

Document de travail n° 102

Climat : une nouvelle ambition économique pour la France

*Produire en France
pour décarboner le monde*

Ce document de travail a été réalisé par



**Raphaël
TROTIGNON**

Directeur du Pôle Energie-Climat

Raphael Trotignon pilote les travaux du pôle Energie-Climat de Rexecode. Ingénieur en génie de l'environnement des Mines de Nantes, il est par ailleurs titulaire d'un Master en économie spécialisé dans l'énergie et l'environnement et d'un Doctorat en économie de l'Université Paris-Dauphine. Spécialiste des politiques énergie-climat, il a conduit plusieurs travaux de recherche, en particulier sur les marchés du carbone.



**Adrien
BENOIST**

Adrien Benoist a conduit ses travaux au sein du pôle Énergie-Climat de Rexecode. Titulaire d'un Master 2 Économie de l'Environnement, de l'Énergie et des Transports (option Économie de l'Énergie, Université Paris-Saclay / IFP School / INSTN), il a développé une expertise dans la modélisation sectorielle des émissions de CO₂ et l'analyse des déterminants macroéconomiques de la décarbonation. Il est co-auteur du présent document ainsi que de plusieurs publications Rexecode, notamment sur la prévision des émissions de gaz à effet de serre de la France et sur l'ETS 2.

Rexecode

COMITÉ DE DIRECTION

Denis FERRAND, directeur général
Olivier REDOULÈS, directeur des études
Charles-Henri COLOMBIER, directeur de la conjoncture
Raphaël TROTIGNON, directeur du pôle énergie-climat

Michel DIDIER : Conseiller scientifique
Eric DUBOIS : Conseiller scientifique

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président : Pierre GADONNEIX
Invités permanents - Présidents d'honneur : Jacques-Henri DAVID, Michel DIDIER
Vice-président : Michel CICUREL ; Trésorière : Laurence PEYRAUT
Administrateurs : Ghislaine BAILLY, Pierre-André de CHALENDAR, Christian DARGNAT, Xavier FONTANET, Olivier KLEIN, Hubert MONGON, Henri MOREL, Jérôme PELLETAN, Agnès PERRE, Michel de ROSEN, Olivier SALLERON, Samuel TUAL, Xavier URSAT, Arnaud VAISSIÉ, Amaury de WARENGHIEN

Centre de Recherche pour l'Expansion de l'Economie et le Développement des Entreprises

Rexecode : association régie par la loi du 1^{er} juillet 1901 - Siret : 784 361 164 00048 - APE 9412Z
Siège social : 24 place du Général Catroux - 75017 PARIS - Tél. (33) 01 53 89 20 89 - www.rexecode.fr

Climat : une nouvelle ambition économique pour la France

Synthèse	5
Introduction	9
1. État d'avancement de la décarbonation de la France et du Monde	15
2. Le mur de l'investissement : mesurer l'ampleur de l'effort à accomplir	29
3. Les contraintes économiques : pourquoi le mur d'investissement ne se franchit pas spontanément ?	45
4. Une stratégie à trois piliers pour décarboner davantage à moindre coût	67
Conclusion générale	93

Climat : une nouvelle ambition économique pour la France

Climat : une nouvelle ambition économique pour la France

Synthèse

La France affiche un bilan climatique territorial parmi les meilleurs des grandes économies développées. Pourtant, ce résultat masque une réalité moins flatteuse : son empreinte carbone globale, qui intègre les émissions importées, a reculé deux fois moins vite que ses émissions territoriales depuis 1990. Ce décalage révèle une dépendance croissante aux trajectoires de décarbonation de nos partenaires commerciaux, sur lesquelles nous n'exerçons qu'une influence indirecte. **Une part significative de la baisse territoriale tient à des choix forts historiques (programme nucléaire, gains d'efficacité industrielle, et plus récemment développement de toutes les énergies décarbonées) mais aussi, pour une fraction non négligeable à la désindustrialisation** (environ 9 % de la baisse des émissions territoriales depuis 1973, et 18 % de la baisse pour la seule industrie manufacturière), qui a remplacé une production domestique relativement peu carbonée par des importations issues de zones nettement plus intensives en carbone. Pour atteindre la neutralité carbone, les secteurs où l'essentiel des réductions reste à accomplir, bâtiment, transport et agriculture, présentent des coûts d'abattement sensiblement plus élevés que ceux des décennies passées.

