes de haies et des arbres en plein champ

La transition vers un modèle agricole agroécologique représente en enjeu majeur pour atteindre la neutralité carbone et nous considérons que l'intégralité du secteur agricole y sera convertie d'ici 2050 (voir partie Agriculture). **Un des avantages de l'agroécologie est le potentiel des écosystèmes encadrant les surfaces cultivées, que ce soient des haies ou des arbres, à séquestrer du dioxyde de carbone CO₂.** De plus, ces pratiques sont parmi celles qui présentent des coûts complets à la tonne de CO₂ équivalent stockée les plus faibles.²⁹⁵ Enfin, les co-bénéfices générés par la présence d'arbres ou haies entre les parcelles sont nombreux et vont bien au-delà des enjeux de gaz à effet de serre : biodiversité et conservation des espèces accrues, stabilisation des sols, réduction du lessivage des intrants, etc. L'agroforesterie et l'implantation de haies représentent un fort potentiel de séquestration qui peut être matérialisé en une décennie car les pratiques sont déjà connues et maîtrisées. Le plan d'installation d'infrastructures agroécologiques est ambitieux et s'étend à toutes les cultures du territoire. Les tensions éventuelles sur la ressource en eau devront être considérées pour en limiter les effets néfastes sur la santé des écosystèmes en question.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

La plantation de haies encadrant les parcelles agricoles a un potentiel de séquestration de l'ordre de 6 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an avec une couverture totale proposée de 1,5 millions de kilomètres²⁹⁶. Le rapport ADEME 2050²⁹⁷ estimant à 550 milliers de kilomètres la couverture de haies existante, c'est près de 1 million de kilomètres de haies qui devront être plantées en 28 ans. Une opération actuellement menée par le gouvernement prévoit une prise en charge à 100 % de la plantation de 7000 kilomètres de haie, pour un montant total de 50 millions d'euros. Nous proposons un modèle similaire de financement pour inciter les agriculteurs, tout en considérant un coût unitaire de plantation d'un km de haie légèrement inférieur en phase du chiffrage que nous avons effectué. **Le coût total estimé pour 950 000 kilomètres de haies est de 4,8 milliards d'euros, soit 170 millions d'euros par an.**

Profiter des multiples avantages de l'agroécologie se matérialise aussi par la plantation d'arbres en plein champ, entre les parcelles agricoles. Le potentiel de séquestration, en prenant des hypothèses conservatrices d'implémentation de la mesure, s'élève à 6,7 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an. Il est question de reboiser 3 millions d'hectares de parcelles à hauteur de 50 arbres par hectare de culture²⁹⁸ (faible densité d'agroforesterie). Environ 230 000 hectares de superficie cultivée seront équipés d'un tel dispositif d'ici à 2050 d'après le scénario tendanciel Transition 2050²⁹⁹. Le coût par tonne de CO₂ équivalent stockée par an (en analyse de cycle de vie) est plus élevé pour cette pratique que pour la plantation de haies mais reste très efficace au regard des autres mesures. Finalement, il est question de planter des arbres inter-parcellaires sur 2 770 milliers d'hectares de cultures supplémentaire pour atteindre un total de 3 millions d'hectares couverts par le dispositif. L'opération s'élève à 7,8 milliards d'euros, avec un modèle de financement similaire à celui adopté pour le plantage de haies.

Mesure 7.6 :

Subventionner à 100% les agriculteurs pour la plantation de 950 000 kilomètres de haies d'ici 2050.

Coût public

170 millions d'euros par an

Surcoût public

163 millions d'euros par an

Mesure 7.7 :

Subventionner à 100 % les agriculteurs pour la plantation de d'arbres en plein champ sur 2 770 000 ha de parcelles agricoles.

Coût public

277 millions d'euros par an

Surcoût public

277 millions d'euros par an

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

7.2.4 Faire appel, lorsque pertinent, aux technologies de Captage et Stockage du CO₂ (CSC)

Les technologies de CSC consistent à récupérer le dioxyde de carbone CO₂ présent dans les fumées de sources concentrées³⁰⁰ (sites industriels, centrales thermiques de production d'électricité, etc.), et de les transporter jusqu'à un site de stockage géologique³⁰¹ très long-terme ou, pour de moindres volumes, jusqu'à une unité de conversion de ce dioxyde de carbone en d'autres produits. Couplée à des unités de production d'énergie à partir de biomasse (dans des projets dits « BECSC » pour « bioénergie avec captage et stockage du CO₂ »), le bilan « CO₂ » de l'ensemble peut même s'avérer négatif car le dioxyde de carbone stocké en sous-sol a préalablement été pompé dans l'atmosphère par la biomasse bois utilisée.

La SNBC2 vise un total (CSC et BECSC) de 15 à 16 millions de tonnes de CO₂ équivalent stockées annuellement en 2050. Ceci représente près de 20 % des émissions négatives à produire chaque année d'après les scénarios détaillés dans le plan du gouvernement, résumés sur le Graphique 3. Nous tablons quant à nous sur une **utilisation mesurée de cette technologie, à hauteur de 3 ou 4 millions de tonnes de CO₂ équivalent stockées annuellement en 2050**. Cette solution peut s'avérer pertinente pour certains industriels, notamment dans un contexte de hausse structurelle du prix des quotas CO₂ (voir 5.4.1) susceptible de rentabiliser ces projets à relativement court terme³⁰². Cependant, les projets CSC restent relativement complexes à mettre en œuvre, notamment en raison de la nécessité de disposer d'un site de stockage géologique à relative proximité du site émetteur³⁰³, de difficultés d'acceptation sociétale par les populations locales, ou encore d'enjeux réglementaires et juridiques liés à la responsabilité d'acteurs privés sur le très long terme (centaines voire milliers d'années). C'est pourquoi nous préférons intégrer la contribution de ces technologies de façon conservatrice, **tout en gardant en tête que, tout comme les surfaces forestière (et bien que dans une moindre mesure), le CSC pourra, si disponible et pertinent, servir de variable d'ajustement** pour garantir la neutralité carbone du pays.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

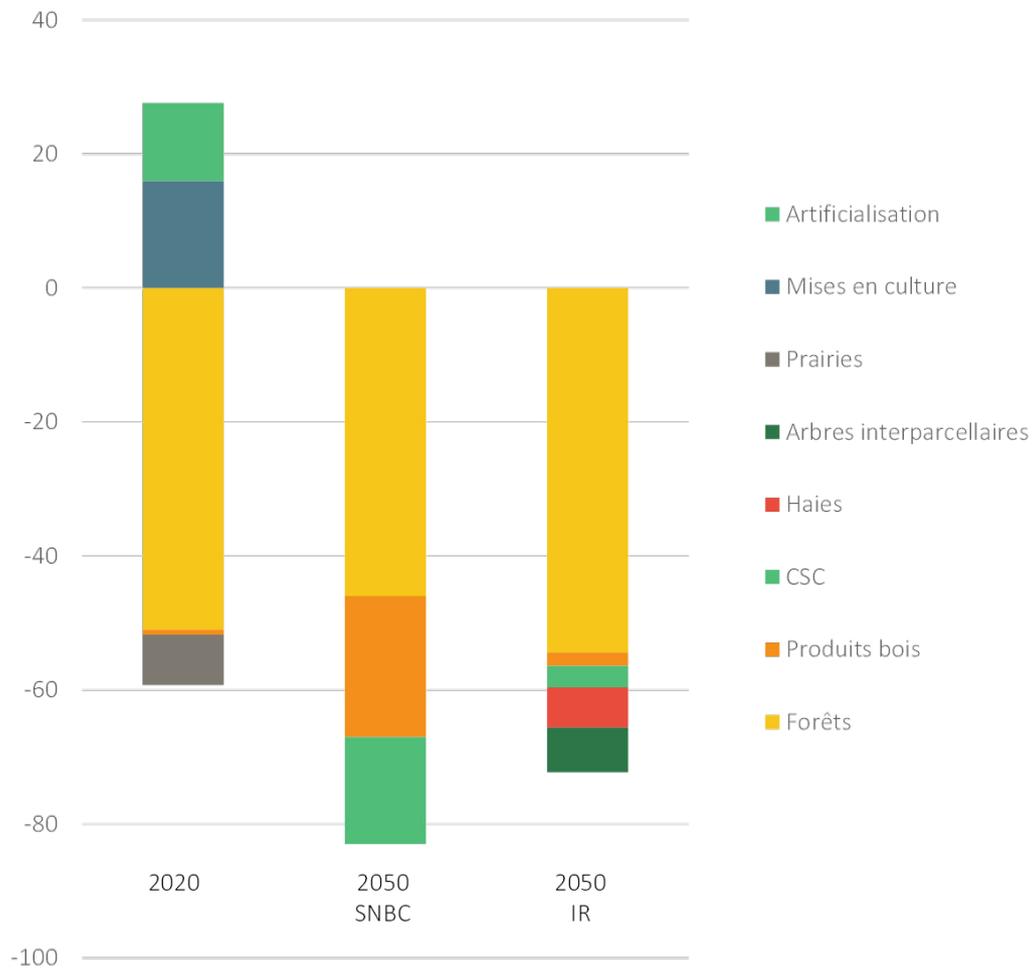


Figure 3 : Répartition des émissions du secteur en 2020 et en 2050 pour le scénario SNBC2 et le scénario détaillé dans cette étude.

Quelle que soit la contribution future effective du CSC dans l'atteinte des objectifs fixés, il semble pertinent de poursuivre les efforts d'acquisition d'une telle expertise industrielle, de perfectionner les technologies et savoir-faire déjà à disposition et de prévoir le développement d'un certain nombre de projets industriels comme l'installation de dispositif de CSC pour cinq cimenteries³⁰⁴ (voir partie Industrie). Afin de faciliter la mise en œuvre de ces derniers, nous proposons un niveau de subvention publique moyen, dont le mécanisme précis reste à déterminer, correspondant à 20 % des coûts d'investissement des projets. Sur la base d'un objectif de stockage de 3,2 millions de tonnes de CO₂ équivalent par an en 2050, cela représente un investissement public d'un peu plus de 1,2 milliards d'euros d'ici 2050.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Mesure 7.8 :

Accompagner le développement des technologies CSC en subventionnant 20% des coûts d'investissement de projets dédiés.

Coût public

45 millions d'euros par an

Surcoût public

45 millions d'euros par an

7.2.5 Atteindre l'objectif Zéro Artificialisation Nette en 2050

Le changement d'usage des sols représente un peu moins de 27 millions de tonnes de CO₂ équivalent émises chaque année en 2020 (SNBC2). Les 16,1 millions de tonnes de CO₂ équivalent liées aux cultures vont graduellement diminuer et s'annuler grâce aux mesures détaillées dans le secteur Agriculture. Il reste donc à supprimer les 11,6 millions de tonnes de CO₂ équivalent relevant de l'artificialisation des sols. Comme indiqué dans la loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 et prévu dans le plan Biodiversité, l'objectif en 2050 est la Zéro Artificialisation Nette. Aussi, les émissions liées aux prairies sont supposées neutres en 2050³⁰⁵. Les mesures que nous proposons de mettre en place ou d'explorer sont majoritairement qualitatives ou présentent un coût d'investissement très faible. Aucun coût nécessitant une aide publique n'a donc été intégré.

Les mesures que nous préconisons de mettre en place sont les suivantes :

- **augmenter les densités minimales de construction dans les Plans Locaux d'Urbanisme.** De cette manière, l'étalement urbain est limité dans le cadre de projets d'habitation ;
- **intensifier le déploiement du Label Bas Carbone** pour stimuler les investissements privés et donner un cadre stricte quant à la comptabilité carbone ;
- **créer et intégrer des mécanismes qui favorisent la désartificialisation.** Cette mesure s'applique dans un nombre restreint de cas mais permettrait d'encourager la désartificialisation de certaines zones. Un outil de cadrage pourrait être la subvention à l'afforestation sur des terrains possédant des friches isolées comme d'anciennes zones industrielles ou des terrains vagues ;

- **implémenter une taxe pour toutes les surfaces de zones artificialisées construites hors des pôles industriels et urbains.** Cette mesure participerait à augmenter le caractère nodulaire des activités de l'homme permettant une meilleure desserte des transports et de limiter l'impact sur les écosystèmes ;
- **protéger de la déforestation les zones les plus performantes en termes de services rendus.**

8. Moyens d'action trans-sectoriels

Pour parvenir à la neutralité carbone d'ici 2050, des mesures transverses, profitables à l'ensemble des secteurs, doivent être déployées :

- **s'assurer que les pouvoirs publics sont en capacité d'organiser, accompagner et contrôler** le bon déroulement de tous les changements opérés. Pour cela, des effectifs doivent être engagés, à rebours de la tendance actuelle ;
- **augmenter les efforts de Recherche et Développement, tant publique que privée, dédiée à l'atteinte des objectifs de neutralité** et à l'environnement au sens large ;
- **réformer et augmenter les capacités de financement des banques publiques d'investissement, à commencer par Bpifrance**, pour utiliser pleinement leur potentiel et pouvoir accompagner efficacement les acteurs privés dans le financement de leurs investissements ;
- **sensibiliser les citoyens sur les enjeux de la transition écologique et les solutions associées**, afin d'accélérer la prise de conscience des enjeux et permettre les évolutions de comportement nécessaires à l'évolution des modes de vie et d'organisation ;
- **adapter les cursus et contenus de la formation initiale** pour intégrer les enjeux de la transition écologique et préparer efficacement la génération de jeunes travailleurs à relever les défis d'aujourd'hui et de demain ;
- **accompagner les mutations professionnelles engendrées par la transition** et ne pas laisser sur le côté les travailleurs issus des secteurs impactés par la transition (automobile, aéronautique, raffinage, etc.) ;
- **soutenir le développement d'un numérique moins émetteur.**

L'investissement total annuel, public et privé, pour ces mesures trans-sectorielles devrait s'élever à 21 milliards d'euros (dont 16,3 milliards d'euros pour l'État). Le surinvestissement nécessaire à la mise en œuvre de ces six leviers d'actions est estimé à environ 9,5 milliards d'euros par an, dont 7,6 milliards d'euros devront être pris en charge par l'État (à comparer avec un investissement actuel moyen de ce dernier de 8,8 milliards d'euros par an).

Nous évoquons également ici les engagements de la France pour sa contribution au Fonds vert de Copenhague pour soutenir la transition écologique dans les pays les plus pauvres. Cette mesure importante n'étant cependant pas strictement liée à la décarbonation de la France, les montants d'investissements associés ne sont pas intégrés dans nos totaux.

8.1 Engager les effectifs nécessaires pour accompagner la reconstruction écologique

Une politique ambitieuse de neutralité carbone ne pourra se réaliser sans les personnels de service public nécessaires, tant en quantité et en qualité, pour la mettre en œuvre. Or, les effectifs du ministère de l'écologie (MTE) ont connu une réduction constante depuis plus de dix ans. Pour ne prendre que les cinq dernières années, les effectifs du MTE et de ses opérateurs ont été réduits de plus de 6000 emplois³⁰⁶. Ces réductions d'effectifs touchent de nombreux services et opérateurs indispensables pour mener la transition et contrôler l'efficacité des crédits déployés. **Les syndicats du ministère de l'écologie estiment nécessaire la création de 20 000 postes au cours des prochaines années** « pour ne serait-ce que maintenir le service public dans un état satisfaisant ». ³⁰⁷

La masse salariale du ministère étant de 1,8 milliard d'euros (hors pensions) pour environ 60 000 personnels, embaucher 20 000 agents supplémentaires augmenterait d'environ 600 millions d'euros par an cette dernière.

Parmi les besoins les plus criants figurent notamment :

- 800 emplois supplémentaires à l'office français de la biodiversité (OFB), pour permettre une protection et un contrôle efficaces des milieux naturels ;
- 500 emplois supplémentaires dans le domaine de l'eau et de la biodiversité, pour assurer la préservation des milieux naturels et des ressources en eaux ;
- 1 000 emplois supplémentaires sur le domaine du logement pour massifier l'isolation thermique, renouer avec une politique de lutte contre l'habitat indigne, etc. ;
- 600 emplois supplémentaires pour le CEREMA³⁰⁸ et 2 000 autres pour assurer la recherche et le développement et le soutien aux collectivités locales.

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Les effectifs de l'ADEME, de Météo France et des directions d'administration centrale doivent également faire l'objet de renforcements proportionnels à l'exercice de leurs nouvelles missions.

Mesure 8.1 :

Augmenter de 20 000 postes les effectifs du ministère de la Transition écologique et des opérateurs qui lui sont associés.

Coût public

600 millions d'euros par an

Surcoût public

600 millions d'euros par an

8.2 Booster la R&D et l'innovation appliquée à la transition écologique

Deux leviers principaux peuvent être mobilisés pour augmenter les efforts nationaux de R&D et ainsi assurer le bon développement ou la baisse des coûts d'un certain nombre d'outils nécessaires à la transition :

- **Renforcer la part de R&D publique consacrée** à la transition bas-carbone et les montants associés. La recherche publique sur les sujets de transition est portée par les laboratoires publics de recherche et par un certain nombre d'Établissements Publics à caractère Industriel et Commercial (EPIC) tels que le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), le Commissariat à l'énergie atomique (CEA), l'Institut français du pétrole et des énergies nouvelles (IFPEN), Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER), le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), etc.
- **Renforcer le soutien public à la R&D privée consacrée à la transition bas-carbone.**

Plusieurs programmes sont déjà en cours pour financer les projets en faveur de la neutralité carbone (énergies décarbonées, agriculture responsable, transports et mobilités durables, etc.). Pour exemple, dans le quatrième Programme d'Investissements d'Avenir (PIA) lancé en janvier 2021, au moins un tiers des 12,5 milliards d'euros d'investissement consacrés à l'innovation dite « dirigée » doivent être consacrés à la transition écologique sur des sujets tels que la transformation des équipements agricoles, la décarbonation de l'industrie ou l'ac-

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

compagnement de la transformation des villes. Ce programme se caractérise par une forte dimension territoriale avec l'association des régions à l'élaboration des stratégies nationales d'accélération pour l'innovation et à la mise en œuvre de « démonstrateurs territoriaux » permettant de tester en conditions réelles l'efficacité des innovations développées.

Le pilier 2 « Problématiques mondiales et compétitivité industrielle européenne » du programme cadre de Recherche et innovation (R&I) de l'Union européenne, intègre par ailleurs un pôle relatif au « Climat, Energie, Mobilité » doté d'un budget de 13,4 milliards d'euros visant à développer les innovations bas-carbone et faciliter leur diffusion rapide, en s'appuyant sur la recherche fondamentale et appliquée.

Ces investissements doivent être augmentés et pérennisés sur le long-terme.

En 2019, la dépense intérieure de recherche et de développement représentait 2,19 % du PIB dont 40 % de recherche publique et 60 % de recherche privée. Ce niveau de dépense est inférieur à l'objectif fixé par l'Union européenne dans le cadre de la « stratégie Europe 2020 » et selon lequel les dépenses de R&D des États membres doivent atteindre 3 % de leur PIB. Nous proposons donc tout d'abord de **monter la dépense intérieure de R&D à 3% du PIB.**

Par ailleurs, 11 % de la R&D française est aujourd'hui consacrée à des sujets liés à l'environnement.

Nous proposons de monter cette proportion à 15 % au moins - en captant notamment les 3 % de recherche aujourd'hui dédiée aux énergies fossiles. La hausse de ces deux curseurs, couplée à une hypothèse générale de hausse tendancielle de la R&D totale de 1 % par an et à un maintien du ratio de 40 % de la recherche publique dans l'effort global de recherche, **porterait le budget annuel d'investissements publics dans la R&D de 4,2 milliards d'euros par an actuellement à 7,9 milliards d'euros par an en moyenne.**

Mesure 8.2 :

Augmenter les budgets de R&D publique et la part allouée à la transition écologique et la neutralité carbone.

Coût public

7,9 milliards d'euros par an

Surcoût public

3,7 milliards d'euros par an

Les pouvoirs publics peuvent non seulement augmenter le budget de R&D publique mais également soutenir davantage la R&D privée dédiée à la transition écologique et à la neutralité carbone. Aujourd'hui, 65 % des aides à l'innovation octroyées aux entreprises passent par le Crédit Impôt Recherche (CIR), qui constitue ainsi la première niche fiscale du pays³⁰⁹ pour un coût pour l'État de 6,4 milliards d'euros en 2021. Or, l'efficacité de ce dispositif est plus qu'incertaine et désormais décriée jusqu'à la Commission nationale d'évaluation des politiques d'innovation (rattachée à Matignon par l'intermédiaire de France

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Stratégie) et l'Institut des politiques publiques, qui estiment que **le CIR profite d'abord aux entreprises ayant déjà décidé d'innover, sans réelle valeur ajoutée, sans réel impact sur l'attractivité de la France pour les acteurs étrangers, et qu'il s'apparente par conséquent à une baisse déguisée de l'impôt sur les sociétés**³¹⁰. Ces déductions d'impôt sont en outre obtenues sur simple auto-déclaration, sans autre contrôle que l'éventualité d'un contrôle fiscal *ex post*³¹¹. Enfin, le CIR ne cible pas nécessairement des projets compatibles avec la transition écologique et des critères préférentiels conditionnés à une participation à l'atteinte des objectifs climatiques et environnementaux de la France pourrait être mise en place (exemple : impact du sujet de recherche sur l'éligibilité au crédit d'impôt ou sur les taux et barèmes de remboursement).

Mesure 8.3 :

Augmenter le dispositif de contrôle du Crédit Impôt Recherche et introduire des critères visant à orienter le dispositif préférentiellement sur la recherche appliquée à la transition écologique et la neutralité carbone.

En dehors du CIR, le soutien public à la R&D privée se chiffre à 2,7 milliards d'euros en 2019³¹², soit une participation à hauteur de 8,5 % du total de R&D privée. En considérant que la moyenne de 11 % de R&D française dédiée à l'environnement est également applicable au soutien public, on obtient environ 200 millions d'euros d'aides publiques à la R&D privée dédiée à l'environnement en 2019. Avec une hausse tendancielle de 1 % par an, cette enveloppe serait de 274 millions d'euros par an en moyenne d'ici à 2050. En reprenant notre proposition de passer la proportion de R&D dédiée à l'environnement de 11 % à 15 % et en y couplant la proposition de (quasi) doubler le soutien public à la R&D privée dédiée à l'environnement (des 8,5 % actuels à 15 %), cette enveloppe monterait à 786 millions d'euros par an en moyenne d'ici 2050.

Mesure 8.4 :

Doubler le ratio de soutien public à la R&D privée dédiée à l'environnement et à la neutralité carbone.

Coût public

786 millions d'euros par an

Surcoût public

588 millions d'euros par an

8.3 Utiliser davantage les possibilités offertes par les banques publiques d'investissement

Les banques publiques d'investissement existantes, au premier rang desquelles Bpifrance, peuvent être réformées pour renforcer leur capacité à agir en faveur du financement de la

transition énergétique, sans recourir à la création de nouvelles institutions (comme la Banque du climat) dont l'idée apparaît fragile au regard de la réalité des mécanismes monétaires. Cela suppose toutefois de s'interroger sur leur doctrine d'intervention ainsi que sur l'étendue des moyens dont elles disposent en provenance de l'État mais aussi au regard de leur configuration institutionnelle³¹³.

En 2018, Bpifrance a ainsi accordé des financements à hauteur de 19 milliards d'euros et a investi 2 milliards d'euros de fonds propres en capital, soit un flux total de financement de 21 milliards d'euros au profit de l'économie nationale. Sur ce flux financier global émanant de la Bpifrance, le financement de la transition écologique pourrait être estimé à 2 milliards d'euros en 2018, soit environ 9 % de l'ensemble des financements annuels accordés par la BPI. Le plan stratégique 2018-2023 de Bpifrance montre également que 8,8 milliards d'euros ont été investis dans la transition écologique par l'institution depuis 2013, soit une moyenne de 1,46 milliard d'euros par an entre 2013 et 2018 avec une montée en puissance sur la période³¹⁴. **En 2021, sous l'effet du plan de relance, cet investissement serait passé à près de 4 milliards d'euros, dont 1 milliard d'euros de prêts verts et 1,5 milliards d'euros investis dans des projets d'énergies renouvelables.** C'est une montée en puissance notable mais Bpifrance pourrait faire encore bien davantage. Idem pour la Banque des territoires sous l'égide de la Caisse des dépôts, qui déploie également des aides (notamment 900 millions d'euros pour les énergies renouvelables).

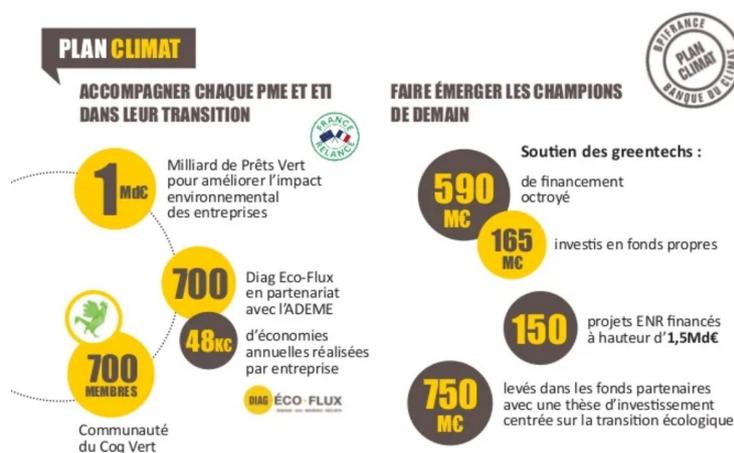


Figure 1 - Les investissements de Bpifrance pour le climat en 2021. Source : Bpifrance

C'est pourquoi nous recommandons de doter nos banques publiques d'investissement, et notamment Bpifrance, de deux milliards d'euros supplémentaires, enregistrées dans le programme 134 de la mission "Économie", qui devront être employés exclusivement pour des projets permettant d'atteindre la neutralité carbone, que ce soit en investissements directs, via des garanties de prêts ou bien via des prêts.

Mesure 8.5 :

Augmenter les crédits budgétaires alloués à Bpifrance pour renforcer les investissements dans la transition écologique.

Coût public

6 milliards d'euros par an

Surcoût public

2 milliards d'euros par an

Plusieurs facteurs entravent aujourd'hui l'action des banques publiques d'investissements, au niveau national comme au niveau européen. Ces dernières doivent par exemple opérer aux conditions de marché, sans soutien abusif ni crédit ruineux. Cela peut apparaître étrange, alors même que les banques publiques d'investissement sont conçues pour apporter une réponse aux failles de marché. La conciliation de ces deux objectifs, qui peuvent apparaître contradictoires, n'est pas toujours évidente. Elle suppose que les banques publiques d'investissement ne financent pas des projets trop risqués ou trop peu rentables, quand bien même ils s'inscriraient pleinement dans l'objectif de la reconstruction écologique. Il devrait dès lors être envisagé que le financement de la recons-

truction écologique puisse déroger aux conditions de marché et aux exigences de rentabilité, lesquelles pourraient être revues à la baisse dans ce domaine spécifique.

Un autre outil à développer est l'octroi de garanties sur les emprunts bancaires. C'est également l'une des recommandations du rapport Canfin et Zaouati³¹⁵ qui préconise de développer « l'usage d'instruments financiers public-privés de partage de risques (garanties mais aussi prêts bonifiés, fonds propres et quasi fonds propres) ». En effet, les projets les plus risqués, bien qu'essentiels pour la transition, ne trouvent parfois pas de financements bancaires en raison de la frilosité des banques face au risque. Dans ce contexte, la BPI (mais aussi la BEI et les autres banques publiques) peuvent accorder des garanties aux établissements bancaires sur tout ou partie du risque que représente l'emprunt. Il est donc important de conserver des crédits budgétaires suffisants au profit des banques publiques d'investissement pour qu'elles puissent garantir un fort volume de prêts. En effet, il s'agit d'un outil avec un effet de levier extrêmement important : **1 euro en dotation publique permet 9 euros de garanties de Bpifrance pour une moyenne de 19 euros de financement par les partenaires bancaires, soit un effet de levier considérable.**

Il faut également revoir la doctrine d'intervention des banques publiques d'investissement. En effet, celles-ci doivent agir uniquement dans un contexte de partage du risque avec des co-financeurs privés et de manière minoritaire. Si aucun investisseur privé n'est intéressé, la BPI peut, dans de rares cas, agir seule mais doit investir conformément au principe européen de l'investisseur avisé en économie de marché, c'est-à-dire dans les mêmes conditions qu'un investisseur privé. Il faut étendre ce principe d'action autonome, en matière de financement, de Bpifrance.

Il est également nécessaire de modifier la doctrine de Bpifrance pour permettre à la filiale investissement de recourir à un effet de levier et donc de s'endetter, ainsi

que le pratique n'importe quelle société de gestion au monde. Aujourd'hui, Bpifrance se l'interdit, ce qui fait que la branche Investissement organise son action soit avec des fonds qu'elle possède directement ou qu'elle gère directement pour le compte de tiers (pour le compte de l'État par exemple à travers les programmes d'investissement d'avenir), soit en passant par des fonds de fonds (près de 300 fonds par lesquels Bpifrance investit indirectement et de façon minoritaire dans les entreprises).

Enfin, une réforme plus substantielle pourrait être envisagée en matière de renforcement de la capacité de frappe financière de la BPI, qui rejoint les enjeux de la politique monétaire européenne. En effet, en tant que banque d'investissement qui ne reçoit pas de dépôt de la clientèle, la BPI est obligée de refinancer rapidement l'ensemble des prêts qu'elle accorde. Elle doit donc acquérir des ressources financières pour cela. La majeure partie de ces ressources sont aujourd'hui issues de l'émission d'obligations bénéficiant de la garantie de l'État. Dans sa politique de prêt ou de garantie, la BPI peut par la suite multiplier l'impact des financements qu'elle accorde en agissant de concert avec des acteurs privés. Il en résulte que plus BPI Financement a de facilités à se financer à des conditions favorables et dans des volumes importants, plus sa capacité à prêter et à faire jouer l'effet de levier s'accroît. **Dans ce cadre, permettre à la Banque centrale d'acheter directement, et dans des volumes garantis à l'avance, des obligations d'échéance longues et à des taux préférentiels émises par les banques publiques d'investissement nationales constituerait une avancée significative dans le renforcement de leurs moyens d'action au profit de la reconstruction écologique.** Il s'agirait ainsi d'un financement direct des banques publiques d'investissement par la BCE en faveur de la transition énergétique, qui leur permettrait de développer largement leur activité de prêt mais aussi, et peut-être surtout, leur activité d'investissement (nous y reviendrons ci-dessous).

Pour permettre l'épanouissement de ce « *green new deal* » (Pacte vert pour l'Europe), l'alinéa 2 de l'article 123 du traité sur le fonctionnement de l'Union européenne (TFUE) pourrait ainsi être modifié afin de prévoir l'obligation pour la BCE d'acquérir des titres de dette des banques publiques d'investissement dans des volumes significatifs. Le second alinéa pourrait dès lors être complété par la phrase suivante : « *Par dérogation à ce qui précède, la Banque centrale européenne est autorisée à acquérir, dans des volumes significatifs et selon des conditions préférentielles, les instruments de dette émis par la Banque européenne d'investissement ou par les banques publiques nationales en faveur d'investissements dans la transition écologique* ». En effet, à l'heure actuelle, la BCE peut certes acquérir des obligations émises par la BEI, comme le précise l'article 123-2 du TFUE, mais seulement dans la mesure où elle procède à des achats d'actifs de la même manière qu'elle le ferait auprès de n'importe quelle banque privée. En pratique, cela conduit à ce que ces achats soient majoritairement opérés sur le marché secondaire. Cela exclut donc le rachat massif d'obligations issues des banques publiques d'investissement, directement au moment de l'émission, à des taux préférentiels et sur des maturités longues.

Mesure 8.6 :

Réformer les banques publiques d'investissement et en particulier Bpifrance : adapter les exigences de rentabilité pour les sujets de transition, permettre à la filière investissement de s'endetter, permettre à la BCE d'acheter directement des obligations d'échéance longues et à des taux préférentiels émises par les banques publiques d'investissement nationales pour financer la transition.

8.4 Sensibiliser les citoyens sur les enjeux de la transition écologique et aux solutions associées

Le sondage mené par OpinionWay-Square en novembre 2021 indiquait que 76 % des Français font de la question climatique un enjeu prioritaire, dont 40 % une urgence absolue qui doit être la priorité principale des gouvernants. Pourtant peu d'entre eux estiment avoir assez de connaissance sur le sujet. Une étude menée en septembre dernier par Viavoice montrait que seuls 11 % des sondés estiment « être tout à fait suffisamment informés ». **Des campagnes de sensibilisation doivent être menées par les pouvoirs publics pour permettre aux citoyens d'être mieux informés sur les enjeux écologiques.** C'est une condition *sine qua non* à l'adhésion de la population aux changements proposés et à une évolution effective des pratiques et comportements.

Les campagnes de sensibilisation grand public sont le principal levier d'action pour informer les citoyens, non seulement à l'impact de leur comportement mais aussi et surtout à la nécessité d'agir collectivement. Actuellement, des études et brochures sont réalisées par l'ADEME à destination des citoyens, les guidant vers des gestes écoresponsables comme « Ecoresponsable au bureau » publiée en janvier 2022. Mais ces études sont surtout consultées par des personnes déjà sensibilisées aux enjeux environnementaux et restent trop souvent invisibles pour la majeure partie des citoyens. **Nous recommandons des campagnes de sensibilisation grand public similaires à ce qui est réalisé pour la sécurité routière ou pour la promotion de l'arrêt du tabac.** Ces deux campagnes coûtent respectivement 40 et 60 millions d'euros par an à l'État. Nous proposons que l'État finance des campagnes similaires en investissant 50 millions d'euros par an sur la sensibilisation à la transition écologique et au changement climatique. Le coût total à 2050 serait de 1,4 milliard d'euros.

8.5 Adapter la formation initiale aux enjeux de la transition écologique

La transition écologique va occasionner des modifications profondes de notre système productif. Au-delà des enjeux de reconversion professionnelle, tout le système éducatif (enseignement supérieur, filières courtes...) doit en tenir compte et s'adapter aux métiers d'avenir,

Mesure 8.7 :

Financer des campagnes de sensibilisation grand public sur les enjeux de la transition écologique

Coût public

51 millions d'euros par an

Surcoût public

51 millions d'euros par an

c'est-à-dire à ceux qui permettront la mise en œuvre de cette transition. En pratique, cela consistera à ré-orienter les élèves ou étudiants de filières dont le contingent a vocation à diminuer (automobile, aéronautique, construction neuve...) vers des métiers d'avenir (agriculture, rénovation du bâtiment...). Pour ne donner qu'un exemple, nous estimons qu'il faudrait former *a minima* 50 000 jeunes par an au métier de la rénovation performante et complète. Nous considérons ici qu'il s'agit essentiellement d'une réallocation de moyens et n'avons donc pas estimé de surcoût, dit autrement nous raisonnons à iso-coût.

8.6 Accompagner les mutations professionnelles engendrées par la transition

Le rapport du Shift Project de décembre 2021 « L'Emploi : Moteur de la transformation bas carbone » met en évidence que l'emploi de tous les secteurs sera impacté par la transition écologique mais de manière hétérogène. Si certains secteurs vont connaître une croissance de la demande de main d'œuvre à l'horizon 2050, d'autres au contraire connaîtront des destructions. **Au total, ce serait environ 300 000 emplois supplémentaires nets qui seraient créés sur le périmètre étudié (1,1 million d'emplois créés et 800 000 détruits).** L'agriculture serait le secteur le plus bénéficiaire avec la création de 451 000 emplois supplémentaires nets grâce à la relocalisation de la production de fruits et légumes et à la généralisation des pratiques agroécologiques notamment. En revanche d'autres secteurs tels que l'industrie automobile verraient une baisse nette de 312 000 emplois sur l'ensemble du secteur principalement avec la baisse des usages à la suite de la réduction du roulement du parc engendré par la décarbonation de la mobilité. L'électrification de la production amplifie également l'effet négatif sur l'emploi, un véhicule électrique nécessitant moins de main d'œuvre tant pour sa fabrication que pour son entretien et sa réparation.

Les 800 000 emplois perdus nécessiteraient donc des besoins en formation pour leur reconversion professionnelle. **Le financement de ces reconversions étant le principal frein pour les personnes concernées, l'État devrait y participer.** En tenant compte de l'attrition liée aux départs à la retraite, en retirant les reconversions internes au secteur du bâtiment qui nécessitent moins de formations supplémentaires et en estimant à 10 000 euros le coût d'une reconversion sur la base du coût d'un an de formation en CAP dans les métiers de l'agriculture,

nous chiffrons les besoins totaux en formation à 3,6 milliards d'euros d'ici à 2050. Il convient de souligner que la France va bénéficier de subventions versées par le Fonds européen pour une Transition Juste (FTJ) afin de favoriser la transition professionnelle et ce type de reconversion. Ce fonds, opérationnel depuis juillet 2021, a pour objectif unique de « permettre aux régions et aux personnes de faire face aux conséquences sociales, économiques, environnementales et en matière d'emploi de la transition vers les objectifs spécifiques de l'Union pour 2030 en matière d'énergie et de climat et vers une économie de l'Union neutre pour le climat à l'horizon 2050 ». Dans ce cadre, la France devrait toucher 937 millions d'euros par an. Il lui restera donc à financer 2,6 milliards d'euros d'ici à 2050 soit 94 millions d'euros par an. Les investissements dans la formation professionnelle sont actuellement portés à 53 % par l'État et les organismes et collectivités publiques³¹⁶. **En conservant ce ratio, l'investissement public nécessaire d'ici à 2050 serait de 1,4 milliards d'euros, soit 50 millions d'euros par an.**

Mesure 8.8 :

Monter un Fonds de transition juste au niveau national finançant les mobilités métiers et géographiques des employés des secteurs sinistrés par la transition.

Coût public

50 millions d'euros par an

Surcoût public

50 millions d'euros par an

8.7 Soutenir le développement d'un numérique moins émetteur

Le secteur du numérique est responsable de 2,1 à 3,9 % des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale³¹⁷, en croissance rapide. L'Institut Rousseau a d'ailleurs récemment publié un rapport complet sur le thème de la sobriété numérique³¹⁸. Nos téléphones, ordinateurs, télévisions et centres de données émettent désormais autant que l'aviation civile, responsable quant à elle de 2,5 % des émissions mondiales. Dans un communiqué de presse d'octobre 2020, France Stratégie estime que la consommation annuelle du numérique devrait continuer de croître sur son rythme actuel de 10 % par an jusqu'en 2025³¹⁹. Un rapport du Sénat estime quant à lui que les émissions liées au secteur représentent 2 % des émissions françaises de CO₂ et que si rien n'est fait, ce chiffre pourrait atteindre 6,7 % en 2040³²⁰. **Cette tendance n'est pas compatible avec la transition écologique et les objectifs de neutralité carbone. Deux axes d'action peuvent être considérés : d'une part viser à maîtriser et diminuer l'empreinte du numérique sur l'environnement et, d'autre part, mettre ce dernier au service de la transition bas-carbone.**

2 % pour 2 degrés !

Partie 2 : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Des investissements importants sont consentis par le gouvernement afin de favoriser le développement du numérique, comme les 7 milliards d'euros sur deux ans accordés au secteur dans le cadre du plan de relance. **Nous estimons que face aux importants enjeux écologiques de ce secteur, au moins 15 % des investissements dans le numérique doivent être orientés vers le numérique vert**³²¹. Les investissements seraient alors de 976 millions d'euros par an soit 27,3 milliards d'euros d'ici à 2025.

Au-delà des émissions territoriales françaises, plus des trois quarts de **l'empreinte environnementale du numérique trouvent leur origine dans la phase de fabrication, généralement à l'étranger, des équipements des utilisateurs** (tablettes, ordinateurs, smartphones, etc.). Des actions doivent donc être mises en place sur cet axe, par exemple en soutenant la filière de reconditionnement des terminaux.

Afin de faire davantage converger transition écologique et transition numérique, les outils et innovations du numérique doivent également être mis à disposition de l'environnement. Dans cette optique, le plan de relance prévoit la création d'un fonds de 300 millions d'euros destiné au financement de projets de start-up de la Greentech, portés par Bpifrance. Des appels à projets ont également été lancés par l'ADEME pour soutenir le développement de l'éco-conception des services numériques dans les entreprises tels que Perfecto et Econom mais pour un budget limité (2,5 millions d'euros). **Nous estimons que de tels projets doivent être menés de manière plus régulière afin de permettre à un maximum d'entreprises d'innover dans ce secteur.**

Enfin des campagnes de sensibilisation ciblées auprès des citoyens doivent être engagées afin de leur faire prendre conscience de l'impact de leurs pratiques numériques. Cela doit se faire par la diffusion de messages simples et clairs les informant des impacts de leur conduite quotidienne et leur indiquant quels changements ils peuvent réaliser afin de réduire leur impact comme viser la longévité et la sobriété des objets ou maîtriser le transfert et le stockage des données). La dernière étude sur le sujet publiée par l'ARCEP fin 2021 « La face cachée du numérique » s'inscrit dans ce cadre. Nous estimons qu'une campagne de sensibilisation grand public avec des messages clés permettrait de diffuser plus largement et plus rapidement des informations encore très méconnues de la population générale.

Mesure 8.9 :

Accorder 15 % des financements publics en faveur du numérique à des projets de développement du numérique vert.

Coût public

976 millions d'euros par an

Surcoût public

691 millions d'euros par an

8.8 Honorer nos engagements envers les pays en voie de développement à travers la contribution au Fonds vert de l'ONU

En 2009 lors du sommet de Copenhague, les pays développés ont pris l'engagement conjoint de mobiliser 100 milliards de dollars par an, à partir de 2020, en faveur des pays en développement pour financer leurs actions de lutte contre le changement climatique. Aucune méthodologie de comptabilisation de ces financements n'était agréée au moment où cet engagement a été pris, ni ne l'est aujourd'hui, bien que le besoin d'une définition unique des financements climat retenus dans ce cadre soit systématiquement rappelé par les parties.

Pour le moment, les investissements ne sont pas à la hauteur des engagements avec seulement 80 milliards de dollars mobilisés, depuis l'origine, selon les derniers chiffres publiés par l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE)³²². Un chiffre en progression de seulement 2 % par rapport à 2018. L'objectif des 100 milliards de dollars mobilisés par an n'est donc pas atteint, loin de là. Afin de remplir l'objectif, la France devrait consacrer une enveloppe de 1 milliard d'euros par an au Fonds vert.

Mesure 8.10 :

Augmenter la contribution au Fonds Vert de Copenhague à hauteur de 1 milliard d'euros par an.

NB : cette mesure ne portant pas sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre de la France comprises dans le périmètre SNBC qui nous sert de référence, elle n'est pas directement incluse dans les coûts de la décarbonation. En revanche, cet engagement international de la France devra être sanctuarisé en loi de programmation du financement de la reconstruction écologique.

Coût public

1 milliard d'euros par an

Surcoût public

1 milliard d'euros par an

Troisième partie :

**Comment
financer ces
investissements
et quels
bénéfices
économiques
et sociaux en
attendre ?**



1. De nombreuses pistes de financement sont possibles

Après avoir chiffré, le plus précisément possible compte-tenu des données disponibles, les investissements publics et privés nécessaires pour atteindre la neutralité carbone, secteur par secteur, nous proposons plusieurs méthodes de financement afin de concrétiser cette nécessaire reconstruction écologique. Nous démontrons aussi qu'à terme, les montants de recettes publiques supplémentaires ainsi que les avantages économiques de la reconstruction écologique seront considérables. Enfin, nous soulignons que la concrétisation d'une telle ambition suppose un portage politique au plus haut niveau qui suppose des réformes institutionnelles et un renforcement considérable des administrations publiques chargées d'accompagner le déploiement de la reconstruction écologique. En matière de reconstruction écologique, le retour du volontarisme et de la programmation, certains l'appelleront la planification, ne sont pas des options.

Parmi les pistes de financement disponibles, il faudra nécessairement en passer, en premier lieu, par davantage d'endettement. 36 milliards d'euros de dépenses publiques supplémentaires représentent une augmentation de 10 % des dépenses actuelles de l'État (hors sécurité sociale et hors dépenses des collectivités). Par ailleurs, le déficit de l'État pour 2022 est de 153 milliards d'euros. Si l'on considérait que la transition écologique n'avait aucun impact positif sur les recettes de l'État, ce qui n'est évidemment pas le cas, le déficit augmenterait de 25 % et passerait à 189 milliards d'euros. En réalité les recettes de TVA, le surplus de cotisations lié aux emplois créés, l'activité supplémentaire générée, mais aussi la suppression des niches fiscales polluantes, conduirait à un surcoût bien moindre.

Pour aider à cet investissement, le recours à l'arme monétaire serait une considérable plus-value : une partie des dépenses pourrait et devrait être monétisée afin d'alléger la facture pour les États, même s'ils peuvent a priori s'en passer tant que les taux d'intérêts demeurent faibles et que la Banque centrale assure des débouchés à la dette publique (ce qui devient de moins en moins certain au regard des déclarations récentes des banques centrales). Néanmoins, une réforme monétaire et une utilisation bien plus massive des banques publiques

d'investissement, ce qui suppose de renforcer leurs dotations et de réformer leurs doctrines, pourraient s'avérer décisives pour financer les dépenses au niveau adéquat.

Les moyens de financement évoqués dans cette partie doivent cependant être mobilisés le plus rapidement possible car, dans le cadre de notre étude, nous faisons le choix d'un taux d'actualisation de zéro, ce qui signifie que nous donnons à l'avenir, compte-tenu de l'urgence climatique, le « prix » le plus élevé possible selon les calculs économiques qui tentent de comparer présent et avenir en actualisant la valeur future des investissements présents.

1.1 Quel taux d'actualisation et d'inflation choisir ?

Alors que mener la transition écologique va impliquer des bénéfices incertains sur le plan financier, l'ensemble des acteurs économiques sont d'accord pour affirmer de concert que l'investissement public doit en être une composante importante. De cette opinion plutôt consensuelle découle une question importante : quel devrait-être le taux de rentabilité d'un investissement public ?

En effet, ce taux est non seulement la clé de voûte des analyses coûts-bénéfices mais il serait également utilisé comme taux d'actualisation pour déterminer la valeur actuelle des investissements. Bien que cette question fasse l'objet d'une littérature riche, les conclusions des économistes et experts varient. Burgess et Zerbe³²³ avancent que dans un monde où le capital est limité, le secteur public devrait chercher une rentabilité de l'ordre de 6-8 %. D'autres comme le prix Nobel Kenneth Arrow et ses co-auteurs³²⁴, ont soutenu que pour des investissements dont les bénéfices sont essentiellement à très long terme (100 ans), le public pourrait « se contenter » d'un taux proche de 1 %. Martin Weitzman³²⁵ dans un désormais célèbre article avait sondé 2 160 docteurs en économie pour leur demander quel devrait être le taux d'actualisation de l'État et les sondés avaient placé le curseur entre 0 % et 4 % selon l'horizon temporel.

Nous allons plus loin que Arrow *et al.* et dans le sens de certains experts du sondage de Weitzman puisque nous soutenons ici que l'État peut purement et simplement renoncer à toute rentabilité financière et utiliser un taux de 0 %. Notre point de vue repose sur 3 raisons principales :

1. nous estimons que les coûts de la non-transition sont colossaux, certainement très sous-estimés (risque de catastrophes naturelles, maladies, mouvements sociaux, etc.) et qu'ils ne sont pas toujours correctement intégrés comme bénéfices des actions à conduire ;
2. la politique monétaire européenne de ces 10 dernières années implique que l'État s'endette à coût quasi-nul et qu'il doit pouvoir continuer de le faire, notamment pour les investissements en faveur du climat (ce qui suppose une coordination entre politique monétaire et politique budgétaire que nous appelons de nos vœux) ;

3. L'État n'a par essence pas à se préoccuper de « rentabilité » financière, il doit agir pour le bien commun et non en fonction de considérations financières.

Il existe toutefois une exception dans notre étude au fait de prendre une valeur nulle pour le taux d'actualisation : elle concerne le secteur de l'énergie. En effet, les sources que nous avons utilisées pour renseigner les données de ce secteur, principalement l'ADEME et RTE, ont effectué des projections sur les prochaines décennies en intégrant à leur calcul un taux d'actualisation. Étant donné que leurs chroniques d'investissement ne sont pas toujours explicités exhaustivement, il a été décidé de garder leurs données actualisées, ce qui diminue un peu le coût de l'énergie comparativement aux autres secteurs.

Concernant l'inflation, à la suite des discussions et rencontres avec d'autres groupes de travail et économistes, et en particulier I4CE, il a été décidé de travailler en euros constants de 2022, et donc de ne pas comptabiliser d'inflation. Cela a pour vertu de faciliter la lisibilité et la comparaison des données de l'étude avec les autres études et avec des données comparables. Toutefois, dans certains cas spécifiques relatifs à des baisses significatives et vraisemblables de coûts pour certaines technologies non encore totalement matures (hydrogène, électrique, biogaz), ces baisses ont été implémentées aux calculs afin de refléter la baisse relative des prix de ces équipements comparativement aux autres équipements qui sont attendues dans les prochaines années.

Ces précisions apportées, il nous reste à étudier les moyens de financer cet effort de reconstruction écologique.

1.2 Un endettement public parfaitement légitime et soutenable

Recourir à l'endettement ne doit pas être un frein à la reconstruction écologique. La période récente nous a démontré que nous pouvions emprunter massivement, sans crainte d'épuiser les prêteurs, sans provoquer de hausses de taux d'intérêts et sans provoquer d'inflation (le regain d'inflation du début 2022 vient de la reprise et de difficultés d'approvisionnement mais n'a pas de cause monétaire directe). Ce constat est d'autant plus valable que l'on considère, comme nous le faisons, que la banque centrale doit agir pour le climat au moins autant qu'elle a agi pour la pandémie. Nous y revenons plus loin.

1.2.1 Recourir à l'endettement : faut-il craindre les marchés ?

Alors que notre économie sort tout juste de la pandémie de Covid-19, l'endettement public français est, en début d'année 2022, de l'ordre de 116 % du PIB. Dans ce contexte, il est certain que les tenants de l'orthodoxie budgétaire risquent d'avancer que notre dette doit être réduite et non augmentée, y compris pour financer notre effort de reconstruction écologique. Or

2 % pour 2 degrés !

Partie 3 : Comment financer ces investissements et quels bénéfices économiques et sociaux en attendre ?

nous soutenons ici que les marchés ne « sanctionneront » pas la France en lui imposant des taux exorbitants dans ses recherches de financement, quand bien même elle augmenterait massivement ses emprunts.

1. LES MONTANTS D'INVESTISSEMENTS PRÉCONISÉS RESTENT ABORDABLES

Tout d'abord, nous devons garder à l'esprit que la dette française en circulation est colossale (de l'ordre de 2 145 milliards d'euros à fin 2021³²⁶) et que les 30 à 40 milliards d'euros annuels supplémentaires que nous préconisons, en prenant en compte la suppression des niches fiscales polluantes, ne représentent pas un montant « conséquent » pour les marchés financiers. À titre de comparaison, la France a placé sur les marchés près de 24 milliards d'euros entre le 3 et le 15 février de cette année 2022 sur des maturités allant jusqu'à 31 ans pour des taux inférieurs à 1 %³²⁷. On peut également mentionner le fait que le besoin de financement de l'État devrait atteindre 302,5 milliards d'euros en 2022, contre 321,1 milliards pour l'année 2021 (hors roulement de dettes à court terme qui augmentent le besoin de financements comme indiqué plus loin). Par conséquent, emprunter 30 à 40 milliards d'euros supplémentaires représenterait environ 10 % du besoin de financement annuel de l'État.

2. LES INVESTISSEURS, EN QUÊTE D'ACTIFS SÛRS SERONT AU RENDEZ-VOUS

L'appétit des investisseurs, toujours en recherche d'actifs sûrs et de collatéral, pour la dette française reste vigoureux. En moyenne, les offres de financements reçues par le Trésor représentent 3,5 fois les montants de financement recherchés, ce qui signifie que la France pourrait aisément placer trois fois plus de titres de dette sur les marchés financiers sans se trouver à court d'investisseurs. De surcroît, l'engouement grandissant des investisseurs pour les placements « verts » devrait également soutenir leur demande de titres pour financer la reconstruction écologique. D'ailleurs, en mars 2021, le Trésor avait notamment 7 milliards d'euros « d'OAT vert » à un taux de 0,526 % et à une échéance de 2044³²⁸.