Pour respecter la trajectoire de la stratégie nationale bas-carbone en cours de révision (SNBC 3), le besoin d'investissement supplémentaire annuel est estimé à environ 80 milliards d'euros par an par l'ensemble des études disponibles, soit près de 3 % du PIB, à mettre en regard d'un niveau d'investissement climat déjà existant de 104 milliards d'euros en 2025, et de 68 milliards d'investissements encore défavorables au climat la même année (source I4CE). Ce chiffre traduit une réalité structurelle souvent sous-estimée : **la relation entre niveau d'ambition et besoins d'investissement supplémentaires est exponentielle. Les derniers 20 % de réduction mobilisent autant de ressources que les premiers 80 % réunis.** C'est cette relation qui explique pourquoi relever l'objectif de quelques points supplémentaires peut conduire à démultiplier le besoin d'investissement, indépendamment de toute difficulté intrinsèque de la transition dans son ensemble.

En effet, nombre de ces investissements présentent, sur leur durée de vie, un horizon de rentabilité positif : la rénovation thermique réduit la facture énergétique, le véhicule électrique allège le coût d'usage, les équipements industriels décarbonés peuvent abaisser les coûts d'exploitation à long terme. Ces actions ne représentent donc pas toujours un coût net pour la collectivité. **La difficulté réside dans le financement et le bouclage macroéconomique de ces décisions d'investissement** : c'est la capacité à avancer des montants considérables, dans un temps contraint, par des acteurs dont les bilans et les revenus sont déjà sous tension, qui constitue le véritable verrou de la transition. **Cette distinction est essentielle : elle explique pourquoi ni la rentabilité théorique des projets ni la**

volonté politique affichée ne suffisent à déclencher spontanément les investissements requis. Mais la contrainte de financement n'épuise pas le sujet. Une partie des investissements nécessaires à la décarbonation ne présente pas, dans les conditions économiques actuelles, de rentabilité suffisante sur un horizon de temps raisonnable, et implique un coût net réel. Pour ces investissements, c'est moins le financement que le niveau de coût lui-même qui fait obstacle : réduire ce coût, par l'innovation, par des effets d'échelle ou par des politiques de soutien ciblées, constitue un enjeu complémentaire, tout aussi important.

Le caractère exponentiel des besoins d'investissement a un corollaire macroéconomique direct : chaque point d'ambition supplémentaire resserre simultanément les contraintes pesant sur l'État, les entreprises et les ménages. L'État supporte déjà un déficit et une dette élevés, et ses dépenses climatiques existantes, pourtant déjà importantes, couvrent moins de la moitié du seul besoin de financement public supplémentaire, tel qu'il est estimé par les pouvoirs publics. Un « effet de ciseaux » aggrave la situation : les recettes fiscales liées aux carburants fossiles s'éroderont à mesure que la transition progresse, réduisant les ressources disponibles pour la financer. Les entreprises, confrontées à une pression fiscale et réglementaire sans équivalent dans les économies concurrentes, peinent à dégager des marges d'investissement supplémentaires. Les ménages se heurtent à une double contrainte : d'une part, les dépenses nécessaires de transition (rénovation, mobilité) peuvent dépasser largement la capacité d'avance de certaines catégories de ménages ; d'autre part, leur épargne disponible, pourtant abondante, est structurellement orientée vers des supports peu adaptés au financement de la transition. **La consolidation de ces trois contraintes rend le bouclage de la trajectoire la plus ambitieuse économiquement irréaliste.**

Face à ce diagnostic, ce document propose une stratégie alternative articulée autour de trois piliers cohérents et qui se renforcent mutuellement.