3. UNE POLITIQUE DE TRANSITION ÉCOLOGIQUE, MÊME FINANCÉE PAR LA DETTE, N'AUGMENTE PAS LE RISQUE

Nous tenons à rappeler que l'objectif des financements que nous suggérons est bien de rendre notre économie plus responsable et résiliente. Bien que cette transition implique un coût, elle ne dégrade pas fondamentalement la « qualité de signature » de l'État français d'autant qu'on peut difficilement ignorer les bénéfices à long-terme de la transition. D'ailleurs, des travaux récents menés par le FMI montrent que les investisseurs réclament moins d'intérêts aux États qui sont jugés plus résilients face au changement climatique³²⁹. Cette remarque suppose également que les investissements concernent non seulement la transition bas-carbone, comme c'est l'objet de ce rapport, mais également les investissements permettant d'accroître la

2 % pour 2 degrés !

Partie 3 : Comment financer ces investissements et quels bénéfices économiques et sociaux en attendre ?

résilience de nos infrastructures qui sont en dehors du champ de notre étude mais pourraient également trouver leur place dans le cadre de la LPFRE.

4. Y COMPRIS EN CAS DE CHOC SUR LES TAUX D'INTÉRÊT, L'IMPACT SERAIT « GÉRABLE »

Profitant des taux bas et de la politique accommodante de la Banque centrale européenne, la France, comme d'autres États, en a profité pour allonger la maturité de ses emprunts afin de « sécuriser » ces ressources financières. La maturité moyenne de la dette française est passée de 7 ans en 2017 à plus 8 ans à fin 2021. Cela lui permet d'emprunter des montants moindres sur les marchés : en 2018 la France avait sollicité les marchés pour financer 744 milliards d'euros de dette. Or, sur les 12 derniers mois elle n'a émis « que » 574 milliards d'euros. Ainsi, si les taux venaient à augmenter brutalement par défiance des investisseurs (ce que nous n'envisageons pas), seule une fraction de la dette française serait immédiatement concernée. Si nous envisageons une hausse d'un point de pourcentage des taux sur l'ensemble des nouveaux emprunts – du jamais vu depuis la crise de la dette souveraine, cela représenterait un coût additionnel de 10 milliards d'euros annuels. Bien que conséquente, cette charge serait parfaitement « gérable ».



Figure 1 - Taux d'emprunt à 10 ans de la France et écart avec le taux Allemand

Source : Datastream

L'écart de taux d'endettement avec l'Allemagne (« spread souverain ») n'est donc pas un sujet et ne doit en aucun cas constituer une raison de ne pas financer l'effort nécessaire par davantage d'endettement public d'autant que l'Allemagne aura à faire des efforts similaires et devra en toute logique s'endetter de la même manière.

Il est par ailleurs indispensable d'« accommoder », à défaut de les supprimer, les règles budgétaires européennes en ce qui concerne la transition écologique.

1.2.2 Appuyer l'effort de transition en excluant les investissements environnementaux des critères de gestion budgétaire

La crise liée à la pandémie de coronavirus en cours depuis 2020 a laissé des séquelles sur les finances publiques des États de l'Union européenne, notamment sous la pression d'un effet de ciseaux entre la baisse des recettes causée par la récession et la hausse des dépenses destinée à financer les mesures de santé publique et le soutien aux entreprises et aux ménages pour atténuer les effets de la crise. En conséquence, les pays les plus touchés ont enregistré de fortes hausses de leur niveau d'endettement public, notamment permises par l'activation, en mars 2020, de la clause dérogatoire générale du pacte de stabilité et de croissance européen. Cet aménagement permet aux États membres de déroger temporairement à l'application normale des règles budgétaires en cas de grave récession économique dans l'Union européenne.

Le pacte de stabilité est fondé sur un certain nombre de règles, dont les deux principales sont bien connues : le déficit public doit être inférieur à 3 % du PIB, et la dette publique brute doit être inférieure à 60 % du PIB. Il faut cependant noter que la clause dérogatoire générale instituée est par nature temporaire, et le rétablissement de l'application des règles du pacte est prévu pour le 1^{er} janvier 2023.

L'activation de la clause dérogatoire générale est une occasion d'approfondir l'analyse de l'adéquation entre les règles budgétaires et les besoins réels d'investissement public. Au-delà de la crise conjoncturelle liée à la situation sanitaire, les besoins de financement détaillés plus haut laissent apparaître **le fait que la crise climatique bouleverse le paradigme traditionnel des finances publiques et rend l'application de ce pacte de stabilité obsolète et qui constitue même un frein à l'impérieuse nécessité de réaliser dès maintenant et sur la durée, les investissements nécessaires.**

Ainsi, la mise en œuvre des investissements nécessaires à la transition écologique suppose une remise en cause complète du cadre juridique actuel, qui devrait passer *a minima* par **l'exclusion du calcul du déficit public des dépenses publiques relatives à plusieurs secteurs d'investissements bénéfiques pour la reconstruction écologique**³³⁰ :

- l'investissement dans les infrastructures de transport ferroviaire, les transports publics et les mobilités douces, afin de renforcer l'attractivité de ces modes de transports et offrir une alternative crédible au transport routier et à l'usage de la voiture individuelle ;
- la rénovation énergétique du parc immobilier public et privé, ce qui permettrait à la fois de réduire les émissions de gaz à effet de serre d'un secteur fortement émetteur, d'améliorer le confort des logements et de réduire la facture énergétique des ménages et des pays (France, Allemagne...);
- la transformation de notre modèle agricole, afin de réduire la dépendance de notre agriculture aux engrais azotés et aux pesticides et de tendre à la souveraineté protéique ;
- l'adaptation au changement climatique, celui-ci étant déjà irréversible, quelle que soit l'efficacité des politiques publiques mises en place dans les prochaines années pour en limiter l'intensité ;
- la protection de la biodiversité, qui est à la fois une victime du changement climatique et un atout pour l'atténuer.

1.2.3 Utiliser la commande publique

Enfin, une autre manière utile d'utiliser le budget repose sur la commande publique issue de l'État comme des collectivités territoriales. Cette dernière représente environ 200 milliards d'euros chaque année, soit un peu moins de 10 % de notre produit intérieur brut (PIB). Cependant, l'observatoire de la commande publique estime que **seuls 13,6 % des marchés publics comportent aujourd'hui une clause environnementale, contre un objectif fixé par la loi de transition énergétique de 2015 à 30 % en 2020**. Cet objectif demeure loin d'être atteint à ce jour. Et pour cause : le prix reste le critère majeur dans la pondération des différents critères au moment des consultations. Il n'est pas rare que le seul critère prix dépasse 70 % de l'ensemble de la notation, contre moins de 10 % en moyenne pour les considérations environnementales. Il faut donc à la fois avoir des clauses environnementales dans les marchés publics mais que la pondération de ces dernières dans le marché public soit plus importante que dans le contexte actuel.

Le nouveau code des marchés publics prévoit la possibilité d'utiliser des labels (art. 10 du décret n° 2016-360 du 25 mars 2016 relatif aux marchés publics) ou la notion de « cycle de vie » (art. 63), qui permet de relativiser le critère du prix en prenant en compte le prix global

sur une longue durée. Mais si l'on veut engager une véritable reconstruction écologique, il est nécessaire d'aller plus loin en **introduisant dans la loi une obligation de pondération des critères environnementaux qui soit au moins égale à une fourchette comprise entre 30 et 50 % de l'ensemble des critères** en fonction des catégories de produits et services concernés. Il s'agirait dès lors de contraindre les acheteurs publics à inclure systématiquement un ou plusieurs critères écologiques liés à l'émission de gaz à effet de serre dans leurs appels d'offres et de leur donner une pondération importante dans l'évaluation finale des offres des candidats, afin de diminuer relativement le poids du seul critère prix.

1.3 Le financement monétaire et la conversion des dettes publiques détenues par la BCE en investissements écologiques

Pour aider l'effort de financement, ainsi que dans l'idée de reprendre un contrôle démocratique sur ce bien commun aujourd'hui largement privatisé qu'est la monnaie, nous pourrions également nous aider de l'arme monétaire.

En effet, nous payons aujourd'hui une erreur intellectuelle majeure en matière économique : nous agissons comme si les ressources naturelles étaient infinies tandis que les ressources financières et monétaires seraient limitées. C'est l'inverse qu'il nous faut penser aujourd'hui : **les ressources et les équilibres naturels sont limités et précaires, tandis que les ressources financières et monétaires peuvent et doivent être abondantes**, pourvu qu'on les utilise au service de l'intérêt général.

C'est pourquoi lorsque le président de la République Emmanuel Macron, engagé en 2018 dans une discussion animée avec une aide-soignante du CHU de Rouen qui lui réclamait des moyens budgétaires supplémentaires, lui répondit qu'« il n'y a pas d'argent magique » (faisait ainsi directement référence à la formule employée par Theresa May en 2017 : « *There is no magic money tree* »), il commettait une erreur de fond. De l'argent magique il n'y a que ça : c'est la nature même de la monnaie d'être "magique", c'est-à-dire d'être une institution sociale, qui ne repose sur rien d'autre que sur la confiance des populations, comme toutes les institutions sociales. Par notre seule volonté, des écritures informatiques ou des bouts de papier sont considérés comme de la monnaie, voire de richesse au sens contemporain du terme. **La véritable question, n'est donc pas de savoir si l'argent est magique ou non, il est évident qu'il l'est, mais bien de savoir s'il est opportun ou pas de créer davantage de monnaie pour le fonctionnement économique et social.**

Dans notre cas, il est évident que davantage de monnaie servirait utilement à financer la reconstruction écologique, sous la condition toutefois que cet argent supplémentaire soit bien employé. En réalité, les banques centrales inondent déjà les marchés de liquidités depuis maintenant plusieurs années (TLTRO, QE...) ; mais ceux-ci, malheureusement, servent plus

à alimenter des bulles spéculatives qu'à irriguer l'économie réelle. Cette situation s'est même accrue avec la pandémie de la Covid-19 qui a conduit la BCE, pour ne citer qu'elle, à créer *ex nihilo* plus de 2000 milliards d'euros de liquidités pour rassurer les marchés et augmenter ses achats de dette publique. Si cela a facilité un temps le financement des dépenses publiques exceptionnelles que les États ont dû mettre en œuvre, l'immense majorité de ces liquidités ont cependant été captées par les marchés et les acteurs financiers, qui se sont payés le luxe de battre des records boursiers alors que les morts se comptaient par centaines de milliers.

Imaginons alors que ce pouvoir de création monétaire des banques centrales, qui repose uniquement sur la confiance que la société leur accorde, soit enfin employé différemment, notamment pour financer une part de l'effort de reconstruction écologique. **Une solution pourrait être l'introduction raisonnée de monnaie libre (libre de dettes), dans des volumes limités et décidés sous contrôle démocratique, dans le système économique. Cette proposition est l'une des propositions centrales de l'ouvrage « Une monnaie écologique »³³¹.** En agissant ainsi, la banque centrale permettrait un désendettement massif, des agents publics et privés, car la monnaie permanente ainsi créée (non soumise à la promesse de destruction lors du remboursement), en se diffusant, réduirait le stock de dette par rapport à la quantité de monnaie en circulation. On rappellera ainsi que le programme du Conseil national de la résistance visait à établir un Conseil national du crédit à la Libération, qui se matérialisa en 1946 avec pour ambition de faire de ce conseil un véritable « Parlement du crédit et de la monnaie », c'est-à-dire de se donner les moyens de gérer le crédit et la monnaie comme un bien commun. L'idée de monnaie libre soumise à contrôle démocratique pour être employée au mieux est ainsi une idée d'avenir.

Concrètement, on pourrait imaginer que la Banque centrale crée de l'argent *ex nihilo* pour approvisionner soit directement les États soit des fonds d'investissement dans la reconstruction écologique afin de faciliter le financement de cette dernière. **La BCE pourrait par exemple financer à hauteur de 20 milliards d'euros par an (pour la France) l'effort visé dans la loi de programmation du financement de la reconstruction écologique décrite dans la première partie, tout en en faisant autant, à proportion de leurs besoins, pour les autres pays de la zone euro.** Cette politique conduirait à une injection de liquidités au profit de la société et de l'intérêt général, et non plus seulement au profit des marchés financiers. Mais techniquement, la méthode serait la même et l'impact sur le bilan de la banque centrale également. La principale difficulté est d'ordre juridique car l'article 123 du traité sur le fonctionnement de l'Union européenne (TFUE) interdit le financement direct des États. Cependant, non seulement ces règles d'interdiction ont été largement contournées dans la période récente³³², ce qui explique que la BCE possède désormais pour plus de 4 000 milliards d'euros de dette publique des pays européens (soit près du tiers de l'ensemble de la dette publique de la zone euro), mais on peut également imaginer des mécanismes institutionnels qui éviteraient le financement direct des États (passer par les banques publiques d'investissement par exemple, cf supra). Ainsi non seulement les États seraient dégagés de la contrainte qu'ils imaginent être la leur en matière d'investissements budgétaires, mais la diffusion de monnaie libre dans l'économie conduirait également à amoindrir l'impact de la dette privée et constituerait une arme de désendettement massive.

Cette proposition de monétisation des dépenses publiques sous contrôle démocratique, via le mécanisme de la monnaie libre, conduit presque au même résultat que la conversion des dettes publiques détenues par la BCE en investissements. L'Institut Rousseau a en effet porté une proposition originale : annuler les dettes publiques détenues par le système européen de banques centrales (SEBC), soit près de 4 000 milliards d'euros début 2022 (dont 750 milliards d'euros pour la France), en échange de l'engagement des États de développer des investissements de même montant dans la reconstruction écologique et sociale. La BCE étant indépendante, un « pacte » devrait être passé entre celle-ci, qui procéderait alors à un abandon de créances, et les États qui organiseraient un vaste plan de relance avec les autorités européennes. Ce serait donc une opération en deux temps : d'abord un abandon de créance par la banque centrale qui ferait diminuer la dette des États, ensuite un investissement de même montant de la part des États via la contraction d'une nouvelle dette (à défaut de pouvoir compter sur un financement direct par la banque centrale).

Au final, nous procéderions à une conversion de créances en investissements pour le futur. En annulant 750 milliards d'euros de dette publique française détenue par la BCE, en échange de l'engagement de réinvestir 36 milliards d'euros par an dans la neutralité carbone, nous pourrions financer 20 années du plan que nous proposons, et cela sans augmentation de la dette publique.

La perte pour les Banques centrales nationales (BCN) liée à l'abandon des créances publiques qu'elles détiennent pourrait être compensée par le pouvoir de création monétaire de la BCE : cela est prévu à l'article 32.4 du protocole n°4 sur le fonctionnement du SEBC. Par conséquent, il n'existerait aucun risque de fonds propres négatifs pour les BCN. Et quand bien même ce risque existerait, une banque centrale peut tout à fait fonctionner avec des fonds propres négatifs. C'est ce qu'affirme notamment la Banque des Règlements Internationaux (BRI) dans son analyse intitulée « Les finances des banques centrales³³³ ». Les premiers mots de l'avant-propos de cette étude sont : « Les banques centrales ne sont pas des banques commerciales. Elles ne recherchent pas le profit et ne sont pas soumises aux mêmes contraintes financières que les établissements privés. En pratique, cela signifie que la plupart des banques centrales pourraient perdre de l'argent au point d'avoir des fonds propres négatifs tout en continuant à fonctionner parfaitement normalement ».

Dans le premier cas, celui de la monnaie libre, la monétisation est directe et l'écriture comptable est simple : la banque centrale crée un actif fictif et procède parallèlement à un dépôt sur le compte du trésor public. Dans le second cas, celui de l'annulation, la banque centrale annule un actif qu'elle possède et demande aux États de s'engager à investir les mêmes sommes en contrepartie de cet abandon de créances. Dans les deux cas, la dette publique ne bouge pas mais les dépenses de l'État augmentent, ce qui dément toute lecture consistant à dire que l'opération d'annulation ne changerait rien pour les dépenses publiques et pour la richesse privée. Cela ne serait vrai que si l'annulation n'était pas condi-

tionnée à des réinvestissements. Dans les deux cas aussi, la banque centrale doit utiliser son pouvoir de création monétaire, par nature illimité, soit pour monétiser les dépenses publiques, soit pour compenser la perte que représente pour elle l'abandon de créances publiques.

Annulation et monétisation conduisent donc à des effets similaires. À une différence près cependant : la monétisation des dépenses publiques est formellement interdite par l'article 123 du TFUE, tandis qu'aucun traité n'interdit à la BCE d'abandonner une créance qu'elle détient, qu'elle soit d'ailleurs publique ou privée. Nous parlons ici de 4 000 milliards d'euros, c'est-à-dire peu ou prou la somme qu'il nous faudrait pour financer d'ici 2030 l'ensemble de l'effort de reconstruction écologique en Europe (cf. première partie).

Il demeure une dernière solution : transformer les titres de dettes publiques détenues par la BCE en dettes perpétuelles. Toutefois, à la différence de l'opération de conversion de créances en investissements, la transformation en dettes perpétuelles n'incite pas l'État à investir plus et ne réduit pas le volume de la dette puisque si celle-ci est gelée, elle n'en existe pas moins encore dans les livres de compte de la banque centrale. Pour toutes ces raisons, l'opération de conversion de créances publiques en investissements que nous proposons est la plus rapide, la plus légitime et la plus efficace des solutions à l'heure actuelle. À moyen terme, le plus rapidement possible toutefois, l'introduction de monnaie libre serait de nature à mettre le coup de fouet nécessaire pour financer la transition, mais cela suppose un effort de reconstruction intellectuel en même temps qu'écologique.

1.4 Supprimer les dépenses fiscales inutiles ou nocives pour l'environnement

Une étude publiée par le Réseau Action Climat en 2021 a rappelé le rôle important des niches fiscales en tant que levier d'économies potentielles³³⁴. Compte-tenu du fait que certaines d'entre elles ont pour effet de désinciter particuliers et entreprises à agir en faveur de la transition écologique, leur suppression devra être l'une des mesures prioritaires à mettre en œuvre. Pour rappel, les niches fiscales sont des aménagements dérogatoires qui peuvent prendre la forme de crédits d'impôt, de réduction de l'assiette fiscale ou de régimes particuliers. Ces mesures publiques servent en théorie d'incitation afin d'orienter les comportements des contribuables vers des actions particulières aux conséquences considérées comme positives (emploi de salariées à domicile, travaux d'efficacité énergétique, investissements locatifs, etc.).

En 2022, selon le rapport du Réseau Action Climat, les dépenses fiscales nocives pour l'environnement ont atteint près de 12,5 milliards d'euros pour les plus importantes d'entre elles. Il s'agit notamment de :

2 % pour 2 degrés !

Partie 3 : Comment financer ces investissements et quels bénéfices économiques et sociaux en attendre ?

- l'exonération de taxation du kérosène (3,6 milliards d'euros) ;
- la différence de taxation diesel-essence (3,5 milliards d'euros) ;
- l'exclusion des départements d'outre-mer du champ d'application de la taxe intérieure de consommation applicable aux carburants (1,7 milliard d'euros) ;
- du tarif réduit pour le gazole non routier (GNR) pour le secteur agricole (1,2 milliard d'euros) ;
- du remboursement du gazole utilisé par les poids lourds (1,3 milliard d'euros) ;
- et des exonérations et taux réduits sur l'électricité ; la plus importante (1,2 milliard d'euros) bénéficie aux sites industriels électro-intensifs.

On peut également ajouter à cette liste d'autres dépenses publiques comme l'aide à la construction neuve qui contribue à l'artificialisation des sols (1,1 milliard d'euros en 2020), les taux réduits sur les taxes sur l'électricité (1,6 milliard d'euros) ou les dépenses de fonctionnement de l'État liées au carburant, fioul et achats de véhicules thermiques.

Ainsi la suppression de ces niches fiscales pourrait conduire à des gains budgétaires pour l'État qui pourraient "adoucir" le montant des dépenses publiques requises, sans préjudice pour les secteurs concernés qui bénéficieront des aides détaillées dans la deuxième partie du rapport pour opérer leur conversion écologique.

Il est toutefois à noter que certaines décisions ne relèvent pas des compétences nationales mais de celles de l'Union européenne, à l'instar de la taxation du kérosène. La France peut néanmoins jouer un rôle actif en la matière en portant une position forte qui conduira à mettre ce sujet à l'agenda au niveau européen, en tirant notamment profit de la présidence française de l'Union Européenne, démarrée depuis le 1^{er} janvier 2022.

1.5 Mettre en place une fiscalité écologique

Le mardi 7 décembre 2021, le Conseil de l'UE a voté à l'unanimité la possibilité d'actualiser les règles sur le taux de TVA pour les produits et activités liées à l'environnement, le numérique et la santé³³⁵. **La fiscalité écologique peut ainsi être utilisée, tant pour favoriser le développement de certaines activités que pour pénaliser des activités jugées nocives.** Elle vise à taxer les activités et produits polluants pour inciter à adopter des pratiques plus respectueuses de l'environnement³³⁶. Ce genre de fiscalité a été introduite depuis une trentaine d'années mais la France ne l'utilise qu'assez peu : **notre pays ne figure même pas dans les 10 premiers pays européens pour la proportion des recettes fiscales environnementales dans le PIB³³⁷.**

Et pourtant, on dénombre en France 40 dispositifs fiscaux environnementaux au sens d'Eurostat (cartes grises, taxe intérieure sur la consommation de produits énergétiques, contribution au service public de l'électricité, etc.) classés par catégorie : énergie (83 % des dispositifs), transports (12 %), pollution et ressources (5 %). Leur montant s'élevait à 59 milliards d'euros en 2019, soit 5 % des prélèvements obligatoires et 2,3 % du PIB. Ces recettes sont réparties entre l'État (24,4 milliards d'euros, soit 42 %), les collectivités territoriales (18,3 milliards d'euros, soit 31,5 %) et d'autres organismes (15,4 milliards d'euros, soit 26,5 % - opérateurs de l'État principalement).

En ce qui concerne la TVA, celle-ci est un impôt « fondamentalement injuste » étant donné qu'il touche tous les citoyens de la même façon, quels que soient leurs situations et leurs revenus. Il est donc important d'avoir une TVA écologique, mais les changements de taux qui seront faits ne devront pas, en moyenne, pénaliser les consommateurs, sauf lorsqu'il s'agit de taxer justement des activités polluantes.

C'est pourquoi notre rapport conseille à plusieurs reprises de moduler le taux de TVA. Toutefois, en moyenne, cela engendre une baisse nette de la TVA récoltée, ou au pire des cas lors de la mise en place de la TVA écologique en France, l'effet doit être neutre. Le but visé n'est clairement pas de récolter de nouvelles recettes, mais bien d'influencer la consommation du pays vers des produits, services et activités plus durables.

Si l'avancée des discussions européennes n'aboutit pas à une souplesse suffisante pour instaurer cette TVA écologique, il est tout à fait possible d'imaginer d'autres mesures fiscales pour atteindre le même but, via l'instauration de taxes spécifiques sur certaines activités ou produits.

Il est à noter que la reconstruction écologique du pays entraînera directement des variations dans les recettes de TVA perçues par l'État. Toutefois, bien qu'il soit complexe d'évaluer précisément ces effets, il semblerait que, considérée globalement en faisant la part des hausses de recettes liées par exemple à la rénovation et la baisse des recettes liée par exemple à la diminution de la vente de véhicules individuels ou à un taux réduit sur les billets de train, les effets se compensent plus ou moins, ce qui explique que nous ayons laissé ces chiffres de côté.

Enfin, notre pays doit se préparer à faire évoluer une grande partie de sa fiscalité vers de la fiscalité écologique, ce qui implique d'anticiper les pertes de recettes liées aux énergies fossiles qui disparaîtront petit à petit. Ces pertes de recettes seront en partie compensées par les recettes supplémentaires liées à la hausse de consommations de l'électricité et au surplus d'activités mais il importe de repenser le système fiscal français en adéquation avec les enjeux et les modes de vie durables que nous appelons de nos vœux.

1.6 Utiliser un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières

La protection du marché français et européen face au *dumping climatique* est indispensable à la transition écologique du pays. **Les investissements que doivent concéder les industriels européens pour verdir leur production ne peuvent en effet être réalisés s'ils impliquent une perte de compétitivité face aux importations des mêmes produits.** Or, le verdissement de l'industrie implique bien souvent des surcoûts de production conséquents. La mise en œuvre d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) permet de donner aux industriels de la visibilité et une protection relative de leurs futurs débouchés, indispensables pour déclencher les investissements de verdissement. La Commission européenne a ainsi proposé un tel mécanisme dans le cadre de son Pacte vert pour l'Europe (*Green Deal*)³³⁸, qui s'appliquerait aux frontières de l'Union. Cet outil phare de l'UE sera essentiel pour que la neutralité carbone du continent n'aboutisse pas à un report des émissions vers d'autres pays et permette d'avancer concrètement vers les objectifs de l'Accord de Paris au niveau mondial.

La Commission européenne propose d'introduire un MACF couvrant les secteurs du ciment, du fer et de l'acier, de l'aluminium, des engrais ainsi que de l'électricité. Les importateurs devraient acheter des certificats au prix en vigueur sur le marché carbone européen afin d'être autorisés à importer leurs biens. La proposition prévoit en outre une suppression progressive, de 2026 jusqu'en 2035, des quotas gratuits actuellement distribués sur le marché carbone européen pour les secteurs concernés. La proposition ne couvre pour l'instant que les émissions de dioxyde de carbone CO₂ directes des produits ; l'intégration des émissions indirectes sera réévaluée à partir de 2025³³⁹.

Si cette proposition est bienvenue, elle n'est pas exempte d'un certain nombre d'écueils ou d'incertitudes qui pourraient significativement limiter sa portée.

Le MACF doit en premier lieu être accompagné de la fin de l'allocation gratuite des quotas. Sa prolongation reviendrait en effet à appliquer un coût du carbone plus élevé aux produits importés qu'aux produits fabriqués sur le marché, d'autant que le marché carbone européen basé sur l'allocation gratuite de quotas n'a pas permis de baisses significatives d'émissions dans les secteurs de l'acier, du ciment et de la chimie. L'existence parallèle du MACF et de l'allocation gratuite de quotas créerait ainsi un double bénéfice pour les industriels européens, au détriment de la transition écologique³⁴⁰.