Le premier pilier est l'optimisation économique : **réviser le niveau de réduction territoriale visé à l'horizon 2050 permettrait de concentrer l'effort sur les gisements à plus faible coût d'abattement, réduisant ainsi le besoin d'investissement supplémentaire de plus de la moitié, sans diminuer la contribution climatique mondiale de la France, voire en l'augmentant** (troisième pilier ci-dessous). C'est en effet à cet horizon que le caractère exponentiel des besoins d'investissement est le plus marqué, et que les gisements résiduels présentent les coûts d'abattement les plus élevés pour les gains climatiques les plus marginaux. Sous l'hypothèse que les actions seraient engagées dans l'ordre strict de leur coût croissant, cette révision de l'ambition 2050 n'impliquerait aucune conséquence sur la cible intermédiaire de 2030, les mesures les moins onéreuses étant mobilisées de toute façon. En pratique, le cadre réglementaire et économique ne garantissant pas forcément ce séquençage optimal, un ajustement marginal du point de passage 2030, par exemple à -45 % au lieu de -50 %, pourrait en être une conséquence cohérente sans en constituer une nécessité logique. Afin d'accompagner ce nécessaire séquençage des actions de décarbonation, cette révision doit s'accompagner d'un recours accru au prix du carbone comme signal décentralisé orientant les arbitrages d'investissement. Un corollaire est d'utiliser activement les recettes ainsi dégagées pour soutenir les ménages et entreprises les plus vulnérables, encourager le déploiement de solutions de décarbonation, et préserver voire améliorer la compétitivité là où elle est la plus déterminante par exemple en réduisant d'autres prélèvements

qui pèsent sur le travail ou le capital. La divergence des prix du carbone entre zones économiques rend par ailleurs nécessaire un mécanisme d'ajustement à la frontière. Le MACF européen répond à cette logique, mais dans une version aujourd'hui très incomplète : limité à six familles de produits peu transformés, il laisse entières les distorsions de concurrence pour les industries aval, et aggrave la situation des exportateurs européens en supprimant les quotas gratuits sans offrir de compensation symétrique à l'export. Une évolution de son périmètre est nécessaire, mais ne pourra à elle seule résoudre complètement le problème de compétitivité tant que les prix du carbone restent aussi disparates à l'échelle mondiale, ce qui renforce la pertinence des deuxièmes et troisièmes piliers de la stratégie proposée.

Le deuxième pilier est la réindustrialisation bas-carbone. Avec l'un des mix électriques les moins carbonés du monde, et le développement soutenu des sources d'énergie décarbonées non électriques, produire en France émettra structurellement moins que chez la quasi-totalité de nos partenaires commerciaux. Toute activité qui s'installe sur le territoire national plutôt qu'ailleurs pour en utiliser l'énergie locale contribue, par ce seul fait, à réduire les émissions mondiales, qu'elle appartienne ou non aux filières dites « vertes ». **La réindustrialisation en France est une réindustrialisation bas-carbone : elle constitue donc, en elle-même, une stratégie climatique mondiale, et non un simple objectif économique disjoint des objectifs de transition.** Tirer parti de cet avantage suppose de lever les freins qui contrarient l'attractivité industrielle : pression fiscale et réglementaire, charges diverses dont le coût de l'énergie est un facteur parmi d'autres, complexité des procédures d'implantation. Faciliter l'implantation des entreprises en France n'est pas une concession faite au détriment du climat, c'est au contraire un levier climatique à part entière. Les deux dernières grandes crises énergétiques ont par ailleurs rappelé que la dépendance aux fossiles importés expose l'économie à des risques macroéconomiques et géopolitiques dont le coût peut s'avérer très élevé. La décarbonation couplée à la réindustrialisation bas-carbone est donc aussi, en elle-même, une stratégie de réduction de cette exposition.

Le troisième pilier est celui de la coopération internationale via l'Article 6 de l'Accord de Paris. Les mécanismes d'échanges de réductions d'émissions certifiées (ITMOs) permettent de couvrir l'écart résiduel entre l'objectif territorial révisé et la neutralité carbone, en finançant des réductions là où le coût d'abattement est très inférieur à celui des derniers gisements domestiques. **L'effort de la France doit naturellement demeurer majoritairement domestique, mais pour les réductions résiduelles les plus coûteuses à réaliser sur le territoire national, ce système, aujourd'hui inexploité par la France, serait un levier important d'amélioration de sa contribution au climat mondial.** Il offrirait par ailleurs une opportunité économique directe : en exportant des technologies et des savoir-faire vers des pays où le potentiel de décarbonation est encore largement inexploité, les entreprises françaises et européennes innovantes pourraient trouver de nouveaux débouchés, transformant ainsi l'engagement climatique de la France en vecteur de développement industriel et commercial.