La non-prise en compte des émissions indirectes (c'est-à-dire les émissions de carbone provenant de l'électricité utilisée pour produire la marchandise) serait particulièrement néfaste pour l'efficacité du dispositif. Elles concernent par exemple les deux tiers des émissions du secteur du ciment, tandis que les émissions issues de la consommation d'électricité des alumineries peuvent représenter plus de 80 % de l'empreinte carbone d'une tonne d'aluminium dans certains pays. Les émissions indirectes doivent être impérativement intégrées au dispositif.

2 % pour 2 degrés !

Partie 3 : Comment financer ces investissements et quels bénéfices économiques et sociaux en attendre ?

Il s'agit enfin d'étendre progressivement et rapidement le mécanisme après sa phase pilote à d'autres produits ainsi qu'aux principaux produits manufacturés. Il existe en effet un risque de substitution des importations de produits de base couverts par le MACF par des importations de produits avals non-couverts par le mécanisme (e.g. substitution d'imports d'acier et d'aluminium par l'importation d'emballages dont l'acier et aluminium entrent dans la composition)³⁴¹.

Mesure 9 :

Soutenir au niveau européen la mise en œuvre du MACF et plaider pour une suppression plus rapide de l'allocation de quotas gratuits pour les secteurs concernés, par exemple dès 2030. Couvrir dès 2026 les émissions indirectes liées à la consommation d'énergie pour la production des produits concernés et progressivement étendre le mécanisme à d'autres produits, y compris produits transformés, semi-transformés et manufacturés.

2. Les effets économiques et sociaux positifs de la reconstruction écologique

La reconstruction écologique s'accompagne également de nombreux effets positifs directs ou indirects sur les plans économiques et sociaux. Parmi ces effets positifs directs, on pense par exemple aux **près de 54 milliards d'euros de gains annuels sur la balance commerciale**, principalement dû aux baisses des importations d'hydrocarbures économisés chaque année, à la création nette d'au moins 300 000 emplois selon les chiffres du Shift projet³⁴² (soit environ 10 milliards d'euros d'économies d'accompagnement du chômage chaque année), **des dépenses évitées chaque année en termes de construction immobilière neuve** (sans compter tous les dégâts environnementaux liés) et **des économies pour le budget de la Sécurité sociale de l'ordre de 4,3 milliards d'euros par an**. Les ménages profiteront également directement d'économies sur leurs factures de carburants, de chauffage ou d'alimentation, pouvant représenter environ **1700 euros chaque année par ménage** (voir 2.5 ci-après). Bien entendu, la reconstruction écologique est un préalable à tous ces gains puisque toutes les données de cette partie sont calculées sur la base d'une transition réalisée.

Investissement public : 70 milliards d'euros/an

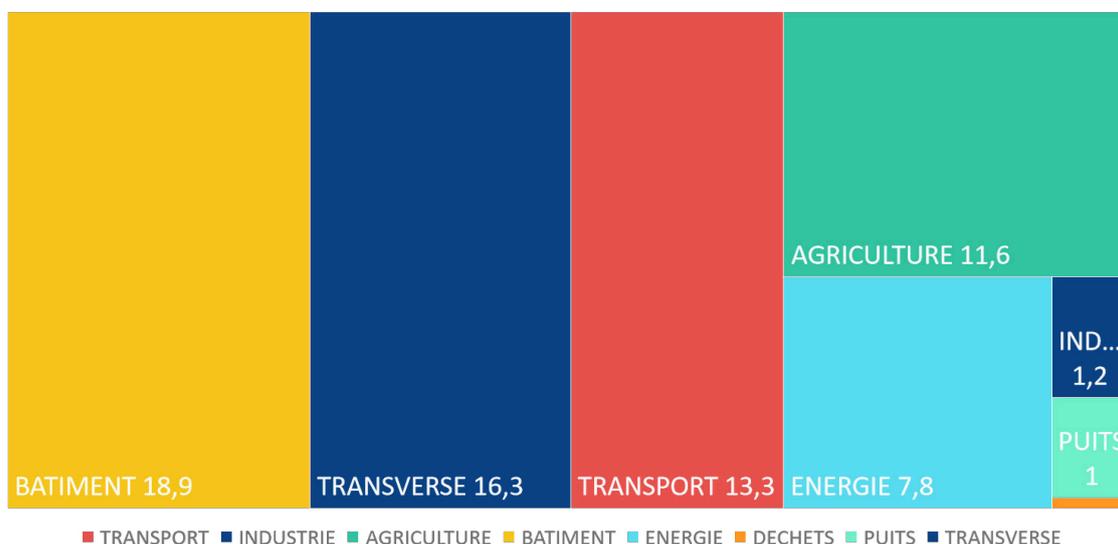


Figure 2 - Quelques exemples d'économies pour la collectivité permises par la transition bas-carbone

2.1. Des gains de dizaines de milliards d'euros chaque année pour l'économie française

En effectuant la transition vers la neutralité carbone, la France va non seulement économiser des milliards d'euros dépensés chaque année pour s'approvisionner en énergie fossile, mais va aussi gagner en compétitivité industrielle et renforcer ses exportations. En effet, les énergies fossiles seront remplacées par des énergies « propres », qu'il s'agisse de gaz vert ou d'électricité décarbonée, qui seront produits en France. Pour le cas de la France, ce gain peut être estimé à environ 46,5 milliards d'euros chaque année³⁴³. Il doit toutefois être nuancé par le surplus d'importation de biocarburants pour environ 1 milliard d'euros par an (montant calculé dans la partie relative aux investissements dans le secteur des Transports).

Les importations françaises en matière agricole seront également une source d'économie. Le coût des importations d'intrants à base d'azote et de phosphore s'élevait en 2019 à 1,84 milliards d'euros³⁴⁴. Cette somme serait réduite de plus de 50 % par les mesures que nous présentons dans ce rapport, ce qui nous conduit à estimer à près d'un milliard d'euros par an le gain pour la balance commerciale française.

À cette énorme baisse des importations nationales, le cabinet de conseil McKinsey estime que l'Europe pourrait gagner 50 milliards d'exportation en menant à bien la transition et en devenant leader sur de nouveaux segments liés à la transition énergétique³⁴⁵. En prenant le

2 % pour 2 degrés !

Partie 3 : Comment financer ces investissements et quels bénéfices économiques et sociaux en attendre ?

poids économique de la France dans l'UE soit 15 %³⁴⁶, la France pourrait ainsi prétendre à augmenter de 7,5 milliards d'euros ses exportations, toutes choses étant égales par ailleurs.

En menant sérieusement la transition, la France peut ainsi s'attendre à améliorer sa balance commerciale de plus de 50 milliards d'euros chaque année.

2.2. Des centaines de milliers d'emplois créés

Plusieurs études en France mettent en avant que la décarbonation de l'économie amène globalement, c'est-à-dire en faisant la différence entre les créations et les destructions d'emplois, notre pays à l'horizon 2050 à une balance nette d'emploi positive. Ces études vont de 300 000 créations d'emplois, sur le périmètre de l'étude, pour le PTEF du Shift Project³⁴⁷, à 900 000 créations de postes pour les études de l'ADEME-OFCE de 2016³⁴⁸ et la dernière étude de l'ADEME de 2018³⁴⁹.

En considérant l'hypothèse prudente de 300 000 emplois créés, cela conduirait à une baisse importante du chômage, et ce même en comptant les restructurations (on compte encore 3,1 millions de chômeurs au premier trimestre 2022).

Cette création d'emplois aurait en outre une incidence positive pour les finances publiques. Si l'on considère une baisse de 300 000 chômeurs, le fait que l'allocation moyenne de chômage en septembre 2020 était de 1 266€³⁵⁰, que le salaire brut moyen est de 3 183€ par mois en France en 2019³⁵¹, un rapide calcul permet d'obtenir **près de 4,56 milliards d'allocation chômage économisées par an**. En outre, si l'on considère le taux de cotisation salariale moyen de 22 %³⁵² et le fait que les charges patronales sont comprises entre 25 % et 42 %³⁵³ (donc ici nous retiendrons 30 %), **cela conduirait à augmenter de 2,52 milliards d'euros les cotisations salariales et de 3,44 milliards d'euros par an les cotisations patronales. Au total, les finances publiques s'amélioreraient de plus de 10 milliards d'euros par an rien que de ce point de vue.**

2.3. Un impact positif de la baisse des constructions neuves sur l'utilisation des ressources et sur la biodiversité

La reconstruction écologique inclut un volet particulièrement ambitieux de rénovation des bâtiments. Ceci, additionnée à la politique de Zéro Artificialisation Nette (ZAN)³⁵⁴ et à une future stabilisation de la démographie française, **fait estimer par différents organismes³⁵⁵ une baisse de la construction neuve d'environ 200 000 logements chaque année**. Cette baisse sensible, dont l'impact sur les emplois est absorbé grâce au reste de la transformation de l'économie française, engendre plusieurs avantages considérables.

Tout d'abord, le secteur de la construction neuve est particulièrement énergivore et consommateur de ressources. Selon une étude de l'ADEME en 2019, **la rénovation thermique d'une maison individuelle nécessite 40 fois moins de matériaux qu'une construction neuve ; dans le cas d'un bâtiment de logement collectif, c'est même 80 fois moins.** À cela s'ajoute l'artificialisation des sols qui conduit au déclin de la biodiversité, à une baisse des puits de carbone et à des risques physiques plus importants. La baisse de la construction neuve est donc positive du point de vue de l'utilisation des ressources et de la préservation de la biodiversité.

Par ailleurs, au-delà de l'éradication à terme de la précarité énergétique, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a repris des études montrant qu'investir dans des travaux de rénovation énergétique conduisait non seulement à plus de confort, mais aussi à des économies en dépenses de santé publique comme nous allons le voir ci-dessous.

2.4. Une bien meilleure santé pour la nation

Il est certain que la transition amènera également de nombreuses améliorations pour la santé des populations. En France, certaines études, encore incomplètes, ont été publiées pour tenter de quantifier ces bénéfices.

Tout d'abord, la pollution de l'air est responsable de diverses maladies respiratoires et inconforts pour les populations touchées. **Un rapport du Sénat estime que les coûts pour la Sécurité sociale de la pollution de l'air pourraient être de l'ordre de 3 milliards d'euros chaque année**³⁵⁶.

Le plan de reconstruction écologique possède un volet lié à l'alimentation. De nombreuses études dénoncent les problématiques liées à ce sujet en mettant en avant leurs conséquences sur la santé de la population. Le surpoids, voire l'obésité, peuvent non seulement être une gêne, mais ils peuvent aussi conduire à des problèmes de santé nécessitant des soins spécifiques. Une étude mentionne spécifiquement les coûts liés à la prise en charge sanitaire des conséquences d'une mauvaise alimentation. **Le cabinet IMS Health estime le coût lié à l'obésité et à la malbouffe à environ 5 milliards d'euros par an pour la Sécurité Sociale**³⁵⁷.

Enfin, notre plan de reconstruction écologique inclut également une large rénovation de toutes les habitations du pays. Or, un rapport de l'Assemblée nationale sur la rénovation thermique des bâtiments évoque les problèmes sanitaires liés à la mauvaise isolation du bâti. Ces maladies liées à l'humidité et à une insuffisance de chauffage touchent principalement les classes de population les plus défavorisées qui ont rarement les moyens de résoudre les insuffisances de leur logement. **Ainsi, le rapport évoque un coût pour la sécurité sociale spécifique lié à ces logements, qui sont en réalité des « passoires thermiques », de 666 millions d'euros par an**³⁵⁸.

Ainsi, la réalisation du plan de reconstruction permettra de substantielles améliorations sanitaires pour toute la population du pays, notamment pour les moins favorisés, souvent plus exposés. Même en ne prenant que la moitié des coûts évoqués par ces différents rapports, la Sécurité sociale ferait donc au moins 4 milliards d'euros d'économie par an. Ce qui permettrait de réduire le déficit public annuel de 0,2 % par an, ou bien de recruter 80 000 personnels soignants supplémentaires dans les hôpitaux publics.

2.5. Un gain de pouvoir d'achat important pour les ménages

La reconstruction écologique aura enfin un effet positif direct sur le pouvoir d'achat des ménages.

Le premier poste d'économie est lié aux véhicules individuels. En moyenne, les sites spécialisés mettent en avant qu'une voiture électrique coûte 2 € pour 100 kilomètres sur les routes alors que les voitures thermiques coûtent plutôt 8 € pour la même distance^{359 360}. Plus précisément, EDF a fait le calcul en 2022³⁶¹ et conclut à une consommation de 100 € pour 1000 km pour une voiture thermique³⁶² contre 15 € pour 1000 km pour une voiture électrique comparable³⁶³. Or, en moyenne, les Français roulent 12 200 km chaque année³⁶⁴. **Cela permet à un utilisateur de voiture thermique de gagner en moyenne 732 € chaque année pour les sites spécialisés et 1022 € selon EDF** (dans l'hypothèse où les coûts des carburants sont stables dans le temps). De plus, ces sites et études s'accordent à dire qu'une économie de 100 à 150 € par an peut être constatée sur l'entretien de la voiture (principalement dû au moteur). Avec des hypothèses prudentes, il est donc raisonnable de prévoir qu'**un utilisateur passant d'un véhicule thermique à un véhicule électrique pourra économiser pas loin de 1 000 € par an** en frais courants. Ces bénéfices sont généralement compensés par la différence de prix d'achat entre véhicules électriques et thermiques, mais cette dernière sera en bonne partie compensée par la prime à la conversion proposée en partie 2.

De la même façon, des économies importantes seront effectuées grâce aux rénovations thermiques ambitieuses. Une étude estime qu'il peut y avoir jusqu'à 67,5 % d'économies potentielles sur la facture du chauffage pour un ménage effectuant des travaux performants tant sur l'isolation que sur un mode de chauffage efficient³⁶⁵. La facture énergétique étant de 1602 € par an en moyenne³⁶⁶, dont environ 1058 € pour la facture de chauffage³⁶⁷, les logements qui seront rénovés correctement peuvent donc permettre à leurs habitants **une économie de 714 € par an**.

Ainsi, un ménage français qui change son véhicule thermique par un véhicule électrique, et effectue une rénovation thermique ambitieuse, **peut espérer économiser jusqu'à 1700 € par an** sur son budget (investissements initiaux mis à part, car une partie significative d'entre eux seront financés par des aides d'État), ce qui peut lui permettre de réaliser de nombreux projets et d'alléger la pression des dépenses quotidiennes de presque 150 € par mois !

3. Adapter notre gouvernance

Un effort d'investissement massif dans la reconstruction écologique de notre société tel que celui que nous proposons, tout comme l'élaboration d'une loi pluriannuelle de financement de la reconstruction écologique, nécessitent un portage politique fort. Il n'existe pas de mécanismes institutionnels qui permettraient de compenser une absence de volonté politique. Toutefois, certaines idées peuvent être mentionnées.

Tout d'abord, il n'existe pas de véritable cohérence dans l'action des différents ministères dont les intérêts tendent parfois à s'opposer comme on le voit dans les divergences récurrentes entre ministère de la transition écologique (MTE) et ministère de l'agriculture ou entre le MTE et le ministère de l'économie et des finances. **Le regroupement du ministère de l'écologie et du ministère de l'agriculture serait ainsi probablement utile pour éviter que les intérêts ne s'opposent.**

En matière de moyens, la direction générale du Trésor et la direction du Budget gardent ainsi la haute main sur les décisions, et peuvent faire plier les ministres de l'écologie, fussent-ils ministres d'État comme ce fut le cas pour Nicolas Hulot. Le Conseil de défense écologique mis en place au sommet de l'État ne se réunit que peu et ne dégage pas de grandes décisions, à l'inverse du Conseil de défense sanitaire mise en place pendant la pandémie.

Il existe également une multitude d'instances consultatives (HCC, CESE, France Stratégie, Commissariat au Plan...) qui demeurent peu écoutées et dont les avis n'entraînent aucune conséquence directe sur la stratégie gouvernementale. Ils ne disposent par ailleurs bien souvent pas des moyens nécessaires à accomplir les tâches dont nous avons souligné l'importance dans ce rapport.

Enfin, la réalité des politiques publiques en faveur de l'environnement se heurte à la baisse continue des effectifs du MTE et des opérateurs qui lui sont liés (- 6000 emplois

2 % pour 2 degrés !

Partie 3 : Comment financer ces investissements et quels bénéfices économiques et sociaux en attendre ?

sur les cinq dernières années, - 20 000 emplois depuis 15 ans, comme rappelé dans la partie relatives aux moyens d'actions trans-sectoriels de la deuxième partie). Cela se traduit par des décisions environnementales plus lentes, moins éclairées et moins efficaces (par exemple, ainsi que nous l'avons vu précédemment, en ce qui concerne la préservation des forêts). Il en résulte aussi un déficit d'évaluation et de contrôle.

Plusieurs configurations sont imaginables et pourraient nous permettre d'atteindre nos objectifs. Sans chercher à trancher définitivement la question, nous en donnons ici quelques exemples.

Premier enjeu : Le pilotage de la gouvernance écologique doit remonter au plus haut niveau de l'État et organiser de manière cohérente l'ensemble des politiques publiques.

Propositions allant dans ce sens :

- Créer un poste de vice-Premier Ministre en charge du développement durable (Nicolas Hulot dans son *Pacte écologique*, 2006) ;
- Réunir le ministère de l'économie et de la transition écologique ;
- Renforcer la responsabilité du Premier ministre en la matière :
 - Placer directement la conduite de la politique de reconstruction écologique sous l'égide du Premier ministre
 - Le Premier ministre doit rendre des comptes mensuellement sur l'évolution de l'action climatique et de ses indicateurs clefs (Proposition Alain Grandjean et Farah Hariri – *Un Plan Climat pour les présidentielles 2022*³⁶⁸)
- Doter l'État d'un organe prospectif spécifiquement dédié à la reconstruction écologique (ex : un Haut-Commissariat à la reconstruction écologique) ou à défaut renforcer la capacité d'action du service « environnement » de France Stratégie.

Deuxième enjeu : Au regard de l'importance et de l'urgence de la reconstruction écologique à laquelle nous devons travailler aujourd'hui, son pilotage et son exécution doivent faire l'objet d'un accompagnement et d'une évaluation scientifique stricte.

- Doter le HCC de moyens humains et financiers lui permettant de contrôler et d'approfondir son contrôle des moyens publics déployés.
- Créer un corps spécialisé d'inspecteurs généraux de l'environnement, chargés de contrôler et d'évaluer toutes questions potentielles liées au déploiement des politiques publiques environnementales.

En définitive, la transformation du pilotage de la reconstruction écologique doit s'appuyer sur un haut niveau de représentation politique, ainsi que sur une nette augmentation des moyens alloués au personnel chargé d'exécuter et d'évaluer les politiques publiques environnementales.

Conclusion de Gaël Giraud, président d'honneur de l'Institut Rousseau

Le sixième rapport du groupe 1 du GIEC, publié lundi 09 août 2021³⁶⁹, énonce pour la première fois, avec certitude, que le réchauffement climatique est intégralement d'origine anthropique. Cela coupe court aux allégations climato-relativistes destinées à dédouaner partiellement les usages humains des énergies fossiles de leurs responsabilités. Mais c'est surtout **une bonne nouvelle : si nous sommes entièrement responsables du dérèglement climatique, cela signifie que nous avons entre nos mains les moyens, sinon d'y mettre fin, du moins de l'atténuer autant que possible**. C'est à le démontrer dans le cas de la France que ce rapport s'est attaché, en proposant à la fois un scénario global de décarbonation de la société française et un chiffrage du coût de ce scénario. D'aucuns répondent à la plainte de l'Affaire du siècle déposée contre l'État français au regard du fait que nous ne respectons pas l'Accord de Paris de 2015 qu'au fond, la France ne pèse que 1 % des émissions de gaz à effet de serre. Nous sommes certains que cela ne nous exonère aucunement. Tout simplement parce que si la planète doit viser la neutralité carbone au milieu du siècle, cela veut dire que 100 % des émissions doivent disparaître ou être séquestrées — pas 99 % !

Un certain nombre d'aspects de la nécessaire reconstruction écologique de notre pays n'a pas été pris en compte : la très grande dépendance de la France à ses importations en minerais ; l'érosion de la biodiversité ; la raréfaction progressive de l'accès à l'eau potable. À l'évidence, nous nous sommes limités à la transition énergétique nécessaire à la décarbonation de notre pays. Notre exercice d'un chiffrage monétaire complet, sur le périmètre français³⁷⁰, du chemin à parcourir jusqu'à la neutralité carbone en 2050 est le premier du genre. Il est suffisamment

2 % pour 2 degrés !

complexe pour justifier que nous n'ayons pas cherché à aborder les questions, encore plus subtiles, liées aux ressources naturelles et à la biodiversité.

En outre, nous avons évalué le coût de l'investissement en capital, le Capex. Nous avons donc laissé de côté les coûts opérationnels, les Opex, liés à la mise en place d'usines décarbonées, d'une agriculture sans chimie pétrolière, etc. Ces coûts-là sont beaucoup plus difficiles à anticiper : ils dépendent des variations du prix mondial de l'énergie, de la rapidité avec laquelle la population française s'adaptera à cet environnement en transition et, plus globalement, d'apprentissages et de changements de comportements collectifs qui sont aussi désirables que difficiles à prédire.

Enfin, nous n'avons pas non plus cherché à prendre en compte le coût de l'adaptation au dérèglement climatique déjà embarqué : la destruction progressive de notre littoral par la montée des eaux, la disparition de la faune halieutique dans nos mers, l'impact des polluants que nous rejetons encore aujourd'hui dans les écosystèmes qui nous entourent, les inondations, les feux de forêt ou les tempêtes océaniques, tout cela a déjà un coût. Et le coût de la résilience promet d'aller grandissant dans les décennies à venir.

Reste que sur le périmètre spécifique que nous avons choisi, ce rapport apporte **une deuxième bonne nouvelle : la décarbonation de notre économie a certes un coût non négligeable mais il nous paraît abordable pour les finances françaises**. Les investissements totaux (publics et privés) en infrastructures vertes engendreraient un surcoût d'environ 57 milliards d'euros par an. Pour un PIB d'environ 2.400 milliards d'euros, ce n'est pas extravagant : 2 % du PIB consacrés au verdissement de nos infrastructures pour contribuer à notre mesure à donner une chance à notre humanité de rester en dessous du plafond des +2°C... De ces 57 milliards, environ 36 seraient à la charge du secteur public et 21 milliards pour la sphère privée.

L'enseignement suivant que l'on peut tirer de ce rapport est **que toutes les filières de notre économie doivent dès à présent se lancer dans la transition, sans quoi tout retard entraînerait une surcharge d'investissement dans les années futures**. Quel que soit le secteur considéré, attendre ne fera que rendre la reconstruction écologique plus difficile et plus chère.

La quatrième leçon de ce rapport est peut-être la plus surprenante et celle qui mérite d'être méditée le plus attentivement : **des avantages économiques substantiels sont à tirer de la transition verte, en plus des gains en termes de qualité de vie et... de bonheur tout simplement**. Réduire notre dépendance à l'or noir nous permettra d'économiser une facture pétrolière qui s'élève aujourd'hui à 50 milliards environ et qui promet de s'alourdir à l'avenir, à mesure que nous nous rapprocherons d'un pic mondial d'extraction non-conventionnelle du pétrole.³⁷¹ Conséquence immédiate : le déficit de la balance commerciale française devrait se réduire d'environ 54 milliards ! Transiter vers la neutralité carbone devrait permettre de créer plus de 300.000 emplois nets, générant 10 milliards d'euros d'économie d'accompagnement du chômage. La sécurité sociale devrait économiser environ 4,3 milliards d'euros annuels

en frais de santé (pollution de l'air, alimentation, mal-logement, etc.). Les ménages français diminueraient mécaniquement leurs dépenses contraintes d'habitation et de déplacement de plus d'un SMIC par an.

Ces aspects extrêmement positifs liés à la reconstruction écologique ne sont jamais pris en compte dans nos débats alors qu'ils méritent de l'être. Nous ne prétendons pas que les coûts opérationnels globaux de la transition deviendraient négatifs pour autant, bien que le cabinet de conseil McKinsey n'hésite pas à affirmer que le coût total de la transition pour l'Europe vers la neutralité carbone sera nul d'ici 2050³⁷². Toutefois, il nous paraît déterminant de ne pas en rester à la seule logique des coûts : **la reconstruction implique aussi des gains économiques substantiels.**

Autre enseignement de notre rapport : afin de réaliser cette reconstruction, la France devra mettre en place un véritable plan national, animant et coordonnant les efforts autour de ce projet commun. **La providentielle "main invisible" des marchés n'existe pas :** décarboner nos logements, réaménager nos territoires, déployer une offre de transports en commun capables de compenser la piétonisation de nos centres-villes, rien de cela ne se fera sans une coordination que seule la puissance publique peut fournir. **Cela nécessite à l'évidence un État stratège.**

Dernier enseignement mais non des moindres : il est possible d'accompagner socialement la reconstruction écologique de notre pays de manière que les plus défavorisés d'entre nous ne se retrouvent pas piégés par le chemin suivi par tous. Je l'ai dit : chaque ménage économiserait en moyenne 1 600 euros par an de dépenses contraintes. Et ce n'est pas le seul levier dont nous disposons puisqu'il est aussi proposé que la totalité des coûts de rénovation thermique puisse être prise en charge par l'État pour les ménages les plus modestes. Dans le domaine du transport, le renforcement de la prime à la conversion pour les véhicules d'occasion est un autre exemple de levier que nous avons cherché à prendre en compte.

Il existe bien sûr des obstacles. Dans un rapport précédent, nous avons souligné le rôle des actifs fossiles au bilan de nos banques, qui rendent le volontarisme écologique périlleux pour la survie de leur *business model* actuel. Mais là aussi, nous l'avons montré, il existe des solutions ! En d'autres termes, **la reconstruction écologique de la France est désirable et quasiment à portée de main. Qu'attendons-nous ?**

Synthèse des mesures

Première partie : Reconstruction écologique et neutralité carbone : la fin devrait justifier les moyens

Mesure 1.1 : Instaurer une Agence publique ou un service de l'État chargé d'identifier, de manière systématique, les investissements publics et privés nécessaires pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Doter cette structure de moyens suffisants pour mener à bien cette lourde tâche. Organiser des travaux de contrôle et de discussion des évaluations produites.