Ces trois piliers forment un ensemble dont la cohérence est supérieure à la somme de ses parties. L'allègement du mur d'investissement domestique libère des ressources pour financer des projets internationaux où l'efficacité climatique par euro investi est bien supérieure. La réindustrialisation génère les compétences technologiques et industrielles nécessaires pour concevoir et opé-

rer ces projets. Les partenariats Article 6 ouvrent des marchés à l'exportation qui renforcent à leur tour la viabilité économique des filières de la transition. Ces deux derniers piliers agissent en outre directement sur les émissions de nos partenaires commerciaux et, par ce canal, sur notre propre empreinte carbone, répondant ainsi à la dépendance identifiée en ouverture. La France peut ainsi montrer qu'il est possible de réduire davantage les émissions mondiales pour chaque euro investi, et de faire de la décarbonation une source d'attractivité et de compétitivité industrielle plutôt qu'un facteur de déclassement. **C'est à cette condition que la transition sera politiquement soutenable, économiquement viable et climatiquement efficace.**

Introduction

L'écart entre la trajectoire mondiale des émissions de gaz à effet de serre et les objectifs fixés par l'Accord de Paris peine à se réduire suffisamment vite. Le constat scientifique est pourtant sans appel : les coûts des dommages climatiques futurs seront d'autant plus élevés que la trajectoire des émissions mondiales tardera à s'infléchir. Si les revirements de la politique américaine ou la remise en cause des faits scientifiques entravent la capacité d'entraînement des pays développés, ils ne doivent pas masquer l'essentiel : la très grande majorité des États, des entreprises et des populations reste convaincue du bien-fondé et de la nécessité d'une action climatique mondiale. Les tensions géopolitiques récentes, et les crises énergétiques qu'elles ont engendrées, rappellent par ailleurs que la transition confère des bénéfices de souveraineté et de résilience qui dépassent le seul enjeu climatique : réduire la dépendance aux énergies fossiles importées, c'est aussi réduire l'exposition de nos économies à des risques dont le coût peut s'avérer considérable. **L'urgence d'agir ne fait donc plus débat ; en revanche, la méthode employée pour y répondre, singulièrement en Europe et en France, peut être interrogée au regard des fortes différences d'approches dans le monde.** Ces stratégies de décarbonation, bien que distinctes, produisent désormais des effets visibles sur les trajectoires d'émissions, tout en induisant des implications économiques majeures, positives comme négatives. Nous disposons aujourd'hui du recul nécessaire pour en tirer quelques leçons et distinguer les leviers les plus efficaces des pièges à éviter.

Depuis une quinzaine d'années, la réponse politique française et européenne au dérèglement climatique a suivi une logique quasi immuable : fixer des objectifs, constater l'insuffisance des résultats, puis rehausser les objectifs. Nous avons ainsi affiché des cibles de plus en plus ambitieuses, au niveau mondial comme au niveau européen et français. La fixation d'un objectif lointain d'émissions nulles, bien sûr nécessaire et scientifiquement établi, a conduit par un glissement progressif à une conséquence importante sur la méthode : l'horizon de neutralité carbone à l'échelle de l'économie a été transposé en une exigence de décarbonation complète appliquée à chaque sous-ensemble (chaque secteur, chaque pays, chaque acteur), avec une tendance à mobiliser simultanément l'ensemble des leviers techniques disponibles. Cette approche indifférenciée a conduit à laisser au second plan la logique d'efficacité économique, de hiérarchisation des coûts et de répartition dans le temps et dans l'espace. Au sein d'un sous ensemble (pays, secteur...) le coût pour atteindre les derniers pourcents de réduction peut être très supérieur au coût des premiers pourcents, comme le montrent les courbes de coûts marginaux d'abattement. Le spectre des actions, des séquences possibles, des répartitions dans le temps et entre secteurs, est très large, et beaucoup de combinaisons permettent effectivement d'arriver à terme à l'objectif d'une contribution neutre, voire négative, de l'activité humaine sur le climat mondial. C'est précisément dans cet espace de combinaisons possibles que réside le potentiel d'une approche plus rationnelle : **faire de l'optimisation économique un principe organisateur de la stratégie de décarbonation,**

et non une contrainte secondaire. Cette optimisation vaut non seulement dans le choix des leviers mobilisés et dans leur séquençage dans le temps, mais aussi, comme nous allons le voir, dans la définition même du périmètre géographique au sein duquel l'effort est consenti.

Cette focalisation sur des cibles déclinées au niveau territorial est, qui plus est, une source d'inefficacité supplémentaire : elle conduit à ne pas suffisamment prendre en compte les potentiels de réduction des émissions hors de nos frontières, et les interdépendances économiques, notamment commerciales, entre zones. Ces gains potentiels externes, parce qu'ils ne contribuent pas à l'atteinte des objectifs nationaux stricts, sont aujourd'hui délaissés par les politiques publiques alors qu'ils participent tout autant à la résolution du problème climatique qui demeure un problème mondial et non national. L'Accord de Paris lui-même, à travers son Article 6, prévoit explicitement des mécanismes de coopération internationale permettant de comptabiliser les réductions d'émissions réalisées dans d'autres pays. Ce levier, dont la mise en œuvre concrète devient possible, reste pour l'instant inexploité par la France. **À trop se concentrer sur l'affichage d'une cible domestique vertueuse, nous en venons à oublier le but ultime : la réduction effective des émissions mondiales.**

La France se trouve aujourd'hui à la croisée des chemins. Elle affiche un bilan climatique en apparence flatteur : ses émissions territoriales ont baissé de 33 % depuis 1990, et même de 50 % par rapport à leur plus haut de 1973. Mais ce résultat masque des fragilités. Si cette baisse doit beaucoup à l'efficacité énergétique et à la décarbonation de notre mix électrique, elle s'accompagne d'une stagnation, voire d'une dégradation sur certaines périodes, de notre empreinte carbone globale, plombée par les émissions importées. Paradoxalement, alors que nos émissions territoriales ont diminué de 33 % depuis 1990, notre empreinte carbone n'a reculé que de 20 % sur la même période. Cette divergence révèle un phénomène de dépendance aux produits et donc aux émissions des autres pays. Il faut tenir compte de cet état de fait. Nous pouvons essayer de produire le plus possible chez nous de façon décarbonée, mais nous ne pourrions pas produire tout ce que nous consommons, il faut donc également que le reste du monde se décarbone.

En outre, cette déclinaison nationale d'un objectif mondial s'est construite en accordant plus d'importance à l'objectif en tant que tel qu'aux moyens concrets de l'atteindre, et sans l'inscrire pleinement dans une stratégie économique générale assumée. **La SNBC 3 marque, il est vrai, une évolution dans ce sens, en cherchant à mieux intégrer les contraintes budgétaires et industrielles** : son élaboration a mobilisé plusieurs *runs* de modélisation sectorielle, des consultations de parties prenantes, des travaux d'experts, ainsi qu'une large concertation publique. Mais cette intégration demeure partielle. Elle n'a pas conduit à faire de l'efficacité économique et de la cohérence avec la stratégie économique générale un principe structurant dans le choix de l'objectif, sa répartition sectorielle, ou dans le temps et l'espace. Or, une stratégie de décarbonation ne peut faire l'économie du réel : elle doit tenir compte des autres priorités nationales et européennes (défense,

éducation, numérique, santé...), des marges de manœuvre des finances publiques, de la situation des ménages et des entreprises qui vont en être les réels acteurs, ainsi que du contexte international qui s'impose à nous.

Cette insuffisante articulation entre des objectifs climatiques et la réalité économique dans laquelle ces changements doivent s'opérer, agit aujourd'hui comme un frein. Cette approche contraste singulièrement avec les stratégies déployées dans le reste du monde, aux États-Unis dans une certaine mesure, mais surtout en Chine. **Ces grandes puissances ont fait un choix différent du nôtre : ne pas dissocier ambition climatique et intérêts économiques fondamentaux.** Certes, cette approche qui écarte d'emblée la décroissance ou la remise en cause du bien-être de court terme peut sembler, de prime abord, moins radicalement favorable au climat. Elle oblige néanmoins à trouver les leviers permettant de concilier durablement croissance et décarbonation. **Cela passe par des investissements massifs dans une politique d'offre de solutions, technologiques ou comportementales, conçues pour répondre aux aspirations des acteurs économiques plutôt que de s'imposer comme des contraintes subies.** Pendant que l'Europe régulait sa demande, la Chine et les États-Unis ont capturé les marchés des technologies vertes (solaire, batteries, éolien, véhicules électriques) créant ainsi une dépendance industrielle qui affaiblit paradoxalement notre capacité collective à décarboner rapidement.