Mesure 1.2 : Instaurer une loi pluriannuelle quinquennale de financement de la reconstruction écologique (LPPRE), cohérente avec les objectifs fixés par la SNBC pour chaque période. Cette loi de programmation reposera sur une évaluation des investissements publics et privés nécessaires pour atteindre la neutralité carbone en 2050 et associera les moyens nécessaires aux objectifs définis pour chaque période. Elle fera l'objet d'un avis obligatoire du Haut Conseil pour le Climat et d'un débat annuel au Parlement pour vérifier la cohérence des projets de lois de finance avec la LPPRE.

Deuxième Partie : Investir à la hauteur de nos objectifs : combien et comment ?

Les investissements nécessaires dans le secteur du transport

Mesure 2.1 : Interdire la vente des véhicules utilisant les carburants fossiles en 2035 au plus tard, et interdire leur utilisation à partir de 2050 au plus tard.

Mesure 2.2 : Étendre et renforcer la prime à la conversion à tous les types de véhicules ainsi que durcir le malus écologique pour les véhicules polluants.

Coût public : 7,2 milliards d'euros par an

Surcoût public : 2,2 milliards d'euros par an

Mesure 2.3 : Chaque année, mettre à disposition des particuliers et entreprises qui en ont le plus besoin 10 milliards de prêts bonifiés à hauteur de 3 %.

Coût public : 800 millions d'euros par an

Surcoût public : 800 millions d'euros par an

Mesure 2.4 : Massifier les infrastructures de recharges électriques et développer les infrastructures hydrogène.

Coût public : 839 millions d'euros par an

Surcoût public : 648 millions d'euros par an

Mesure 2.5 : Décarboner les derniers trains thermiques et investir massivement dans l'amélioration du réseau, dont la construction de 15 plateformes intermodales.

Coût public : 3 426 millions d'euros par an

Surcoût public : 887 millions d'euros par an

Mesure 2.6 : Investir dans les transports en commun (flottes de bus, tramways, etc.).

Coût public : 275 millions d'euros par an

Surcoût public : 137 millions d'euros par an

Mesure 2.7 : Baisser la TVA de l'ensemble des transports en commun de 10 % à 5,5 %.

Coût public : 2,9 milliards d'euros par an

Surcoût public : 2,9 milliards d'euros par an

Mesure 2.8 : Interdire progressivement les vols intérieurs pour tous les trajets accessibles à moins de 4h30 de train.

Mesure 2.9 : Imposer et augmenter progressivement des quotas d'incorporation de biocarburants ou carburants de synthèse dans les avions, jusqu'à atteindre 100% d'ici 2050.

Mesure 2.10 : Créer une aide à la conversion de la flotte française aux technologies bas-carbone, sur le modèle automobile.

Coût public : 233 millions d'euros par an

Surcoût public : 233 millions d'euros par an

Mesure 2.11 : Renforcer le soutien à la mobilité douce.

Coût public : 500 millions d'euros par an

Surcoût public : 300 millions d'euros par an

Les investissements nécessaires dans les secteurs de l'industrie et des déchets

Mesure 3.1 : Allonger la durée légale de garantie à 5 ans pour le petit électroménager et les produits électriques et électroniques, à 10 ans pour le gros électroménager et les véhicules motorisés et interdire l'obsolescence logicielle des *smartphones*.

Mesure 3.2 : Mettre en place une consigne pour réemploi des bouteilles en verre et en plastique et une consigne pour recyclage des canettes en aluminium, et l'étendre progressivement au réemploi des pots et bocaux en verre.

Mesure 3.3 : Passer, *a minima*, de 10 % à 20 % l'objectif d'emballages réemployés fixés par la loi AGECE pour 2027 et imposer en conséquence des quotas d'emballages réutilisables aux producteurs et distributeurs.

Mesure 3.4 : Imposer réglementairement le remplissage maximal des emballages (sachets, pots, flacons, bouteilles...).

Mesure 3.5 : Interdire l'enfouissement des déchets en plastiques dès 2023 et progressivement interdire l'enfouissement de tout déchet valorisable (e.g. bois, métaux, verre).

Mesure 3.6 : Imposer aux centres VHU agréés d'offrir une prime de retour de 300€ pour chaque véhicule remis et réglementer – voire interdire – les exportations de ferrailles.

Mesure 3.7 : Imposer aux producteurs des plans de développement de l'éco-conception dont les objectifs seraient revus et validés par l'État.

Mesure 3.8 : Mettre à l'étude l'extension d'objectifs imposés d'incorporation de matière première recyclée, en particulier plastique, aux secteurs du BTP et de la production automobile.

Mesure 3.9 : Renforcer progressivement les taux associés aux obligations d'achats publics de produits incorporant de la matière première recyclée et y associer des sanctions pécuniaires.

2 % pour 2 degrés !

Mesure 3.10 : Supprimer la limite de l'éco-modulation et les définir strictement en fonction de leur caractère incitatif.

Mesure 3.11 : Significativement rehausser les crédits du Fonds Économie Circulaire, en les portant jusqu'en 2030 à 550 millions d'euros par an.

Coût public : 550 millions d'euros par an jusqu'en 2030

Surcoût public : 380 millions d'euros par an jusqu'en 2030

Mesure 3.12 : Soutenir la réalisation avant 2030 des investissements dans l'efficacité énergétique et la décarbonation des procédés industriels via des technologies déjà matures.

Coût public : 195 millions d'euros par an jusqu'en 2030

Surcoût public : 18 millions d'euros par an jusqu'en 2030

Mesure 3.13 : Doter, à partir de 2030, un Fonds spécial capable d'agir en subvention afin de soutenir la décarbonation de la sidérurgie, de la production d'alcènes, de ciment et de papier-carton.

Coût public : 11,2 milliards d'euros de 2022 à 2050 (dont 8,3 milliards après 2030)

Surcoût public : 8,3 milliards d'euros après 2030 (soit 415 millions d'euros par an)

Mesure 3.14 : Mettre en place un fonds d'investissement public dédié à la structuration de filières d'excellence françaises. Le doter d'une enveloppe budgétaire moyenne annuelle de 165 millions d'euros d'ici 2050.

Coût public : 350 millions d'euros par an jusqu'en 2050

Surcoût public : 220 millions d'euros par an jusqu'en 2050

Mesure 3.15 : Orienter la demande publique vers les filières françaises en priorité. Pour cela, voter une loi par filière stipulant un calendrier de taux de pénétration des technologies jugées critiques dans la commande publique. Notamment :

- Imposer une part croissante d'isolants biosourcés dans les matériaux nécessaires aux rénovations énergétiques et thermiques des bâtiments publics
- Imposer une part croissante de véhicules électriques dans les flottes publiques

Mesure 3.16 : Déployer le French Fab Investment Desk sur la durée nécessaire aux investissements évoqués ici.

Mesure 3.17 : Mettre en place le tri sélectif obligatoire et généralisé des biodéchets prévu à partir de fin 2023.

Coût public : 50 millions d'euros par an

Surcoût public : nul par rapport au scénario tendanciel

Mesure 3.18 : Prévoir une ligne budgétaire spécifique à la décarbonation du reste du secteur des déchets.

Coût public : 6 millions d'euros par an

Surcoût public : nul par rapport au scénario tendanciel

Les investissements nécessaires dans le secteur de l'agriculture

Mesure 4.1 : Financer la formation des agriculteurs à l'agroécologie.

Coût public : 71 millions d'euros par an

Surcoût public : 71 millions d'euros par an

Mesure 4.2 : Aides à la conversion vers le bio et l'agroécologie.

Coût public : 1,7 milliards d'euros par an

Surcoût public : 1 milliard d'euros par an

Mesure 4.3 : Pérenniser au-delà de 2025 les aides actuelles au maintien des exploitations en agriculture biologique et les étendre à l'agroécologie.

Coût public : 764 millions d'euros par an

Surcoût public : 751 millions d'euros par an

Mesure 4.4 : Étendre les aides à l'installation en bio à toutes les futures fermes agroécologiques

Coût public : 35 millions d'euros par an

Surcoût public : 35 millions d'euros par an

Mesure 4.5 : Augmenter de 20 % les aides directes de la PAC et les faire dépendre de la main d'oeuvre plutôt que de la surface de l'exploitation.

Coût public : 7,2 milliards d'euros par an

Surcoût public : 1,2 milliards d'euros par an

2 % pour 2 degrés !

Mesure 4.6 : Multiplier par 4 les mesures agroenvironnementales et climatiques (MAEC) et les porter à 1 milliard d'euros par an.

Coût public : 636 millions d'euros par an

Surcoût public : 376 millions d'euros par an

Mesure 4.7 : Instaurer une TVA réduite pour les produits issus de l'agroécologie et de l'agriculture biologique.

Coût public : 3,6 milliards d'euros par an

Surcoût public : 3,6 milliards d'euros par an

Mesure 4.8 : Mise en place d'une taxe progressive sur la viande de boeuf.

Recettes moyennes : 2,9 milliards d'euros par an

Mesure 4.9 : Subvention pour standardiser l'usage de solutions innovantes permettant de diminuer les rejets de méthane par les bovins.

Coût public : 80 millions d'euros par an

Surcoût public : 80 millions d'euros par an

Mesure 4.10 : Création d'une prime à la conversion des tracteurs vers les énergies propres

Coût public : 558 millions d'euros par an

Surcoût public : 558 millions d'euros par an

Les investissements nécessaires dans le secteur du bâtiment

Mesure 5.1 : Subventionner 50 % du coût de la rénovation énergétique globale et obligatoire des logements au niveau BBC ou équivalent, (après prise en compte des CEE) ce qui représente 12,9 milliards d'euros par an, permettant ainsi de rénover en vitesse de croisière près d'un million de logements par an d'ici 2050 avec une prise en charge à 100 % du coût pour les ménages modestes.

Coût public : 12,9 milliards d'euros par an

Surcoût public : 9,1 milliards d'euros par an

Mesure 5.2 : Généraliser l'éco-PTZ pour aider les ménages à financer le reste à charge pour un coût estimé à 2 milliards d'euros par an.

Coût public : 2 milliards d'euros par an

Surcoût public : 1,9 milliards d'euros par an

2 % pour 2 degrés !

Mesure 5.3 : Subventionner la rénovation énergétique globale de l'ensemble du parc tertiaire privé, à hauteur de 50 % pour les PME et 80 % pour les TPE, avec obligation d'atteindre le niveau BBC ou équivalent.

Coût public : 1,9 milliards d'euros par an

Surcoût public : 1,9 milliards d'euros par an

Mesure 5.4 : Investir 2 milliards d'euros par an pour la rénovation énergétique performante des bâtiments publics, permettant de rénover 10 millions de mètres carrés de bâtiments publics chaque année et de couvrir la totalité des besoins en 2050.

Coût public : 2 milliards d'euros par an

Surcoût public : 1 milliard d'euros par an

Mesure 5.5 : Financer intégralement la formation à la rénovation globale de la moitié des professionnels du bâtiment. Le coût est de 6000 euros par professionnel soit un surcoût annuel de 107 millions d'euros pour l'État.

Coût public : 107 millions d'euros par an

Surcoût public : 107 millions d'euros par an

Les investissements nécessaires dans le secteur de l'énergie

Mesure 6.1 : Maintenir les compléments de rémunération pour les énergies renouvelables non encore économiquement rentables.

Coût public : 1,54 milliards d'euros par an

Surcoût public : 982 millions d'euros par an

Mesure 6.2 : Prévoir des aides à l'investissement dans les futurs réacteurs nucléaires, en cas de relance du nucléaire français.

Coût public : 2 milliards d'euros par an

Surcoût public : -0,85 milliards d'euros par an

Mesure 6.3 : Dans le cas d'un mix électrique avec du nouveau nucléaire, maintenir les 700 millions d'euros par an de soutien public à la recherche nucléaire.

Coût public : 400 millions d'euros par an

Surcoût public : - 300 millions d'euros par an

Mesure 6.4 : Dans le cadre d'un choix de mix électrique avec nouveau nucléaire, définir un cadre favorable à l'investissement privé afin de réduire le coût du capital, aujourd'hui majoritaire dans le prix de production de l'électricité nucléaire. Notamment, continuer à militer en faveur de l'intégration du nucléaire dans la taxonomie européenne.

Mesure 6.5 : Dans le cas d'un mix électrique avec du nouveau nucléaire, déployer les investissements évoqués dans le cadre du plan France 2030 en soutien à la filière électronucléaire pour des technologies de rupture (1 milliard d'euros d'ici 2030) et maintenir les investissements publics prévus pour les PME et ETI du secteur (470 millions d'euros d'ici 2030).

Coût public : 52 millions d'euros par an (moyenne à 2050)

Surcoût public : nul

Mesure 6.6 : Maintenir les tarifs de rachat de la filière biométhane.

Coût public : 360 millions d'euros par an

Surcoût public : 315 millions d'euros par an

Mesure 6.7 : Étendre la logique de soutien et les tarifs de rachat aux nouvelles filières de production de gaz verts (gazéification, power-to-gas).

Coût public : 2 milliards d'euros par an

Surcoût public : 2 milliards d'euros par an

Mesure 6.8 : Renforcer les crédits du Fonds Chaleur et les pérenniser.

Coût public : 800 millions d'euros par an

Surcoût public : 300 millions d'euros par an

Les investissements nécessaires dans le secteur des puits de carbone

Mesure 7.1 : Subventionner 33 % du coût de plantation de 530 000 hectares supplémentaires de forêt d'ici 2050.

Coût public : 102 millions d'euros par an

Surcoût public : 27 millions d'euros par an

2 % pour 2 degrés !

Mesure 7.2 : Rehausser le budget annuel de l'ONF à hauteur de 300 millions d'euros, soit une augmentation de 120 millions d'euros par an.

Coût public : 300 millions d'euros par an

Surcoût public : 120 millions d'euros par an

Mesure 7.3 : Pérenniser le plan d'investissement pour la filière bois et tripler les montants du volet « adaptation » au changement climatique.

Coût public : 44 millions d'euros par an

Surcoût public : 16 millions d'euros par an

Mesure 7.4 : Financer la formation de 24 700 employés aux mesures d'adaptation de l'écosystème forestier.

Coût public : 13 millions d'euros par an

Surcoût public : 13 millions d'euros par an

Mesure 7.5 : Reconduire et doubler le volet bois du GPI initialement prévu pour 5 ans.

Coût public : 40 millions d'euros par an

Surcoût public : 20 millions d'euros par an

Mesure 7.6 : Subventionner à 100% les agriculteurs pour la plantation de 950 000 km de haies d'ici 2050.

Coût public : 170 millions d'euros par an

Surcoût public : 163 millions d'euros par an

Mesure 7.7 : Subventionner à 100% les agriculteurs pour la plantation de d'arbres en plein champ sur 2 770 000 ha de parcelles agricoles.

Coût public : 277 millions d'euros par an

Surcoût public : 277 millions d'euros par an

Mesure 7.8 : Accompagner le développement des technologies CSC en subventionnant 20% des coûts d'investissement de projets dédiés.

Coût public : 45 millions d'euros par an

Surcoût public : 45 millions d'euros par an

Les investissements nécessaires aux moyens d'action trans-sectoriels

Mesure 8.1 : Augmenter de 20 000 postes les effectifs du ministère de la Transition écologique et des opérateurs qui lui sont associés.

Coût public : 600 millions d'euros par an

Surcoût public : 600 millions d'euros par an

Mesure 8.2 : Augmenter les budgets de R&D publique et la part allouée à la transition écologique et la neutralité carbone.

Coût public : 7,9 milliards d'euros par an

Surcoût public : 3,7 milliards d'euros par an

Mesure 8.3 : Augmenter le dispositif de contrôle du Crédit Impôt Recherche et introduire des critères visant à orienter le dispositif préférentiellement sur la recherche appliquée à la transition écologique et la neutralité carbone.

Mesure 8.4 : Doubler le ratio de soutien public à la R&D privée dédiée à l'environnement et à la neutralité carbone.

Coût public : 786 millions d'euros par an

Surcoût public : 588 millions d'euros par an

Mesure 8.5 : Augmenter les crédits budgétaires alloués à Bpifrance pour renforcer les investissements dans la transition écologique.

Coût public : 6 milliards d'euros par an

Surcoût public : 2 milliards d'euros par an

Mesure 8.6 : Réformer les banques publiques d'investissement et en particulier Bpifrance : adapter les exigences de rentabilité pour les sujets de transition, permettre à la filière investissement de s'endetter, permettre à la BCE d'acheter directement des obligations d'échéance longues et à des taux préférentiels émises par les banques publiques d'investissement nationales, etc.

Mesure 8.7 : Financer des campagnes de sensibilisation grand public sur les enjeux de la transition écologique.

Coût public : 51 millions d'euros par an

Surcoût public : 51 millions d'euros par an

2 % pour 2 degrés !

Mesure 8.8 : Monter un Fonds de transition juste au niveau national finançant les mobilités métiers et géographiques des employés des secteurs sinistrés par la transition.

Coût public : 50 millions d'euros par an

Surcoût public : 50 millions d'euros par an

Mesure 8.9 : Accorder 15 % des financements publics en faveur du numérique à des projets de développement du numérique vert.

Coût public : 976 millions d'euros par an

Surcoût public : 691 millions d'euros par an

Mesure 8.10 : Augmenter la contribution au Fonds Vert de Copenhague à hauteur de 2,8 milliards d'euros par an.

NB : cette mesure ne portant pas sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre de la France comprises dans le périmètre SNBC qui nous sert de référence, elle n'est pas directement incluse dans les coûts de la décarbonation. En revanche, cet engagement international de la France devra être sanctuarisé en loi de programmation du financement de la reconstruction écologique.

Coût public : 2,8 milliards d'euros par an

Surcoût public : 1,8 milliards d'euros par an

Troisième partie : Comment financer ces investissements et quels bénéfices économiques et sociaux en attendre ?

Mesure 9 : Soutenir au niveau européen la mise en œuvre du mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) et plaider pour une suppression plus rapide de l'allocation de quotas gratuits pour les secteurs concernés, par exemple dès 2030. Couvrir dès 2026 les émissions indirectes liées à la consommation d'énergie pour la production des produits concernés et progressivement étendre le mécanisme à d'autres produits, y compris produits transformés, semi-transformés et manufacturés.

Annexes

Annexe 1 : Glossaire

Voici les principaux termes utilisés dans ce rapport, pour lesquels nous avons pris pour point de départ les définitions données par la SNBC 2 dans son document complet mis à jour en Mars 2020.

Adaptation : 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 conséquences³⁷³.

Agriculture biologique : mode de production agricole excluant l'emploi de substances de synthèse, tels que les pesticides, les médicaments ou les engrais de synthèse, d'organismes génétiquement modifiés et la conservation par irradiation³⁷⁴.

Agroécologie : ensemble de pratiques agricoles s'appuyant sur les fonctionnalités offertes par les écosystèmes et visant à une utilisation optimale des possibilités offertes par les agrosystèmes³⁷⁵.

Agroforesterie : mode de production agricole associant sur une même parcelle des arbres à des cultures ou des animaux, dans la perspective d'effets bénéfiques réciproques³⁷⁶.

Artificialisation des sols : processus de changement de l'usage des sols naturels ou agricoles par des actions d'aménagement vers des sols artificialisés (bâtiments, routes, parkings, jardins, chantiers...). L'artificialisation est notamment due à l'étalement urbain. Elle engendre une perte de ressources naturelles et agricoles, une fragmentation et un cloisonnement des milieux naturels défavorables à de nombreuses espèces et conduisant à la destruction des réseaux d'habitats naturels, et souvent une imperméabilisation des sols³⁷⁷.

Atténuation : intervention humaine visant à réduire les sources ou à renforcer les puits de gaz à effet de serre (CO₂ équivalent)³⁷⁸.

Biocarburant : combustible liquide ou gazeux utilisé pour le transport et produit à partir de la biomasse³⁷⁹.

Biomasse : fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture, y compris les substances végétales et animales issues de la terre et de la mer, de la sylviculture et des industries connexes, ainsi que de la fraction biodégradable des déchets industriels et ménagers³⁸⁰.

Biomasse énergie avec captage et stockage du carbone (BECSC) : application de la tech-

nologie du captage et stockage du dioxyde de carbone (CSC) aux processus de conversion en bioénergie. En fonction des émissions totales sur le cycle de vie, y compris l'ensemble des effets marginaux conséquents (découlant du changement d'affectation des terres indirect (CATi) et d'autres processus), il serait possible grâce à la BECSC de parvenir à une diminution nette du dioxyde de carbone CO₂ dans l'atmosphère³⁸¹.

Changement d'affectation des sols (CAT) : changement en termes de couverture terrestre entre les six catégories GIEC de terre (forêt, prairie, terre cultivable, zones humides, terres de peuplement et autres terres), plus une septième catégorie comprenant des cultures pérennes dont les plantations de cultures (arbustives)³⁸².

Cogénération : production simultanée d'électricité et de chaleur utile³⁸³.

Compensation des émissions : ensemble des mesures financières ou techniques permettant de contrebalancer, en partie ou en totalité, les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère qui sont dues à une activité spécifique et n'ont pu être évitées ou limitées.

Décarbonation complète : suppression de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre.

Décarbonation quasi-complète : réduction maximale des émissions de gaz à effet de serre, les émissions résiduelles, inévitables selon l'état actuel des connaissances, étant dues principalement à l'agriculture, et dans une moindre mesure aux procédés industriels, aux déchets, au transport aérien domestique et aux fuites de gaz (biogaz, hydrogène, gaz fluorés).

Diagnostic de Performance Energétique (DPE) : renseigne sur la performance énergétique d'un logement ou d'un bâtiment, en évaluant sa consommation d'énergie et son impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre.

Efficacité énergétique : amélioration des procédés, technologies et produits pour réduire leur consommation énergétique et augmenter leur rendement. Il s'agit d'atteindre au moins le même résultat en consommant moins d'énergie.

Émissions incompressibles : émissions de gaz à effet de serre considérées inévitables selon l'état actuel des connaissances. Dans la SNBC et son scénario de référence, l'analogie peut être faite entre émissions résiduelles et émissions incompressibles à l'horizon 2050. En effet, à cet horizon, les puits de carbone anthropiques permettront d'équilibrer, sans marge, les émissions aujourd'hui considérées comme non réductibles, impliquant la suppression de toutes les autres émissions qui peuvent l'être.

Empreinte carbone (ou émissions de la consommation) : émissions directes de la population française et émissions indirectes, liées à la production et au transport des biens et services qu'elle consomme, que ceux-ci soient produits en France ou à l'étranger.

Énergie finale : énergie directement consommable (électricité, carburant...) après transformation des ressources naturelles et pertes induites.

Énergie primaire : énergie présente dans les ressources naturelles (charbon, pétrole brut, gaz naturel, uranium, sources renouvelables, etc..) avant toute transformation³⁸⁴.

Équivalent CO₂ (noté CO₂eq) : unité permettant de comparer l'intégrale temporelle du forçage radiatif d'un gaz à effet de serre au dioxyde de carbone CO₂.

Externalité : résulte d'une activité humaine, lorsque le responsable de l'activité en question ne tient pas totalement compte des effets de celle-ci sur les possibilités de production et de consommation d'autrui et qu'il n'existe aucune forme de compensation pour ces effets. Lorsque les effets sont négatifs, on parle de coûts externes, et lorsqu'ils sont positifs, d'avantages externes³⁸⁵.

Fermentation entérique : processus de décomposition par des micros bactéries de cellules, non digérables par un mono gastrique, qui émet du méthane. Durant leur digestion les vaches émettent ainsi du méthane. Ce sont principalement les éructations buccales (95%) qui sont responsables de l'échappement de ce gaz (et non les flatulences 5%)³⁸⁶.

Fertilisation azotée : utilisation d'engrais contenant de l'azote en agriculture, en jardinage ou en sylviculture. Optimiser la fertilisation azotée en injectant uniquement la quantité nécessaire d'azote pour le développement des plantes permettrait de réduire les émissions de gaz à effet de serre induites par le rejet du surplus d'azote des sols sans diminuer le rendement des cultures.

Fuites de carbone : transfert des émissions de gaz à effet de serre par une entreprise au travers de délocalisations dans un pays dont la réglementation environnementale est moins stricte.

Géothermie : exploitation de la chaleur contenue dans la Terre.

Intensité carbone : quantité de dioxyde de carbone CO₂ émis par unité d'une autre variable telle que le produit intérieur brut (PIB), l'énergie fournie utilisée ou les transports³⁸⁷.

Légumineuses : plantes dont les fruits sont contenus dans des gousses. Les légumineuses représentent, en agriculture, un intérêt écologique et économique. Les légumineuses sont particulièrement riches en protéines (teneur de 20 à 40 % sur graines sèches, selon les espèces), en fibres et en micro-nutriments. Les légumineuses peuvent être utilisées dans l'alimentation animale et humaine en substitut partiel des protéines animales. Elles fertilisent naturellement le sol³⁸⁸.

Méthanisation : procédé de transformation de déchets et de matières organiques par fermentation en biogaz – constitué principalement de méthane et de dioxyde de carbone. La décomposition n'est pas complète et laisse le « digestat » devenu déchet ou sous-produit, très riche en azote, qui peut être valorisé en amendement³⁸⁹.

Neutralité carbone : équilibre, sur le territoire national, entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre, tel que mentionné à l'article 4 de l'accord de Paris ratifié le 5 octobre 2016. La comptabilisation de ces émissions et absorptions est réalisée selon les mêmes modalités que celles applicables aux inventaires nationaux de gaz à effet de serre notifiés à la Commission européenne et dans le cadre de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, sans tenir compte des crédits internationaux de compensation carbone¹⁶³ Les absorptions anthropiques sont les quantités de gaz à effet de serre absorbées par les écosystèmes anthropiques, c'est-à-dire les milieux naturels gérés par l'homme (forêt, prairies, sols agricoles, zones humides, etc) et certains procédés industriels (capture et stockage ou réutilisation du carbone)¹⁶⁴. La neutralité carbone correspond à un facteur d'émissions d'au moins 6.

Passoire thermique : terme qualifiant les logements énergivores du fait de leur mauvaise isolation et/ou efficacité énergétique.

Pompe à chaleur : système thermodynamique qui permet de prélever de la chaleur d'un milieu donné à bas niveau de température, pour la transférer vers un autre milieu à un niveau de température plus élevé.

Power-to-gas : transformation d'une quantité d'électricité sous forme d'hydrogène par le procédé d'électrolyse, qui est ensuite transformé en méthane de synthèse suite à la recombinaison de l'hydrogène avec du dioxyde de carbone CO₂.

Précarité énergétique : situation dans laquelle un ménage est en incapacité de garantir un certain niveau de consommation de services énergétiques locaux (chauffage en particulier) ou fait face à des dépenses disproportionnées pour répondre à ses besoins³⁹⁰.

Puits de carbone : écosystème naturel ou procédé artificiel permettant de capter et de stocker une quantité significative de dioxyde de carbone CO₂, de manière à en limiter la concentration dans l'atmosphère³⁹¹. Le puits de carbone du secteur forestier comprend l'écosystème forestier et les produits bois.

Quota d'émission de gaz à effet de serre : unité de compte permettant l'émission d'une quantité donnée de gaz à effet de serre dans le cadre d'un système de plafonnement des émissions comme le système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne.

Reconnu Garant de l'Environnement (RGE) : label délivré par un organisme spécialisé afin de garantir la qualité du travail d'un artisan ou d'une entreprise du secteur du bâtiment lors de la réalisation de travaux d'amélioration de la performance énergétique d'un logement.

Report modal : report du trafic de passagers ou de fret d'un mode de transport, généralement le mode routier, vers un autre mode plus respectueux de l'environnement³⁹².

Réseau de chaleur : installation commune à plusieurs utilisateurs ou logements distribuant la chaleur provenant d'une ou plusieurs unités de production chaleur.

Résilience : capacité de résistance d'un système socio-écologique face à une perturbation ou un événement dangereux, permettant à celui-ci d'y répondre ou de se réorganiser de façon à conserver sa fonction essentielle, son identité et sa structure, tout en gardant ses facultés d'adaptation, d'apprentissage et de transformation³⁹³.

Responsabilité Élargie des Producteurs : principe posé au niveau européen par la directive 75/442/CEE du 15 juillet 1975 : « Conformément au principe du «pollueur-payeur», le coût de l'élimination des déchets [...] doit être supporté par le détenteur qui remet des déchets à un ramasseur ou à une entreprise [...], les détenteurs antérieurs ou le producteur du produit générateur de déchets. » L'article L. 541-10 du Code de l'environnement précise les responsabilités des acteurs dans le cadre d'une filière REP³⁹⁴.

Séquestration carbone : piégeage (c'est-à-dire l'incorporation d'une substance potentiellement nocive dans un réservoir) de substances contenant du carbone, en particulier le dioxyde de carbone CO₂, dans des réservoirs terrestres ou marins. Le piégeage peut être biologique, lorsqu'il contribue à l'élimination directe du dioxyde de carbone CO₂ présent dans l'atmosphère par l'intermédiaire de changements d'affectation des terres (CAT), du boisement, du reboisement, de la restauration du couvert végétal, du stockage du carbone dans les décharges et de pratiques agricoles favorisant l'augmentation de la teneur en carbone des sols (gestion des terres cultivées, gestion des pâturages). Dans certaines publications scientifiques, on emploie le terme piégeage (du carbone) par référence au captage et stockage du dioxyde de carbone (CSC)³⁹⁵.

Sobriété énergétique : réduction de la consommation d'énergie par des changements d'ordre comportemental.

UTCATF (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) : secteur entrant dans l'inventaire des gaz à effet de serre (CO₂ équivalent) qui regroupe les émissions et l'absorption des CO₂ équivalent découlant des activités humaines directement liées à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres (CAT) et à la foresterie, hormis les émissions agricoles. Voir aussi Agriculture, foresterie et autres affectations des terres (AFAT)³⁹⁶.

Valeur tutélaire du carbone : valeur de référence définie au niveau national. Elle est utilisée notamment pour l'évaluation socio-économique des choix d'investissements publics. Elle a également vocation à servir de référence dans la détermination de politiques publiques comme la tarification explicite du carbone, et l'établissement de normes visant à orienter les investissements privés et à modifier les comportements.

Valorisation énergétique : utilisation et transformation des déchets afin de récupérer leur potentiel énergétique. Cela peut se faire par incinération pour la production de chaleur ou d'électricité ou par méthanisation des matières organiques.

Valorisation matière : récupération d'une partie d'un déchet, que ce soit pour la réutilisation, le détournement de son utilité première ou le recyclage.

Annexe 2 : Une proposition à venir, la protection sociale de l'alimentation

L'objectif d'une transformation importante des pratiques individuelles et institutionnelles pourrait conduire à mettre en place une protection sociale de l'alimentation, matérialisée par l'allocation à chaque personne, dès la naissance, d'un budget qui lui permettra d'acheter des produits conventionnés. Cette mesure entraîne avec elle une métamorphose des systèmes productifs et des usages liés à l'alimentation.

Un panorama rapide du système alimentaire permet de constater ses nombreuses défaillances ainsi que les menaces qui pèsent sur lui. On pense d'abord à la précarité alimentaire, récemment aggravée par la crise sanitaire : on estime qu'aujourd'hui plus de 7 millions de personnes sont en situation de précarité alimentaire, soit une augmentation de 15 à 20 % des files d'aide alimentaire en 2020 par rapport à 2019 ». Les problèmes de santé publique induits par une mauvaise alimentation sont également majeurs : en France, près de la moitié des adultes et 17 % des enfants sont en surpoids ou obèses.

Dans ce cadre, l'Institut Rousseau travaille sur un projet de Protection sociale alimentaire (PSA), non directement comptabilisé dans les coûts et surcoûts définis dans cette étude, mais qui consiste en un ensemble de mécanismes que nous proposons de déployer progressivement, à destination de **l'ensemble de la population et sur tout le territoire national**, sans se limiter aux personnes en situation de précarité. En effet, comme le démontre le sociologue Denis Colombi, « ce sont les politiques les plus universelles qui s'avèrent bénéficier le plus aux plus fragiles. C'est ce que l'on appelle le paradoxe de la redistribution. (...) Plus le système est universel, plus le niveau de prestations traduit celui de sécurité que les électeurs s'accordent à eux-mêmes – et d'un seul coup, leur altruisme s'en trouve décuplé. ». Il s'agit donc de déployer les mêmes mécanismes pour chaque personne et pour chaque territoire.

1. Mise en place d'une carte alimentaire créditée chaque mois

La garantie du droit à l'alimentation pourra passer par la mise en place d'une protection sociale de l'alimentation. Celle-ci prend la forme d'une somme versée tous les mois à chaque citoyen sur une « carte alimentaire ». La somme créditée est de 100€ par mois pour les citoyens âgés de 0 à 3 ans et de plus de 16 ans. Elle est de 50€ par mois pour tous les autres, c'est-à-dire les enfants âgés de 3 à 16 ans qui bénéficieront également de la gratuité de la restauration scolaire.

2. Les critères de conventionnement déterminés par un dispositif de démocratie de l'alimentation

Cette mesure permet d'introduire une forme de démocratie de l'alimentation, en affirmant la nécessité d'un débat citoyen sur le mode d'alimentation que nous souhaitons adopter collectivement, en tenant compte de ses implications écologiques, sociales et sanitaires. Sur le modèle de la convention citoyenne pour le climat (CCC), une assemblée de citoyens tirés au sort a ainsi pour mandat de définir la liste des critères de conventionnement, qui seront ensuite déclinés et enrichis à l'échelle afin de tenir compte des spécificités géographiques, sociales et agricoles de chaque territoire.

3. Bénéfices directs et indirects de la mise en place d'une protection sociale de l'alimentation

Si la mise en place d'une protection sociale de l'alimentation représente un coût important pour l'État, elle permettra aussi de faire évoluer en profondeur notre rapport à l'alimentation et à l'agriculture. Ces modifications structurelles généreront des gains à la fois en termes économiques et de santé publique qui justifient les investissements nécessaires à leur mise en œuvre. Elle **permettra notamment de structurer une demande durable pour des produits issus de modèles agroécologiques, et contribuera ainsi à faire évoluer en profondeur notre système agricole**. En parallèle de ces améliorations du point de vue écologique, la structuration d'une protection sociale de l'alimentation entraînera également d'importantes créations d'emplois.

À cela s'ajoutent également des améliorations du point de vue de la lutte contre la sous-nutrition, mais aussi contre **l'obésité** dont le coût social estimé avoisine les **20 milliards d'euros annuels**, et d'autres maladies telles que certains cancers qui augmentent avec la consommation de produits industriels trop transformés. En outre, cette mesure permettra de lutter contre les diverses pollutions agricoles

Loin de vouloir dresser un bilan comptable des coûts que cette mesure permettra d'éviter à l'État, notre objectif est de montrer qu'en plus des bénéfices écologiques et sociaux considérables qu'apportera la protection sociale de l'alimentation, son coût est équilibré par les effets économiques vertueux qui lui sont directement et indirectement associés.

Afin de répondre au double défi du financement de la mesure et de l'augmentation importante de la production de la filière agroécologique, cette mesure sera mise en place progressivement au cours des années à venir, ciblant d'abord les revenus les plus précaires (déciles 1 et 2) avant d'être progressivement généralisée à l'ensemble de la population au rythme de deux déciles supplémentaires par an, pour un montant annuel de 13,98 milliards d'euros la première année (soit 0,03 % supplémentaire du budget annuel de la sécurité sociale en 2019³⁹⁷, pour augmenter progressivement jusqu'à atteindre 69,98 milliards fin 2027 une fois la mesure généralisée à l'ensemble de la population (soit 17 % supplémentaire sur le budget annuel de la sécurité sociale en 2019)

Notes

- 1 [Crise\(s\), climat : plan de transformation de l'économie française](#)
- 2 [Scénario négaWatt 2022](#)
- 3 Notre étude s'appuie d'ailleurs en partie sur ces travaux
- 4 Limites spatiales pour planter des forêts mais également limites temporelles, la biomasse n'absorbant de CO₂ qu'en phase de croissance, et pouvant le relarguer totalement et subitement en cas d'incendie par exemple. Par exemple, les méga feux qui ont touché l'Australie en 2020 auraient relargué environ 715 millions de tonnes de CO₂ équivalent dans l'atmosphère, doublant quasiment les émissions nationales du pays (380 millions de tonnes en 2017).
- 5 [Rapport annuel 2021 - Renforcer l'atténuation, engager l'adaptation — Haut Conseil pour le Climat](#)
- 6 [Climat : les émissions de carbone en 2021 proches des niveaux atteints avant le Covid-19](#)
- 7 [Climat : les sept dernières années sont les plus chaudes jamais enregistrées](#) Le Monde.fr
- 8 Il existe un rapport sur l'impact environnemental du budget de l'État mais celui-ci ne recense pas les investissements nécessaires et souffre par ailleurs de nombreuses imperfections méthodologiques. Néanmoins, il constitue également une source d'informations utiles. Disponible en ligne à cette adresse :
[Octobre 2021_Rapport sur l'impact environnemental du budget de l'État.pdf \(ecologie.gouv.fr\)](#)
- 9 On pense notamment en France à l'Institut de l'économie pour le climat (I4CE), que nous remercions pour les échanges fructueux que nous avons eus avec eux, ou à l'étude de MacKinsey au niveau européen.
- 10 Lire à cet égard « L'illusion de la finance verte » coécrit par Alain Grandjean (économiste et membre du Haut Conseil pour le Climat) et Julien Lefournier (consultant et spécialiste des marchés financiers), Editions Odile Jacob, 2021.
- 11 [Bruno Le Maire face à Delphine Batho : deux discours s'opposent devant le défi de la transition écologique](#) Le Monde.fr
- 12 Voir notamment Nicolas Dufrêne, Alain Grandjean, « Une monnaie écologique », paru aux éditions Odile Jacob, février 2020.
- 13 Source Commission européenne : [Accord de Paris](#)
- 14 Pour plus d'information sur ce rapport, on peut se reporter sur la synthèse qui en a été faite par The Shifters [Synthèse du rapport AR6 du GIEC publié le 09/08/2021](#) ou à celle rédigée par le CITEPA - https://www.citepa.org/wp-content/uploads/Citepa_2021_09_d01_INT_GIEC_AR6_Vol1_09082021_VF.pdf
- 15 [Emissions Gap Report 2021](#)
- 16 Source : [L'inaction face au changement climatique pourrait coûter 5.500 milliards d'euros à l'économie mondiale](#) - actu-environnement.com
- 17 Source Nature : [Self-preservation strategy for approaching global warming targets in the post-Paris Agreement era | Nature Communications](#)
- 18 [Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability | Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability \(ipcc.ch\)](#)
- 19 Source : [L'écologie, combat du siècle. | Élysée](#)

2 % pour 2 degrés !

- 20 Source : [Zéro carbone en 2045 : l'objectif ambitieux de la loi climat en Allemagne | Euronews](#)
- 21 D'autres États sont plus ambitieux : la Suède s'est engagée à atteindre la neutralité carbone en 2045, l'Islande en 2040, la Finlande en 2035, et la Norvège en 2030. L'Allemagne s'est également dotée d'un objectif de neutralité carbone pour 2045.
- 22 Voir à cet égard le rapport annuel 2021 du Haut Conseil pour le Climat. Disponible en ligne : https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2021/06/HCC_rapport-annuel_0821.pdf
- 23 [Tribunal administratif de Paris : L'Affaire du Siècle : l'État devra réparer le préjudice écologique dont il est responsable](#)
- 24 On notera avec intérêt que si le poids de la France est de 15 % dans l'UE, l'estimation des investissements nécessaires par la Cour des Comptes européennes conduit à un total de 167 milliards d'euros pour la France, ce qui est extrêmement proche du résultat que nous obtenons dans notre étude en termes d'investissements globaux (nous précisons par ailleurs ensuite le surcoût par rapport à ce qui se fait actuellement). Le rapport de la Cour des comptes européenne est disponible en ligne à cette adresse : Cour des comptes européenne – L'action de l'UE dans le domaine de l'énergie et du changement climatique
- 25 https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_fr.pdf (voir p.18)
- 26 Voir à ce sujet une précédente note de l'Institut Rousseau : <https://institut-rousseau.fr/comment-financer-une-politique-ambitieuse-de-reconstruction-ecologique/>
- 27 Cour des comptes européenne, Rapport spécial : « Principe du pollueur-payeur : une application incohérente dans les différentes politiques et actions environnementales de l'UE » : https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR21_12/SR_polluter_pays_principe_FR.pdf
- 28 Cour des comptes européenne, Rapport spécial : « Finance durable : L'UE doit agir de façon plus cohérente pour réorienter les financements vers les investissements durables » : [:https://www.eca.europa.eu/lists/ecadocuments/sr21_22/sr_sustainable-finance_fr.pdf](https://www.eca.europa.eu/lists/ecadocuments/sr21_22/sr_sustainable-finance_fr.pdf)
- 29 Cour des comptes européenne, Rapport spécial : « Politique agricole commune et climat : La moitié des dépenses de l'UE liées au climat relèvent de la PAC, mais les émissions d'origine agricole ne diminuent pas » : https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR21_16/SR_CAP-and-Climate_FR.pdf
- 30 Voir Panorama des financements climat, I4CE, 2021. <https://www.i4ce.org/download/edition-2021-panorama-des-financements-climat/>
- 31 [Edition 2021 du Panorama des financements climat - I4CE](#)
- 32 [Octobre 2021_Rapport sur l'impact environnemental du budget de l'État.pdf \(ecologie.gouv.fr\)](#)
- 33 [«France relance»: quelle contribution à la transition bas-carbone?](#)
- 34 Nicolas Dufrêne, Pierre Gilbert, Gaël Giraud, «Comment financer une politique ambitieuse de reconstruction écologique?», note pour l'Institut Rousseau de février 2020, disponible en ligne à cette adresse : [Comment financer une politique ambitieuse de reconstruction écologique ? - Institut Rousseau](#)
- 35 [Climat : quels investissements pour le prochain quinquennat ? Regards croisés des think tanks - I4CE](#)
- 36 Projet de loi par ce lien : https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/textes/l15b3234_projet-loi.pdf
- 37 [«Fit for 55 » : un nouveau cycle de politiques européennes pour le climat | Ministère de la Transition](#)

2 % pour 2 degrés !

écologique

- 38 [Rapport annuel 2021 - Renforcer l'atténuation, engager l'adaptation — Haut Conseil pour le Climat](#)
- 39 Installations de stockage de déchets non dangereux
- 40 La consommation d'azote de synthèse passe de 2,3 millions de tonnes à 1 million de tonnes en 2050, tandis que l'apport d'azote dans les sols par fixation symbiotique est multiplié par 4 entre 2010 et 2050 (Afterres, Solagro)
- 41 À noter que les gains d'émissions affichés ici pour les leviers "redévelopper le train" et "développer les transports en commun" sont uniquement relatifs à la disparition des émissions actuelles liées à ces modes de transport (locomotives fonctionnant encore au fuel, bus roulant au diesel, etc.). Or il est évident qu'actionner ces deux leviers est indispensable à la réduction du nombre de véhicules particuliers et de camions, par exemple, et qu'une partie des émissions évitées affichées pour ces derniers devrait techniquement être "partagée" avec les leviers "train" et "transports en commun".
- 42 [Net Zero by 2050 – Analysis - IEA](#). Investissement et surinvestissement en moyenne sur la période. Les investissements fossiles ont été soustraits des investissements avancés par l'AIE.
- 43 [Global Commission on the Economy and Climate, New Climate Economy Report \(2018\)](#)
- 44 [Investing in Climate, Investing in Growth | OECD iLibrary](#)
- 45 [Europe's path to decarbonization | McKinsey](#)
- 46 [Cour des Comptes Européennes, L'action de l'UE dans le domaine de l'énergie et du changement climatique](#)
- 47 [La valeur de l'action pour le climat \(2019\)](#)
- 48 [Prix social du carbone et engagement pour le climat : des pistes pour une comptabilité économique environnementale ? - Insee Analyses - 56](#)
- 49 Hors investissements énergétiques (biogaz, hydrogène). Leur réintégration porterait cette mesure à environ 90 euros.
- 50 [L'Affaire du Siècle - Notre Affaire à Tous](#)
- 51 [Tribunal administratif de paris n°s 1904967, 1904968, 1904972, 1904976/4-1 association oxfam france association notre affaire à tous](#)
- 52 Les coûts portés par l'État et, dans un certain nombre de cas, par les collectivités, ne font pas l'objet d'un traitement séparé.
- 53 Les coûts portés par l'État et, dans un certain nombre de cas, par les collectivités, ne sont pas distingués ici
- 54 Tous les montants listés ici sont issus du [Projet de loi de finances n° 4482 pour 2022](#)
- 55 Combien coûte l'évasion fiscale ?.
- 56 [Mettre en œuvre le pacte vert pour l'Europe | Commission européenne](#)
- 57 * La baisse d'émissions requise par rapport à 2019 est plus forte que par rapport à 1990 car le transport est le seul secteur pour lequel les émissions ont augmenté depuis 1990.
- 58 ** Les émissions négatives des puits de carbone sont aujourd'hui supérieures à leur cible en 2030. Pour simplifier, nous considérons qu'elles doivent rester stables d'ici à 2030.
- 59 Source : [Automobile : Le marché français au plus bas en 2021, les véhicules électriques au plus haut](#)

2 % pour 2 degrés !

- 60 Source : [Déploiement des bornes de recharge en 2021 - IZI by EDF](#)
- 61 Moins de 1 % d'émissions résiduelles en 2050, qui serait due à l'aviation, dans notre scénario.
- 62 Données tirées du PTEF, de négaWatt, de la CCC, de l'ADEME et de la SNBC
- 63 [Taxe malus 2022 sur les véhicules les plus polluants | service-public.fr](#)
- 64 [Taxe sur la masse en ordre de marche \(malus au poids\) à partir de 2022 | service-public.fr](#)
- 65 source SNCF Réseau : [LES ATOUS DU MODE FERROVIAIRE](#)
- 66 Sources : article de la Banque des territoires : [Investissements dans le ferroviaire et objectifs climatiques : «la France sur de mauvais rails», alerte une nouvelle étude](#) et étude de Réseau Action Climat - Fondation Nicolas Hulot pour la nature et l'homme - France Nature Environnement : [Transport ferroviaire : sommes-nous sur les rails ?](#)
- 67 [TSP-PTEF-V1-FL-Fret.pdf \(theshiftproject.org\)](#)
- 68 [LES PROPOSITIONS - de la Convention Citoyenne pour le Climat](#) ; p. 191
- 69 [Le train, grand oublié de la transition énergétique ?](#)
- 70 N.B : cette baisse de recettes fiscales représentant un manque à gagner pour l'État plus qu'une dépense ou un investissement, et étant relative à des coûts d'opération (et non des coûts d'investissements), cette enveloppe n'est pas directement comptabilisée dans les coûts d'investissement totaux de cette étude.
- 71 [Émissions de CO2 des avions et des navires : faits et chiffres \(infographie\) | Actualité | Parlement européen](#)
- 72 [Rapport annuel 2021 - Renforcer l'atténuation, engager l'adaptation — Haut Conseil pour le Climat.](#)
- 73 A noter que le transport aérien contribue également au dérèglement climatique par le rejet d'autres gaz à effet de serre comme la vapeur d'eau présente dans les traînées de condensation. En 2018, l'effet de ces autres gaz était de nature à doubler le forçage radiatif (i.e. l'effet de serre) de l'aviation comparé au CO₂ seul. Cependant, il n'existe pas encore de consensus sur une métrique robuste pour décrire les impacts climatiques de ces effets, dont la dynamique et la temporalité sont significativement différentes, c'est pourquoi seul l'effet CO₂ est comptabilisé ici.
- 74 Shift Project "Pouvoir voler en 2050" : [Pouvoir voler en 2050 ? Nouveau rapport du Shift sur l'avenir de l'aérien](#) à partir de l'enquête DGAC 2015-2016 : [Enquête Nationale auprès des Passagers Aériens 2015-2016](#) et de l'enquête nationale transport et déplacements 2008 : [Enquête nationale transports et déplacements \(ENTD\) 2008 | Données et études statistiques](#)
- 75 [LOI n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets \(1\) - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](#)
- 76 [Interdire les vols à moins de 4 heures en train, c'est « possible » et bon pour le climat](#)
- 77 [Comment les compagnies aériennes espèrent atteindre la neutralité carbone en 2050 ? - Geo.fr](#)
- 78 Voler avec 100% de carburants alternatif est possible, des essais sont déjà en cours
[Airbus et Roll's Royce vont faire voler des avions alimentés à 100 % en biocarburants](#)
- 79 Décret portant accélération de la transition écologique dans la plaisance : interdiction des moteurs thermiques, obligation du certificat qualité de navigation et stages d'écoconduite - Légisplaisance
- 80 Rapport du PTEF sur la mobilité quotidienne : [Plan de transformation de l'économie française : la mobilité quotidienne](#)

- 81 [Impact économique et potentiel de développement des usages du vélo en France en 2020](#)
- 82 [Le plan vélo fête ses 3 ans](#)
- 83 Pour cela, nous avons considéré que les investissements dans l'économie circulaire et dans des technologies de décarbonation matures pouvaient être extrapolés linéairement au reste des émissions industrielles, c'est-à-dire en considérant que de tels investissements étaient strictement proportionnels aux émissions. On a en revanche considéré que les activités que nous couvrons captent 75 % des investissements dans des technologies de rupture, étant donné que nous couvrons les principales activités d'industrie lourde pouvant bénéficier de tels investissements.
- 84 Stratégie National Bas Carbone, Ministère de la Transition Écologique, 2020
- 85 Par exemple liées à la décarbonation du calcaire entrant dans la composition du ciment
- 86 Décarboner l'industrie sans la saborder – Plan de Transformation de l'Économie Française, The Shift Project, 2021, disponible en ligne : [Décarboner l'industrie sans la saborder](#)
- 87 L'environnement en France, rapport sur l'état de l'environnement. Les émissions de gaz à effet de serre du secteur de l'industrie manufacturière, Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2021. Disponible en ligne : [Les émissions de gaz à effet de serre du secteur de l'industrie manufacturière - L'environnement en France](#)
- 88 Les déchets non dangereux incluent déchets ménagers, déchets industriels banals, ou encore boues de stations d'épuration
- 89 SNBC2, <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/SNBC-2%20synthe%CC%80se%20VF.pdf>
- 90 SNBC2 sur base inventaire CITEPA de mai 2019 au format SECTEN et au périmètre Plan Climat
- 91 Nous avons retenu pour ce levier uniquement des procédés de production déjà existants à minima à l'état de projets pilotes. La capture et le stockage du carbone (CSC) n'ont été intégrés que de manière conservatrice et ne sont appliquées qu'à cinq cimenteries, suivant les recommandations de l'Ademe (voir Mari et al., Plan de transition sectoriel de l'industrie cimentière en France - Premiers résultats technico-économiques, ADEME, 2021). Elles permettent une baisse d'émissions de moins de 600 000 tonnes de CO₂ équivalent par an en 2050, de sorte que, hors CSC, la cible 2050 de la SNBC est quand même tenue.
- 92 Celle-ci est permise par des changements de pratique transversales à l'économie. En sus des mesures présentées dans cette section, différentes mesures présentées dans les secteurs des transports, de l'agriculture et du bâtiment réduisent la demande et donc la production des différents produits industriels intégrant notre périmètre d'étude.
- 93 5ème rapport, vol 3, GIEC, page 775, selon Aurez et al., L'économie circulaire – Une trajectoire clé pour la lutte contre le dérèglement climatique, Institut de l'Économie Circulaire, 2015. Disponible en ligne : https://institut-Économie-circulaire.fr/wp-content/uploads/2018/01/etude_ec_climat-7.pdf
- 94 Propositions de HOP. Etendre la garantie, une bonne idée ? Halte à l'Obsolescence Programmée, 2016, disponible en ligne : [Étendre la garantie, une bonne idée ? - HOP](#)
- 95 Memo d'analyse des enjeux de décarbonation du secteur Verre, ADEME
- Memo d'analyse des enjeux de décarbonation du secteur Aluminium, ADEME*
- Memo d'analyse des enjeux de décarbonation du secteur de la Chimie, ADEME*
- 96 Décret relatif à la proportion minimale d'emballages réemployés à mettre sur le marché annuellement, Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, disponible en ligne : [RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Ministère de la Transition écologique Décret n° du relatif à la proportion minimale d'emballag](#)
- 97 La loi AGEC privilégie le déploiement d'une consigne pour recyclage se limitant aux bouteilles en

2 % pour 2 degrés !

plastique et dont l'impact environnemental largement supérieur à leur réemploi.