Face à cette situation, l'Europe, et la France en particulier, risquent de s'enfermer dans un piège. En se focalisant sur le respect de trajectoires d'émissions « quoi qu'il en coûte », sans tenir suffisamment compte des réalités macroéconomiques, nous avons construit un mur d'investissement à réaliser qui paraît à beaucoup d'égards vertigineux. Pour respecter la trajectoire visée, les besoins de financements supplémentaires sont colossaux : entre 65 et 80 milliards d'euros par an d'ici 2030, soit 2,5 à 3 % du PIB. Or, **la situation dégradée des finances publiques françaises, marquée par un déficit et une dette élevée, interdit de penser que l'État pourra, seul, combler cet écart par la dépense publique.** Dès lors, l'équation devient périlleuse. Les entreprises, déjà confrontées à un déficit de compétitivité et à une fiscalité élevée, devraient investir plus tout en subissant une concurrence internationale souvent moins disante sur le plan environnemental. Les ménages, dont le pouvoir d'achat reste une préoccupation majeure, seraient appelés à rénover leurs logements ou changer de véhicule à un rythme jamais vu, entraînant des dépenses lourdes qui pèseront en particulier sur les classes moyennes et rurales.

Face à ce risque de blocage économique et social, et ce contretemps stratégique qui a vu la Chine conquérir les marchés des technologies vertes pendant que l'Europe se concentrait sur le déploiement des solutions de décarbonation, ce document propose de changer de paradigme. **Plutôt que de subir la décarbonation comme une contrainte supplémentaire, la France doit en faire un levier de redressement économique.** Avec son mix électrique bas-carbone, parmi les moins émetteurs au monde avec moins de 50 gCO₂/

kWh (et même 20gCO₂/kWh en 2025 d'après RTE), produire en France à partir d'électricité émet moins que chez la quasi-totalité de nos partenaires commerciaux. Et plus nous développerons des énergies non-électriques décarbonées, plus nous pourrions élargir ce constat aux activités ne pouvant aisément être électrifiées. **La réindustrialisation n'est donc pas l'ennemie du climat : elle est, au contraire, l'un des leviers les plus puissants dont nous disposons pour réduire les émissions à l'échelle planétaire.**

La réponse réside donc dans une approche pragmatique en trois piliers :

- Optimiser chaque euro investi en concentrant les efforts sur les gisements de réduction aux coûts les plus raisonnables, et utiliser les mécanismes de coopération internationale (Article 6 de l'Accord de Paris) pour les émissions résiduelles les plus coûteuses à traiter domestiquement ;
- Réviser la stratégie en tirant toutes les implications d'un objectif de baisse de l'empreinte carbone qui doit s'ajouter à notre seule comptabilité territoriale, avec un objectif ambitieux de réindustrialisation bas-carbone ;
- Faire de nos atouts technologiques et industriels des leviers d'exportation de solutions bas-carbone, maximisant ainsi notre contribution à la décarbonation mondiale.

C'est grâce à **cette vision renouvelée de notre contribution à la décarbonation du monde fondée sur l'efficacité économique, la coopération internationale et la production bas-carbone**, que nous concilierons urgence climatique et prospérité économique.

Ce document s'articule en quatre parties pour étayer cette nouvelle approche. La première partie dresse un état des lieux lucide de la décarbonation de la France, mettant en lumière le contraste entre de réels succès territoriaux et la persistance de son empreinte carbone, le tout dans un contexte international où les stratégies divergent. La deuxième partie mesure le « mur d'investissement » qui se dresse devant nous : elle confronte la trajectoire tendancielle aux objectifs actuels pour chiffrer l'effort financier colossal requis, en détaillant en particulier la relation exponentielle entre le niveau d'ambition national et les besoins d'investissements à mobiliser pour l'atteindre. Elle explicite notamment l'évolution exponentielle des besoins d'investissement, démontrant que les derniers 20 % de réduction d'émissions peuvent coûter autant que les premiers 80 %. La troisième partie analyse pourquoi cet effort se heurte aujourd'hui à des contraintes économiques qui deviennent de plus en plus prégnantes, qu'il s'agisse de la dette publique, de la compétitivité des entreprises ou du pouvoir d'achat des ménages, au point d'en bloquer les actions pour le climat. Enfin, la quatrième partie explore les voies de passage pour contourner ces blocages et maximiser la décarbonation mondiale : elle propose une redéfinition pragmatique du niveau de réduction territoriale visé à l'horizon 2050, compensée par un recours progressif aux mécanismes de l'Article 6, de l'ordre de 30-40 MtCO₂e/an à l'horizon 2050. C'est à cet horizon que le caractère exponentiel des besoins d'investissement est le plus marqué, et que la révision de l'ambition territoriale produit ses effets les plus décisifs.