98 Vernier, Pré-rapport sur la consigne des emballages de boisson, Mission Vernier auprès du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2019, disponible en ligne : [Rapport sur la consigne des emballages de boissons](#)

99 Calculs des auteurs sur la base de Charlet, Les chiffres du recyclage en France, CITEO, 2021, disponible en ligne : [Les chiffres du recyclage en France | CITEO](#)

100 Memo d'analyse des enjeux de décarbonation du secteur Verre, ADEME

Memo d'analyse des enjeux de décarbonation du secteur Aluminium, ADEME

Memo d'analyse des enjeux de décarbonation du secteur de la Chimie, ADEME

101 Vernier, Pré-rapport sur la consigne des emballages de boisson, Mission Vernier auprès du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2019, disponible en ligne : [Rapport sur la consigne des emballages de boissons](#)

102 Abegg, Emballages en verre : on fait le point ! Citeo, 2021, disponible en ligne : [\[Infographie\] Emballages en verre : on fait le point ! | CITEO](#)

103 Tout savoir sur le recyclage des bouteilles plastiques, Recygo, 2019, disponible en ligne : [Recyclage des bouteilles plastiques : tout savoir | Recygo](#)

Abegg, *Emballages en plastique : on fait le point !* Citeo, 2021, disponible en ligne : [\[Infographie\] Tri et recyclage des emballages en plastique : on fait le point ! | CITEO](#)

104 Le yaourt Danone dans un pot consigné, disponible en ligne : [DANONE YAOURT NATURE CONSIGNE](#)

105 Si l'on estime que le taux de collecte des canettes en aluminium approchera des 100%, comme c'est par exemple le cas en Norvège qui a consigné les canettes.

Delamarche, *En Norvège, pour les bouteilles et canettes, c'est la bourse ou la consigne*, Usine Nouvelle, 2019, disponible en ligne : [En Norvège, pour les bouteilles et canettes, c'est la bourse ou la consigne](#)

106 Vernier, Pré-rapport sur la consigne des emballages de boisson, Mission Vernier auprès du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2019, disponible en ligne : [Rapport sur la consigne des emballages de boissons](#)

107 Le montant total de la consigne est estimé à 134 millions d'euros par an, tandis que l'encours total de monnaies locales en France s'élève à 5 millions d'euros. Si seulement 4% des consignes étaient reversées en monnaies locales, cela doublerait leur encours, ce qui constituerait un formidable levier de développement de ces initiatives visant à réancrer la consommation et la production dans des réseaux locaux et circulaires.

108 Les bouteilles plastiques en fin de vie pouvant également être récupérées via le dispositif de consigne puis recyclées.

109 Memo d'analyse des enjeux de décarbonation du secteur Verre, ADEME

110 Memo d'analyse des enjeux de décarbonation du secteur Acier, ADEME

111 Incorporation des matières premières de recyclage dans les processus de production, 2021, DATA-LAB, disponible en ligne : [Incorporation des matières premières de recyclage dans les processus de production | Économie circulaire](#)

112 Ville de Paris, Communication portant sur l'état des lieux des contenants alimentaires en plastique dans la restauration collective municipale parisienne, disponible en ligne :

2 % pour 2 degrés !

<https://cdn.paris.fr/paris/2019/07/24/041d365f1e58f4378016c804f78e413a.pdf>

113 Aujollet et al., Les filières de recyclage des déchets en France métropolitaine, Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, 2019.

114 Combe, Le recyclage du plastique reste faible en Europe, Natura Sciences, 2013, disponible en ligne : [Le recyclage du plastique reste faible en Europe](#)

Aujollet et al., *Les filières de recyclage des déchets en France métropolitaine*, Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, 2019.

115 Aujollet et al., Les filières de recyclage des déchets en France métropolitaine, Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, 2019.

116 Les filières dites « REP » (responsabilité élargie du producteur) sont des dispositifs de transfert des coûts de gestion des déchets vers les producteurs, par le biais d'éco-organismes sectoriels, financés par des éco-contributions des entreprises du secteur. Ces contributions peuvent être modulées.

117 En effet, la filière illégale disposant d'installations ne respectant pas les normes, elle peut proposer aux propriétaires de véhicules des prix de rachat plus élevés que la filière légale.

Vernier, *Les filières REP*, Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2018

118 Ibid.

119 Concertation des parties prenantes sur le Plan national de prévention des déchets 2021 - 2027 Contribution de Zero Waste France, Zero Waste France, disponible en ligne :

https://www.zerowastefrance.org/wp-content/uploads/2021/09/210902_contribution-zwf_pnpd.pdf

120 Article 72 de la loi AGEC, disponible en ligne : [LOI n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire \(1\) - Légifrance](#)

121 Létard, Donner des armes à l'acier français : accompagner la mutation d'une filière stratégique, mission d'information au Sénat sur les enjeux de la filière sidérurgique, 2019, disponible en ligne : [Donner des armes à l'acier français : accompagner la mutation d'une filière stratégique - Sénat](#)

122 Calculs des auteurs à partir de Prix des matières premières, A3M, disponible en ligne : [Prix des matières premières - A3M](#) et de Quel est le prix de la ferraille à la tonne, SEM, disponible en ligne : [Prix ferraille la tonne achat récupération de métaux ferreux](#)

123 Giraud, Dufrene et Gilbert, Comment financer une politique ambitieuse de reconstruction écologique, Institut Rousseau, 2020, [Comment financer une politique ambitieuse de reconstruction écologique ? - Institut Rousseau](#)

124 Les grandes lignes structurantes en la matière sont cependant déjà fournies par la loi AGEC, qui vise par exemple 10% d'emballages réemployables ou 100% de plastiques recyclés d'ici 2025.

125 Marcangelo-Leos, Filières REP : le système d'éco-modulation évolue à la marge, Banque des Territoires, 2019 : <https://www.banquedesterritoires.fr/filieres-rep-le-systeme-deco-modulation-evolue-la-marge>

126 Aujollet et al., Les filières de recyclage des déchets en France métropolitaine, Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, 2019.

Memo d'analyse des enjeux de décarbonation du secteur Acier, ADEME

Memo d'analyse des enjeux de décarbonation du secteur Aluminium, ADEME

127 Calculé en appliquant une règle de trois au montant nécessaire identifié pour soutenir l'économie circulaire dans les neuf activités responsables de 52 % des émissions de CO₂ équivalent de l'industrie, en tenant

2 % pour 2 degrés !

compte d'une marge liée à la part variable des investissements éligibles pris en subvention par le fonds.

En outre, il n'a été comptabilisé ici que les investissements ayant un bénéfice carbone avéré, alors que le fonds économie circulaire couvre également d'autres types de frais (études de faisabilité, recherche & développement, évaluation...) ainsi que des projets présentant un bénéfice autre que la baisse des émissions de CO₂ équivalent.

128 Par rapport à la moyenne en dotation annuelle de ce fonds de 2015 à 2019, soit avant la crise du Covid et la mise en place du plan de relance.

129 En considérant que, pour le reste des émissions de CO₂ équivalent de l'industrie, les investissements à réaliser seront proportionnels à ceux identifiés.

130 Les gains potentiels via l'efficacité énergétique dans la production d'acier et d'alumènes n'ont pas été pris en compte étant donné qu'il est envisagé un changement total de leurs processus de production après 2030. En outre, la sidérurgie présente déjà une efficacité énergétique très poussée. Des gains en matière d'efficacité énergétique auraient pu être considérés pour d'autres activités telles que le verre, l'aluminium, le sucre. Il n'a cependant pas été possible de récupérer des données suffisamment fiables pour proposer une estimation précise des investissements requis pour ces secteurs.

131 Mari et al., Plan de transition sectoriel de l'industrie cimentière en France - Premiers résultats technico-économiques, ADEME, 2021

132 The forest fibre and paper industry - Investing in Europe for Industry transformation, CEPI, disponible en ligne : [Investing in Europe for Industry Transformation](#)

133 Le plan France relance dédie 1,2 milliards d'euros de subventions à la décarbonation de l'industrie, dont 782 millions d'euros alloués à la décarbonation des sources de chaleur (fonds Chaleur de l'Ademe) et à l'économie circulaire (fonds Économie Circulaire de l'Ademe). On en déduit que 418 millions d'euros seront alloués au « fonds décarbonation » nouvellement créé visant l'amélioration de l'efficacité énergétique et la décarbonation des procédés.

France Relance – Décarbonation de l'industrie, République Française, 2021, disponible en ligne :

https://minefi.hosting.augure.com/Augure_Minefi/r/ContenuEnLigne/Download?id=FC89A5B9-6343-404E-91DC-6775AC0AA10D&filename=1679%20E2%80%93%20DOSSIER%20DE%20PRESSE%20-%20France%20Relance%20-%20le%20Gouvernement%20annonce%2042%20nouveaux%20laur%C3%A9ats%20pour%20les%20appels%20%C3%A0%20projets%20visant%20%C3%A0%20d%C3%A9carboner%20l'E2%80%99industrie.pdf

Saint-Martin et Coquerel, *Annexe n°15 au projet de loi de finances pour 2022 - Ecologie, développement et mobilité durables : politique de l'écologie et prévention des risques*, Assemblée Nationale, 2021, disponible en ligne : [Écologie, développement et mobilité durables : Paysage, eau et biodiversité ; Prévention des risques ; Expertise, information géographique et météorologie ; Conduite et pilotage des politiques](#)

134 France 2030 : Le Premier ministre annonce le déploiement d'actions pour accélérer la décarbonation de l'industrie française, République Française, 2022, disponible en ligne : [France 2030 : Le Premier ministre annonce le déploiement d'actions pour accélérer la décarbonation de l'industrie française | Gouvernement.fr](#)

135 À fin 2021, 256 millions d'euros d'aides du « fonds décarbonation » avaient permis de réaliser des investissements totaux de 1249 millions d'euros, soit un taux d'aide de 20 %. Par hypothèse, on considère que les fonds dédiés à la décarbonation de l'industrie via le déploiement de procédés bas-carbone matures du plan France 2030 auront, en moyenne, un taux identique.

France Relance – Décarbonation de l'industrie, République Française, 2021

136 Niveau cohérent avec le taux de couverture demandé par les industriels, à l'exemple d'ArcelorMittal, dans le cadre du plan France 2030

Barbaux, *ArcelorMittal ajoute 1,7 milliards d'euros d'investissements pour Dunkerque et Fos à son plan acier vert*, Usine Nouvelle, 2022, disponible en ligne : [ArcelorMittal ajoute 1,7 milliard d'euros d'investissements pour Dunkerque](#)

2 % pour 2 degrés !

et Fos à son plan acier vert

137 Bazzanella, Technologies for sustainability and climate protection – chemical processes and uses of CO₂, DECHEMA, 2017, disponible en ligne : [Technologies for Sustainability and Climate Protection – Chemical Processes and Use of CO₂](#)

138 Mari et al., Plan de transition sectoriel de l'industrie cimentière en France - Premiers résultats technico-économiques, ADEME, 2021

139 [Mini et Saïssset, Ajustement carbone aux frontières - L'Europe à l'heure des choix, La Fabrique de l'Industrie](#)

140 Nous n'extrapolons pas cette mesure au reste de l'industrie, étant donné qu'elle concerne des technologies largement concentrées sur des secteurs couverts par notre étude. D'autres investissements dans des technologies de rupture seront néanmoins à prévoir.

141 Scénario négaWatt 2022. negawatt.org. Disponible en ligne : Scénario négaWatt 2022

142 Usine nouvelle. La Commission européenne débloque 3 milliards d'euros pour un nouvel Airbus des batteries. 26 janvier 2021. usinenouvelle.com. Disponible en ligne : [La Commission européenne débloque 3 milliards d'euros pour un nouvel Airbus des batteries](#)

143 Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

144 [Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives. Réponse à la consultation européenne - Modernisation des règlements européens sur les batteries. Juillet 2020.](#)

145 [France Relance : Les mesures de soutien à l'industrie - 14 septembre 2020](#)

146 Les cinq secteurs identifiés sont les produits de santé, les intrants critiques pour l'industrie, l'électronique, l'agroalimentaire et les télécommunications

147 [A Hambach, 1800 emplois peut-être créés grâce à une usine de panneaux solaires](#)

148 [Commission européenne. Annex to the communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. 17 mai 2018.](#)

149 [Automobile : "La bataille des batteries sera difficile, mais elle n'est pas perdue". 28 mars 2021](#)

150 [Auto moto. Nouvelle usine de batteries à Douai pour Renault : 5 choses à savoir. 28 juin 2021.](#)

151 [Verkor, la pépite française de la batterie. 20 octobre 2021](#)

152 [Les élus face au dilemme de l'achat public local - Institut Rousseau](#)

153 [GUIDE - Les dispositifs à destination des entreprises industrielles](#)

154 i.e. de notre "poubelle noire", après tri à la source du verre et des plastiques et papiers/cartons collectés séparément

155 MODECOM □ 2017

156 AMORCE - Généralisation du tri à la source des biodéchets : AMORCE défend une règle de justification simple et non discriminante pour les collectivités ! Mai 2021.

157 SOLAGRO, « Scénario Afterres 2050 », 2016, [Afterres 2050](#), et repris dans le scénario négaWatt 2022, [Scénario négaWatt 2022](#)

158 Selon l'Agence Bio, 9,5% de la Surface agricole utile française était consacrée à l'agriculture biologique en 2020

2 % pour 2 degrés !

- 159 Agence Bio, consulté en février 2022 : [Le bio en quelques mots](#)
- 160 La fermentation entérique est un processus digestif, pendant lequel les micro-organismes présents dans l'estomac et le rumen (la panse des ruminants) décomposent les aliments pour permettre leur absorption dans la circulation sanguine de l'animal. Ce processus de fermentation entraîne une formation de méthane.
- 161 Centre technique de référence en matière de pollution atmosphérique et de changement climatique (CITEPA), « Rapport Secten édition 2020. Agriculture et sylviculture », 2020
- 162 Les termes changent, « éco-régimes » se substituant au « paiement vert », mais la philosophie générale demeure
- 163 avis du 20 octobre 2021
- 164 Fédération nationale de l'agriculture biologique, outil « #labiopourtous » chiffrant les pertes liées à la nouvelle PAC pour les agriculteurs en bio
- 165 Pour une autre PAC, rapport « Quel plan stratégique pour la PAC 2023-2027 », septembre 2021
- 166 La WWF a ainsi choisi de quitter les négociations liées au nouveau Plan stratégique national le 21 mai 2021
- 167 SOLAGRO, « Scénario Afterres 2050 », 2016, [Afterres 2050](#), et repris dans le scénario négaWatt 2022, [Scénario négaWatt 2022](#)
- 168 SOLAGRO 2016 ; Fermes d'Avenir 2016 ; Poux et Aubert 2018 ; Les Greniers d'Abondance 2020
- 169 SOLAGRO, « Scénario Afterres 2050 », 2016, [Afterres 2050](#), et repris dans le scénario négaWatt 2022, [Scénario négaWatt 2022](#)
- 170 Cette dépendance aux engrais importés induit également une dépendance aux énergies fossiles qui servent à leur production, c'est pourquoi les agriculteurs français sont aujourd'hui (en mars 2022) particulièrement touchés par la hausse des prix du gaz, qui implique une hausse du prix des engrais de synthèse.
- 171 Haut-Commissariat au Plan, Ouverture no 7, « La France est-elle une grande puissance agricole et agroalimentaire ? », 09 juillet 2021, file:///C:/Users/pierr/AppData/Local/Temp/hcp_ouverture-n7-grande_puissance_agricole.pdf
- 172 [LES PROPOSITIONS - de la Convention Citoyenne pour le Climat](#) pp. 386-388,
- 173 Culture agri, « Qui sont les agriculteurs engagés en bio ? », consulté le 23/02/2022 à l'adresse <https://campagnesenvironnement.fr/questionsdefond/qui-sont-les-agriculteurs-engages-en-bio/>
- 174 Le PTEF prévoit une création de 300 000 emplois supplémentaires pour le seul sous-secteur des cultures végétales
- 175 [Faire de la politique agricole commune un levier de la transition agroécologique | France Stratégie](#)
- 176 Appliquer un taux de TVA réduit pour certaines catégories de produits est déjà possible pour des produits qui correspondent aux grandes orientations des politiques de l'UE, à commencer par la transition écologique. Dans certains cas, l'UE autorise les États membres à appliquer des taux nuls.
- 177 Centre technique de référence en matière de pollution atmosphérique et de changement climatique (CITEPA), « Rapport Secten édition 2020. Agriculture et sylviculture », 2020 (https://www.citepa.org/wp-content/uploads/2.4-Agriculture_2020.pdf)
- 178 L'OMS indique par exemple qu'un français mange en moyenne 45 % de protéines en trop par an (<https://afterres2050.solagro.org/>)

2 % pour 2 degrés !

- 179 Rapport TAPPC : [TAPP EU report final.pdf](#)
- 180 [L'évolution de la demande viande en quantité et en qualité - Persée](#)
- 181 [Carbon Trust Assurance Limited](#)
- 182 Black, J. L., Davison, T. M., & Box, I. (2021). Methane emissions from ruminants in Australia: mitigation potential and applicability of mitigation strategies. *Animals*, 11(4), 951.
- 183 La CRE dresse un bilan positif de la mise en oeuvre du droit à l'injection du biométhane dans les réseaux de gaz naturel - CRE.
- 184 ADEME, « Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ? », 2018, [Etude de faisabilité technico-économique](#)
- SOLAGRO, « Scénario Afterres 2050 », 2016, [Afterres 2050](#)
- 185 Le nouveau DPE doit donner lieu à une nouvelle définition du label BBC dans un proche avenir. Dans l'attente, nous avons considéré pour cette étude qu'il y avait une équivalence avec l'ancien label.
- 186 Pour le détail de ces aides, page 104 du Rapport de la mission d'information sur la rénovation énergétique des bâtiments. [Rapport d'information déposé en application de l'article 145 du règlement, par la commission du développement durable et de l'aménagement du territoire, en conclusion des travaux d'une mission d'information sur la rénovation thermique des bâtiments \(M. Vincent Descoeur\)](#)
- 187 Nous considérons ici les ménages modestes comme étant ceux disposant d'un revenu inférieur à 36 792 euros annuels en Ile de France et 27 896 euros annuels en province au sens de l'ANAH, soit environ 10 millions de ménages sur 25 millions.
- 188 Source : The Shift Project « L'emploi : moteur de la transformation bas carbone »
<https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2022/01/TSP-PTEF-Emploi-moteur-transformation-bas-carbone-RF-V5-2.pdf>
- 189 En 2019. Source : rapport de la mission d'information sur la rénovation énergétique des bâtiments. [Rapport d'information déposé en application de l'article 145 du règlement, par la commission du développement durable et de l'aménagement du territoire, en conclusion des travaux d'une mission d'information sur la rénovation thermique des bâtiments \(M. Vincent Descoeur\)](#)
- 190 Source : Carbone 4 : [Le bâtiment, un secteur en première ligne des objectifs de neutralité carbone de la France en 2050](#)
- 191 Cela correspond aux deux meilleures étiquettes (A et B) du Diagnostic de Performance Énergétique, classification de référence pour caractériser le niveau de consommation d'un logement ou bâtiment
- 192 L'art. 175 de la loi ELAN fixe des actions de réductions de consommation d'énergie d'au moins 40 % en 2030, 50 % en 2040 et 60 % en 2050, par rapport à une année de référence entre 2010 et 2020 dans les bâtiments tertiaires de plus de 1000m²
- 193 En opposition à la rénovation actuellement mise en oeuvre « par petits gestes » incomplets, qui nuisent à l'efficacité générale de la démarche
- 194 La méthode réelle de calcul utilisée par la SGFGAS pour définir le coût pour le public de l'éco-PTZ est plus complexe que le modèle simplifié utilisé ici, ce qui peut occasionner des montants réels légèrement différents.
- 195 I4CE "Besoins d'investissement pour le climat SNBC PPE 2016-2030"

2 % pour 2 degrés !

196 La part de financement pour chaque type d'entreprises a été déterminée en fonction du nombre de salariés avec une hypothèse de nombre de mètres carrés par salarié.

197 Le plan de relance économique de la France de 2020-2022 [France Relance : les projets de rénovation énergétique des bâtiments publics | immobilier- État.gouv.fr](#)

198 Ce chiffre est issu du Rapport « Décarboner l'administration publique » « [Décarboner l'Administration publique](#) » : un rapport du Shift pour les agents et élus

199 [RTE - Futurs énergétiques 2050 - 'Rapport complet chapitre 3 consommation' \(2021\)](#). Comme expliqué plus loin, les besoins en gaz verts simulés dans notre scénario nous amènent à privilégier la variante de consommation "Hydrogène +" de RTE, qui porte la consommation totale d'électricité en 2050 à 754 TWh. Dans le scénario de référence de RTE, la consommation d'électricité est de 645 TWh, soit une hausse de 35% environ par rapport à notre scénario tendanciel (qui intègre la hausse structurelle liée à la population et à l'activité). Faute d'une analyse plus détaillée dans le rapport RTE, les enveloppes de coûts totaux détaillées pour le scénario de référence ont été ici proportionnellement ajustées pour estimer les coûts du scénario "Hydrogène +" (soit +17%).

200 Qu'il s'agisse des énergies renouvelables électriques ou des gaz verts, les aides actuelles reposent principalement sur des aides à la production, intégrant par conséquent les coûts d'opération. Or, le périmètre d'analyse de l'étude est centré uniquement sur les coûts d'investissement. C'est pourquoi les taux de prise en charge des coûts par le public ont d'abord été calculés sur la base des coûts complets (investissement + opération) avant d'être appliqués aux coûts d'investissements. On part ainsi du principe que les aides publiques servent à payer tout autant les coûts d'investissement que les coûts d'opération des producteurs, dans les mêmes proportions. Les investissements publics présentés dans cette section ne constituent donc pas la totalité de ce que l'État dépensera en charges de service public de l'énergie (tarifs de rachat et compléments de rémunération), juste le ratio correspondant à la part des coûts d'investissement des producteurs dans leurs coûts totaux de production.

201 [Rapport annuel 2021 - Renforcer l'atténuation, engager l'adaptation — Haut Conseil pour le Climat](#)

202 Ibid.

203 [Futurs énergétiques 2050 : les scénarios de mix de production à l'étude permettant d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 | RTE](#)

204 Source : SNBC2 scénario AME et AMS 2018, sur base de l'inventaire CITEPA d'avril 2018 au format SECTEN et au périmètre Plan Climat

205 Valeur 2018. Les émissions sont plus élevées dans les pays où la filière charbon est encore importante, comme l'Allemagne (430 g CO₂/kWh) ou encore plus la Pologne (781 g CO₂ /kWh). Émissions de GES de l'industrie de l'énergie | Chiffres clés du climat.

206 <https://www.rte-france.com/eco2mix/les-donnees-en-energie>

207 RTE - 'Rapport complet chapitre 3 consommation' (2021) :

https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-12/BP2050_rapport-complet_chapitre3_consommation.pdf

208 [Futurs énergétiques 2050 : les scénarios de mix de production à l'étude permettant d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 | RTE](#)

209 Dans son rapport, RTE ne fournit pas les capacités supplémentaires à installer pour répondre à la consommation additionnelle d'électricité occasionnée par la production de XX TWh d'hydrogène supplémentaire ("variante Hydrogène + que nous avons retenue). RTE fournit en figure 9.14 (p24 du chapitre 9) les capacités additionnelles nécessaires en cas d'ajustement de l'ensemble des besoins par une seule filière (et pour deux sous-cas: une production 100% française ou une importation partielle de combustibles de synthèse). Ces capacités ne sont pas intégrées ici. Les coûts d'une telle augmentation sont en revanche bien intégrés à nos calculs par la suite.

2 % pour 2 degrés !

- 210 Dans un document de travail daté d'octobre et publié par Contexte, le gouvernement table sur une possible mise en service de la première paire de réacteurs « au plus tôt à l'horizon 2040 » et non en 2035. [Info Contexte - Nucléaire : pas encore lancés, les futurs EPR déjà en retard et plus chers](#)
- 211 Les enveloppes données par RTE à 2060 ont été ramenées à 2050 selon une extrapolation linéaire
- 212 [Macron relance le nucléaire mais ferme le ban sur les retraites avant la présidentielle | Les Echos](#)
- 213 On retient une hypothèse de croissance de 10 % à 2050 pour atteindre 522 TWh dans le scénario tendanciel contre 754 TWh (+59 %) pour notre scénario de transition (basé sur la variante "Hydrogène +" de RTE). Ces 522 TWh correspondent aux 475 TWh de consommation actuelle auxquels viennent s'ajouter un effet « volume » induit par la croissance démographique et l'évolution de l'activité économique, et estimé par RTE à 47 TWh.
- 214 Dispositifs de soutien aux énergies renouvelables | Ministère de la Transition écologique
- 215 [Dispositifs de soutien aux EnR - CRE](#)
- 216 Financement du soutien aux EnR - CRE.
- 217 <https://www.rte-france.com/eco2mix/les-donnees-de-marche>
- 218 [CRE 4.9 IAS - Results analysis vFR](#)
- 219 Source EEX – 06 janvier 2022 – Attention : le changement d'année de livraison exagère l'effet baissier
- 220 Un phénomène d'anticipation/spéculation est déjà en partie à l'origine de la hausse actuelle. Les quotas étant non périssables, un certain nombre d'acteurs ont anticipé que le prix de la tonne de CO₂ allait augmenter du fait de la diminution prévisible du nombre de quotas mis sur le marché, ce qui les conduit à faire des réserves.
- 221 [ADEME - Coût des énergies renouvelables et de récupération \(2019\)](#)
- 222 [Cour des comptes. Les coûts de la filière électronucléaire – rapport public thématique. Janvier 2012.](#)
- 223 Ces montants n'incluent pas le soutien public au programme ASTRID (avant 1957) ni les dépenses de construction et de fonctionnement de Superphénix (estimées à 12 Mds€)
- 224 Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
- 225 Direction générale du trésor. Nouveau nucléaire français – restitution des travaux du GT financement, régulation et portage – juillet 2020. 01 septembre 2020. Reporterre.net. Disponible en ligne : https://reporterre.net/IMG/pdf/edf_gt_fct_nv_nuke_1_.pdf
- 226 Small Modular Reactor (petits réacteurs modulaires)
- 227 [Cour des comptes. Les coûts de la filière électronucléaire – rapport public thématique. Janvier 2012.](#)
- 228 Évidemment, en cas de choix d'un scénario sans nouveau nucléaire en 2050, ces dépenses en recherche et développement seraient nécessairement réduites. Néanmoins, elles ne seraient pas nulles car la fin de vie des tranches actuellement en service devra être gérée avec précaution.
- 229 [Futurs énergétiques 2050 : les scénarios de mix de production à l'étude permettant d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 | RTE figure 11.5](#)
- 230 Connaissance des énergies. Le financement des futures centrales nucléaires britanniques. 31 octobre 2019. Connaissancesdesenergies.org. Disponible en ligne : [Le financement des futures centrales nucléaires britanniques | Connaissances des énergies](#)
- 231 Comptabilisées dans l'ensemble des secteurs consommateurs de gaz
- 232 Quelle place pour le gaz dans la transition énergétique ? | France Stratégie.

2 % pour 2 degrés !

233 Par soucis de simplicité, on inclut ici sous l'étiquette "biométhane" à la fois le "biogaz" produit par les unités de méthanisation et pouvant faire l'objet d'une valorisation énergétique directe en cogénération (produisant à la fois de l'électricité et de la chaleur), et le "biométhane" stricto sensu résultant de l'épuration du biogaz nécessaire à son injection dans le réseau de gaz.

234 Le bilan carbone du biométhane injecté s'établit entre 23,4 et 44 grammes de CO₂ équivalent/kWh, soit un niveau 5 à 10 fois moindre que celui du gaz naturel, qui est de 227 grammes de CO₂ équivalent/kWh.

235 L'impact éventuel d'une production supérieure de biométhane dans notre scénario par rapport à la SNBC sur les fuites de méthane n'est pas intégré.

236 Selon France Hydrogène, 880 000 tonnes d'hydrogène ont été produites dans l'Hexagone en 2020, dont seulement 40.000 tonnes d'hydrogène vert, soit 5 %. [Quel est le plus grand projet de production d'hydrogène vert en Europe ?](#)

237 [\[Etude\] Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ? – ADEME Presse](#)

238 Incluant le coût de production, de stockage, d'utilisation et d'adaptation des réseaux gaziers. Le montant des investissements nécessaires pour adapter les réseaux y est jugé techniquement faisable, économiquement raisonnable et repose principalement sur des adaptations des réseaux pour les rendre bidirectionnels (installations de rebours notamment), une gestion plus décentralisée et un recours accru aux stockages souterrains de gaz.

239 [Suivi de l'évolution des prix du gaz naturel - EnergiesDev Consulting](#)

240 Par ailleurs, les conséquences du conflit entre la Russie et l'Ukraine sur le prix du gaz en France et en Europe sont difficiles à estimer au moment de la rédaction de ce rapport, mais sont clairement de nature à faire augmenter les prix.

241 Notamment une étude de France Stratégie

<https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-na-69-quelle-place-gaz-transition-energetique-21-09-2018.pdf>

242 PTEF du Shift Project, scénario negaWatt, etc.

243 Scénario "100% EnR&R avec pyrogazéification haute"

244 [PANORAMA DU GAZ RENOUELE EN 2020](#)

245 Bien que des solutions électriques performantes puissent se développer rapidement au vu de l'innovation rapide ayant lieu dans le secteur des batteries

246 Les potentiels de production de biométhane sont issus du scénario de base de l'étude ADEME-SO-LAGRO « 100% gaz verts ». Le potentiel de production d'hydrogène est celui calculé par RTE dans la variante "Hydrogène +". Les consommations de chaque secteur sont issues d'évaluations internes à l'Institut Rousseau et correspondent aux consommations de biométhane pour chauffer les bâtiments, aux besoins des véhicules lourds qui vont rouler au bioGNV (et dans une moindre mesure, à l'hydrogène) ou encore aux besoins de certains procédés industriels, notamment en hydrogène. La consommation du secteur bâtiment est particulièrement ajustable, entre les promoteurs d'un "tout électricité et des estimations plus élevées comme les 120 TWh retenus par Entreprises Pour l'Environnement dans le rapport [ZEN 2050 - Imaginer et construire une France neutre en carbone - Mai 2019 | EpE | Entreprises pour l'Environnement](#) ou les 100 TWh estimés par Coenove sur la base d'une baisse de 60% de la consommation de gaz dans les bâtiments et un maintien des équipements gaz actuels.

247 Une capacité supplémentaire de 1 646 GWh par an a été installée au cours des trois premiers trimestres de 2021, en hausse par rapport à la même période de l'année 2020 (1 023 GWh par an). [Six chiffres à retenir sur le développement du biométhane en France en 2021 - Gaz d'aujourd'hui - Gaz d'aujourd'hui](#)

248 Ces externalités ont été référencées et, à chaque fois que possible, monétisées par l'étude [Renforcer](#)

2 % pour 2 degrés !

[la compétitivité de la filière biométhane française :](#)

249 Une fois injecté dans le réseau, le biométhane se mélange au gaz naturel, il n'est alors plus possible de les distinguer. Les garanties d'origine permettent d'assurer la traçabilité du biométhane injecté, pour répondre aux attentes de tous les utilisateurs soucieux de consommer un gaz plus respectueux de l'environnement. [Les garanties d'origine ; Garanties d'origine de l'électricité](#)

250 https://www.cre.fr/content/download/11016/file/131009Biomethane_annexe3_methodologie.pdf

251 Etant donné les incertitudes, on retient ici une fourchette allant des estimations de l'Agence Internationale de l'Energie pour 2050 ([World Energy Outlook 2021](#) p. 102 : moyenne des différents scénarios soit environ 20 €/MWh) aux prix constatés ces derniers mois (~60 €/MWh fin 2021).

252 Les acteurs de la filière (GRDF, GRTgaz, le Club Biogaz de l'ATEE et le Syndicat des Énergies Renouvelables) estiment, sur la base d'une étude pilotée par ENEA Consulting, qu'un coût de production du biométhane situé entre 65€/MWh et 85€/MWh (suivant les typologies de projets) est atteignable d'ici 2030, soit une baisse d'environ 30%. Au vu des incertitudes sur les évolutions à long terme, on retient ici la valeur basse de cette fourchette à horizon 2050, soit -15% supplémentaires entre 2030 et 2050 par rapport à sa moyenne. [Renforcer la compétitivité de la filière biométhane française :](#)

253 La production d'électricité par cogénération étant très facilement substituable par des énergies renouvelables électriques plus compétitives, la maximisation de la valeur ajoutée de la biomasse disponible est à la production de gaz verts.

254 Biogaz | Ministère de la Transition écologique

255 [Le Fonds Chaleur en bref – Ademe](#)

Bilan Fonds Chaleur 2020 : 350 millions d'euros engagés au profit de plus de 600 installations EnR&R sur le territoire

256 Projet de loi de finances pour 2022 : Écologie, développement et mobilité durables

257 [Écologie, développement et mobilité durables : Paysage, eau et biodiversité ; Prévention des risques ; Expertise, information géographique et météorologie ; Conduite et pilotage des politiques](#)

258 [SNBC2](#)

259 Nos enjeux, nos valeurs, nos missions

260 [CITEPA. \(2021\).« CCNUCC. Le rapport d'inventaire officiel dans le cadre de la Convention Climat ».](#)

261 Prendre comme référence les données du CITEPA incarne un choix conservateur. En effet, le CITEPA se base sur les inventaires forestiers ne prenant pas en compte le carbone des sols qui serait estimé à 20 millions de tonnes de CO₂ par an. ([EFESE 2019](#)) De plus, il est important de noter que les émissions et absorptions de gaz à effet de serre des mers et océans ne sont pas incluses dans le périmètre d'étude du CITEPA.

262 [SNBC2](#), basé sur l'inventaire CITEPA de mars 2019

263 Voir la mesure de renforcement de la R&D publique dédiée à la reconstruction écologique, dans la partie « mesures transverses »

264 [CITEPA. \(2021\).« CCNUCC. Le rapport d'inventaire officiel dans le cadre de la Convention Climat ».](#)

265 [Forêts et usages du bois dans l'atténuation du changement climatique](#)

266 [Forêts et filière bois en France : le programme national 2016 2026 | Vie publique.fr](#)

267 [Les feux de forêts : l'impérieuse nécessité de renforcer les moyens de lutte face à un risque susceptible de s'aggraver & Prométhée](#)

2 % pour 2 degrés !

- 268 Moyenne entre [SNBC2](#) (800 ha/an) et [EFESE 2019](#) (3700 ha/an)
- 269 [SNBC2](#)
- 270 Cette afforestation permettra d'augmenter la superficie totale de forêt de 400 000 ha en compensant la baisse tendancielle de 5 000 ha par an.
- 271 SOLAGRO, « Scénario Afterres 2050 », 2016, [Afterres 2050](#), et repris dans le scénario négaWatt 2022, [Scénario négaWatt 2022](#)
- 272 [Net-Zero Europe](#), McKinsey. 2020
- 273 [Net-Zero Europe](#), McKinsey. 2020
- 274 [Carbon forestry is surprising | Forest Ecosystems | Full Text](#)
- 275 Shift Project, [Plan de Transformation de l'Économie Française - Forêt et Bois - Rapport intermédiaire 2020](#)
- 276 [Projet de loi de finances pour 2021 : Agriculture, alimentation, forêt et affaires rurales](#)
- 277 [Forêts publiques : l'État réfléchit au démantèlement de l'ONF](#)
- 278 <http://www.senat.fr/rap/r21-200/r21-2001.pdf>
- 279 [Forêts publiques : l'État réfléchit au démantèlement de l'ONF](#)
- 280 <http://www.senat.fr/rap/r21-200/r21-2001.pdf>
- 281 [Le Grand plan d'investissement 2018-2022 | Gouvernement.fr](#)
- 282 [GPI : soutenir les investissements dans la filière forêt-bois | Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation](#)
- 283 <http://www.senat.fr/rap/r21-200/r21-2001.pdf>
- 284 [Nos enjeux, nos valeurs, nos missions - onf.fr](#)
- 285 [Rapport d'activité 2020 de l'ONF Guyane - onf.fr](#)
- 286 <http://www.senat.fr/rap/r21-200/r21-2001.pdf>
- 287 [Contrat Stratégique Filière Bois 2018-2022](#)
- 288 [Net-Zero Europe](#), McKinsey. 2020
- 289 Méthodologie détaillée dans le tableur de calcul de référence
- 290 Lors de la croissance de l'arbre, celui-ci absorbe le CO₂ de l'atmosphère et l'utilise comme élément constitutif du tronc, de ses racines et de sa biomasse aérienne. Une fois le bois coupé et transformé, le CO₂ contenu dans les produits en bois (charpente, meubles en bois, etc.) y reste piégé. Les produits bois représentent à ce titre une forme de stockage temporaire du CO₂ hors de l'atmosphère, jusqu'à ce que le bois se décompose ou soit brûlé.
- 291 <http://www.senat.fr/rap/r21-200/r21-2001.pdf>
- 292 [CITEPA. \(2021\).« CCNUCC. Le rapport d'inventaire officiel dans le cadre de la Convention Climat ».](#)
- 293 Shift Project, [Plan de Transformation de l'Économie Française - Forêt et Bois - Rapport intermédiaire 2020](#)
- 294 Les prix sont déjà en forte hausse au vu de la demande chinoise en pleine explosion : [Le marché du](#)

[bois, lettre de conjoncture n°6 - Avril-mai-juin 2021 - ONF](#)

295 [Transition 2050 ADEME https://librairie.ademe.fr/cadic/6531/transitions2050-rapport-compresse.pdf?modal=false](https://librairie.ademe.fr/cadic/6531/transitions2050-rapport-compresse.pdf?modal=false)

(p.261 Graphique sur le coût de stockage de chaque méthode / p.291 couverture de haie moyenne proposée)

296 SOLAGRO, « Scénario Afterres 2050 », 2016, [Afterres 2050](#), et repris dans le scénario négaWatt 2022, [Scénario négaWatt 2022](#)

297 [Transition 2050 ADEME](#)

298 SOLAGRO, « Scénario Afterres 2050 », 2016, [Afterres 2050](#), et repris dans le scénario négaWatt 2022, [Scénario négaWatt 2022](#), p.23

299 [Transition 2050 ADEME](#)

300 Par simplification, on résume ici le captage aux technologies dites de post-combustion

301 i.e. injection souterraine profonde dans un ancien réservoir de gaz ou de pétrole, ou dans un aquifère salin impropre à la consommation d'eau

302 [GCCSI - Technology readiness and costs of CCS ; Le Captage et Stockage géologique du CO \(CSC\) en France](#)

303 En France, les principales zones de stockages envisageables sont les aquifères salins du Bassin parisien (impropres à la consommation d'eau douce), quelques puits de gaz ou de pétrole déplétés (comme le site de Lacq, près de Pau, utilisé pour un projet de démonstration), ou de la mer du Nord pour des sources d'émissions du nord de la France). La capacité d'un projet de CSC d'éloigner les points de captage et de stockage (et donc à augmenter, sous l'effet du coût de transport, son coût total par tonne de CO₂ évitée) dépendra principalement du prix du CO₂ sur le marché.

304 [CIMENT, Premiers résultats technico-économiques. Plan de transition sectoriel de l'industrie cimentière en France](#)

305 [SNBC2](#)

306 Plus précisément, les effectifs concourant aux missions du MTE et du ministère de la Mer étaient de 41 391 ETP en 2017 et de 35 865 ETP dans la loi de finances pour 2022, soit une diminution de plus de 5 500 emplois en cinq ans, à laquelle il convient d'ajouter plus de 500 réductions de postes dans les opérateurs.

307 Écologie, développement et mobilité durables : Paysage, eau et biodiversité ; Prévention des risques ; Expertise, information géographique et météorologie ; Conduite et pilotage des politiques

308 Le Cerema, établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique, accompagne l'État et les collectivités territoriales pour l'élaboration, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques d'aménagement et de transport.

309 Depuis 2008, le Crédit Impôt Recherche (CIR) permet aux entreprises de déduire de l'impôt sur les sociétés 30 % de leurs investissements en Recherche et Développement, dans la limite de 100 millions d'euros d'investissement, et 5 % au-delà.

310 [L'efficacité du crédit d'impôt recherche une nouvelle fois très contestée](#)

311 Qui peut se produire tous les 10 ou 15 ans, ou ne jamais se produire, selon les entreprises. Même en cas de contrôle, les montants déclarés sont soumis à prescription au-delà de 3 ans. [Le contrôle du Crédit Impôt Recherche - Optimal Gestion](#)

312 [Dépenses de recherche et développement en France](#)

2 % pour 2 degrés !

- 313 Voir notamment cet article de Nicolas Dufrêne sur le site « Chroniques de l'Anthropocène » d'Alain Grandjean : [Comment BPIFrance pourrait devenir sans attendre la banque française du climat ? - Chroniques de l'Anthropocène](#)
- 314 Plan stratégique de la Bpifrance pour la période 2018-2023, p.19 et p.93-97.
- 315 https://financefortomorrow.com/app/uploads/2018/12/Rapport_Canfin_Zaouati_VFINAL.pdf
- 316 [Formation professionnelle : 32 milliards par an... si mal exploités \(lefigaro.fr\)](#)
- 317 Etude publiée dans la revue Patterns en septembre dernier synthétisant les travaux de plusieurs études scientifiques [The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations: Patterns](#)
- 318 Ilian Moundib, Adrien Jahier, Romain Bouilloud. « Face au poids croissant du numérique : l'impératif de sobriété », Institut Rousseau, le 20 mai 2021, <https://institut-rousseau.fr/face-au-poids-croissant-du-numerique-limperatif-de-sobriete/>
- 319 [La consommation énergétique du numérique : l'impossible maîtrise de la croissance de la consommation par le seul progrès technologique | France Stratégie \(strategie.gouv.fr\)](#)
- 320 [Le numérique pourrait représenter 7% de nos émissions de gaz à effet de serre d'ici 2040 - Les Numériques \(lesnumeriques.com\)](#)
- 321 Au même niveau que la part de projets consacrés à la transition écologique dans la recherche et le développement (voir section 7.2)
- 322 Climate Finance Provided and Mobilised by Developed Countries Aggregate trends updated with 2019 data, OECD
- 323 Burgess & Zerbe (2011), "Appropriate Discounting for Benefit-Cost Analysis," Journal of BenefitCost Analysis
- 324 Arrow et al. (2013), "Determining Benefits and Costs for Future Generations," Science 341
- 325 Weitzman (2001), "Gamma Discounting," American Economic Review 91(1)
- 326 [Encours de la dette négociable au 31 décembre 2021 | Agence France Trésor](#)
- 327 Source : Refinitiv au 15 février 2022
- 328 [16/03/2021 : Lancement d'une deuxième OAT verte 0,50 % 25 juin 2044 pour un montant de 7 milliards d'euros à un taux à l'émission de 0,526](#)
- 329 "This Changes Everything: Climate Shocks and Sovereign Bonds", IMF Working paper, June 5, 2020
- 330 Voir notamment les propositions portées par Alain Grandjean : [Du Pacte de stabilité et de croissance au pacte de résilience et de solidarité. Quelles pistes de réforme ? - Chroniques de l'Anthropocène](#)
ou encore dans le cadre de ce rapport parlementaire : [Rapport de la commission des affaires européennes sur la proposition de résolution européenne de MM. André Chassaigne, Hubert Wulfranc et plusieurs de leurs collègues relative au financement de la transition écologique \(n°4571\). \(M. André Chassaigne\)](#)
- 331 [« C'est peut-être un virus qui fera la révolution monétaire que nous n'avons pas faite » - lemonde.fr](#)
- 332 Voir notamment : [Les arguments juridiques en faveur d'une conversion des titres de dette publique détenus par la BCE en investissements verts - Institut Rousseau](#)
- 333 Banque des règlements internationaux : [Les finances des banques centrales](#)

2 % pour 2 degrés !

- 334 Source Réseau Action Climat France : 25 [milliards d'euros d'argent public qui détruisent la planète...](#)
- 335 [Actualisation des taux de TVA : le Conseil de l'Union Européenne parvient à un accord - FiscalOnline](#)
- 336 [Fiscalité écologique : où en est la France ? | Vie publique.fr](#)
- 337 [Fiscalité écologique : où en est la France ? | Vie publique.fr](#)
- 338 [Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières](#)
- 339 [Ajustement carbone aux frontières – risques et opportunités pour l'industrie européenne](#)
- 340 [Les conditions d'un mécanisme efficace et juste d'ajustement carbone aux frontières](#)
- 341 [Ajustement carbone aux frontières – risques et opportunités pour l'industrie européenne](#)
- 342 [Rapport du Shift Projet sur l'emploi](#)
- 343 Moyenne des importations de 2018 (47,4 milliards d'euros, source : calculs SDES, d'après DGDDI, CRE, enquête auprès des raffineurs) et 2019 (45,5 milliards d'euros, source : [Bilan énergétique de la France pour 2019 | Données et études statistiques](#))
- 344 Source : Haut-Commissariat au Plan, Ouverture no 7, « La France est-elle une grande puissance agricole et agroalimentaire ? », 09 juillet 2021 : [La France est-elle une grande puissance agricole et agroalimentaire ?](#)
- 345 Source : Rapport McKinsey « Comment réussir la transition » p29 : [Réussir la transition de l'Europe vers la neutralité carbone](#)
- 346 « Chiffres clés sur l'Europe – statistiques illustrées », p32, [Chiffres clés sur l'Europe](#)
- 347 [Plan de transformation du Shift Project \(PTEF\) - Focus sur l'emploi](#)
- 348 <https://www.ofce.sciences-po.fr/pdf/pbrief/2016/pbrief08.pdf>
- 349 [La transition énergétique, une véritable opportunité pour l'emploi au niveau local](#)
- 350 [statistiques.pole-emploi.org](#)
- 351 En 2019, le salaire net moyen dans le secteur privé a progressé de 1,2 % en euros constants - Insee Première - 1863
- 352 [Taux de cotisation salariale : à quoi correspond-il ?](#)
- 353 Montant et calcul des charges patronales en 2018
- 354 [Objectif « zéro artificialisation nette » : quels leviers pour protéger les sols ? | France Stratégie](#)
- 355 [CE coût économique et financier de la pollution de l'air : compte rendu de la semaine du 6 juillet 2015](#)
- 356 En France la pollution de l'air coûte 1 469 € par an par personne | ATMO Grand Est
- 357 Étude citée sur [5 milliards : le coût du surpoids et de l'obésité pour l'Assurance Maladie](#)
- 358 Rapport Meynier-Millefert « Rénovation thermique des bâtiments » pour l'Assemblée Nationale, p.22 https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion-dvp/115b3871_rapport-information#
- 359 [Économies, confort... 21 raisons de passer au véhicule électrique - Capital.fr](#)
- 360 Est-ce qu'on fait des économies avec une voiture électrique ? - ChargeGuru FR | Installateur de Bornes de Recharge pour Véhicule Electrique
- 361 Rouler à l'électrique : est-ce vraiment rentable en 2022 ? - IZI by EDF (izi-by-edf.fr)

2 % pour 2 degrés !

- 362 Pour une clio IV et un prix du SP95 de 1,52 € le litre
- 363 La e208, avec un prix moyen en station de 0,6 €/kWh
- 364 [Bilan annuel des transports en 2019 : bilan de la circulation](#)
- 365 Selon le site d'Effy, il est possible d'économiser jusqu'à 35 % sur la facture de chauffage suite à une rénovation thermique sur l'isolation, ainsi que jusqu'à 50 % du reste de la facture de chauffage avec une solution de chauffage efficiente : [Amélioration de l'habitat: travaux, gain énergétique, confort | Effy](#)
- 366 [1 602 € : c'est le montant de la facture énergétique moyenne des français](#)
- 367 Selon Effy, la facture énergétique se répartit comme suit : 944 € de dépense en électricité, 380 € en gaz naturel, 183 € en produits pétroliers, 52 € en bois et 42 € en chaleur distribuée par réseau. Toutes les sources hors électricité servent à 100 % pour le chauffage. Pour l'électricité, la part est de 400 € pour le chauffage, car environ la moitié des ménages se chauffent à l'électricité (47 % selon [La répartition des différents types de chauffages en 2017 | Quelle Énergie](#)) et pour eux, selon l'ADEME, la part du chauffage représente 60 % (Consommation chauffage électrique : calculer et réduire sa facture.)
- 368 [Un Plan Climat pour les présidentielles 2022](#)
- 369 GIEC : premier volet du 6ème rapport d'évaluation (AR6-WG1) : <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
Résumé pour les décideurs [Climate Change 2021](#)
- 370 Dans certains secteurs comme le bâtiment, nous nous sommes contentés de la France métropolitaine, faute de temps pour réunir l'information nécessaire au traitement de l'ensemble de notre pays.
- 371 Le pic conventionnel a été atteint en 2005-2006.
- 372 Rapport "Réussir la transition de l'Europe vers la neutralité carbone", sorti en Juillet 2021, réussir la transition de l'Europe vers la neutralité carbone juillet 2021.pdf (mckinsey.com)
- 373 GIEC, 2014: Annexe II: Glossaire [Mach, K. J., S. Planton et C. von Stechow (dir. Publ.)], Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
- 374 Légifrance, vocabulaire issu du code rural (article R 645-1)
- 375 France Terme, Ministère de la l'Agriculture
- 376 France Terme, Ministère de la l'Agriculture, et Association française de l'agroforesterie
- 377 Légifrance, vocabulaire de l'environnement, de l'équipement et des transports, Normalisation ISO 14040 et ISO 14044
- 378 GIEC, 2014: Annexe II: Glossaire [Mach, K. J., S. Planton et C. von Stechow (dir. Publ.)], Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
- 379 Code de l'énergie-article L 661-1
- 380 Code de l'énergie article L.211-2
- 381 Allwood J. M., V. Bosetti, N. K. Dubash, L. Gómez-Echeverri et C. von Stechow, 2014: Glossaire. In: Changements climatiques 2014, L'atténuation du changement climatique Contribution du Groupe de travail III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouver-

nemental sur l'évolution du climat

382 Définitions AFNOR

383 Légifrance, vocabulaire de l'environnement

384 Allwood J. M., V. Bosetti, N. K. Dubash, L. Gómez-Echeverri et C. von Stechow, 2014: Glossaire. In: Changements climatiques 2014, L'atténuation du changement climatique Contribution du Groupe de travail III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

385 Allwood J. M., V. Bosetti, N. K. Dubash, L. Gómez-Echeverri et C. von Stechow, 2014: Glossaire. In: Changements climatiques 2014, L'atténuation du changement climatique Contribution du Groupe de travail III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

386 Source Mines Paris Tech et Réseau agroécologie du CIRAD

387 Allwood J. M., V. Bosetti, N. K. Dubash, L. Gómez-Echeverri et C. von Stechow, 2014: Glossaire. In: Changements climatiques 2014, L'atténuation du changement climatique Contribution du Groupe de travail III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

388 Définition FAO, Ministère de l'agriculture

389 Source ADEME

390 Allwood J. M., V. Bosetti, N. K. Dubash, L. Gómez-Echeverri et C. von Stechow, 2014: Glossaire. In: Changements climatiques 2014, L'atténuation du changement climatique Contribution du Groupe de travail III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

391 Légifrance, vocabulaire de l'environnement

392 France Terme, Ministère de la Culture

393 GIEC, 2014: Annexe II: Glossaire [Mach, K. J., S. Planton et C. von Stechow (dir. Publ.)], Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

394 Panorama 2017 ADEME, Les filières à responsabilité élargie du producteur

395 Allwood J. M., V. Bosetti, N. K. Dubash, L. Gómez-Echeverri et C. von Stechow, 2014: Glossaire. In: Changements climatiques 2014, L'atténuation du changement climatique Contribution du Groupe de travail III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

396 Allwood J. M., V. Bosetti, N. K. Dubash, L. Gómez-Echeverri et C. von Stechow, 2014: Glossaire. In: Changements climatiques 2014, L'atténuation du changement climatique Contribution du Groupe de travail III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

397 Source : Les chiffres clés de la Sécurité Sociale pour 2019, édition 2020 (Direction de la Sécurité Sociale, [voir lien](#))