Sous l'hypothèse que les actions seraient engagées dans l'ordre strict de leur coût croissant, cette révision n'impliquerait aucune conséquence sur la cible intermédiaire de 2030. En pratique, le cadre réglementaire sectoriel ne garantit pas ce séquençement optimal, ce qui peut conduire à illustrer cette révision par un ajustement marginal du point de passage intermédiaire, par exemple à -45 % en 2030 au lieu de -50 %, sans que cela en constitue une nécessité logique. La quatrième partie en identifie ensuite les leviers concrets : réindustrialisation bas-carbone, innovation, export, coopération internationale via les mécanismes de projets internationaux de réduction des émissions prévus par l'Accord de Paris, pour maximiser l'impact climatique réel de la France au niveau mondial.

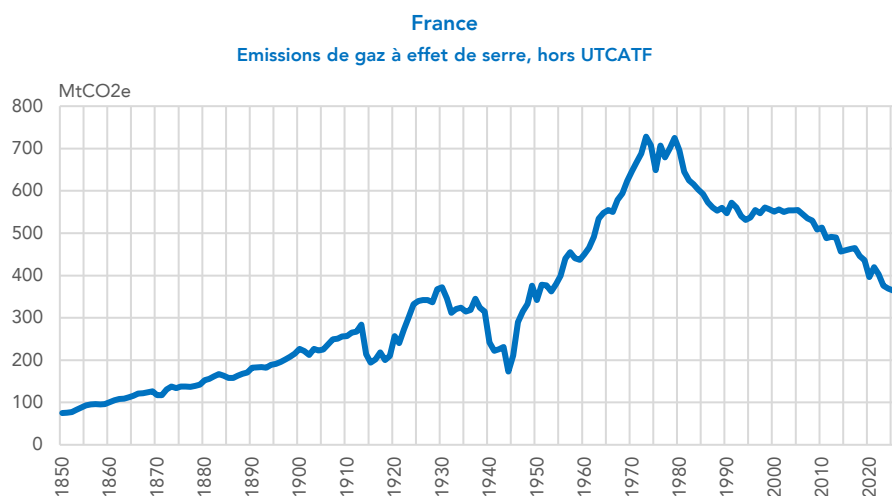
1. État d'avancement de la décarbonation de la France et du Monde

Où en est la décarbonation en France ? L'analyse des données sur longue période révèle une double réalité : d'un côté, une réussite indéniable dans la réduction des émissions sur le sol national, fruit d'un mix électrique décarboné et de gains d'efficacité importants en particulier dans l'industrie ; de l'autre, une empreinte carbone qui diminue bien moins, symptôme d'une économie qui a délocalisé une partie de ses émissions et de ses usines, sans se positionner suffisamment tôt sur les filières porteuses de la transition énergétique et numérique. Ce constat s'inscrit dans un paysage mondial où les stratégies de nos concurrents sont très différentes, et se sont justement déterminées en partie en fonction de ces faiblesses. En profitant de la forte demande pour des solutions de décarbonation de la part du continent européen, nos concurrents en ont capté les développements industriels et commerciaux.

Émissions brutes

Contrairement à une idée reçue, la baisse des émissions françaises n'est pas récente. Le pic des émissions territoriales de gaz à effet de serre a été atteint dans les années 1970, et est concomitant avec les chocs pétroliers qui ont marqué cette décennie.

Depuis ce pic des émissions territoriales à 728 MtCO₂e, les émissions ont baissé de 50 %. Depuis 1990, année de référence pour les engagements internationaux, elles ont diminué de 33 %. Ce recul est d'autant plus remarquable qu'il s'est opéré dans un contexte de croissance démographique et économique : sur la même période, la population a crû de 18 % et le PIB en volume de 68 %. **Ce découplage entre croissance économique et émissions de gaz à effet de serre, amorcé dès les années 1970, constitue l'un des acquis majeurs de la politique énergétique française, notamment grâce au déploiement massif du nucléaire et aux gains d'efficacité énergétique dans l'industrie.**



Source : PIK (avant 1990), CITEPA (à partir de 1990), estimation 2025 par Rexecode.

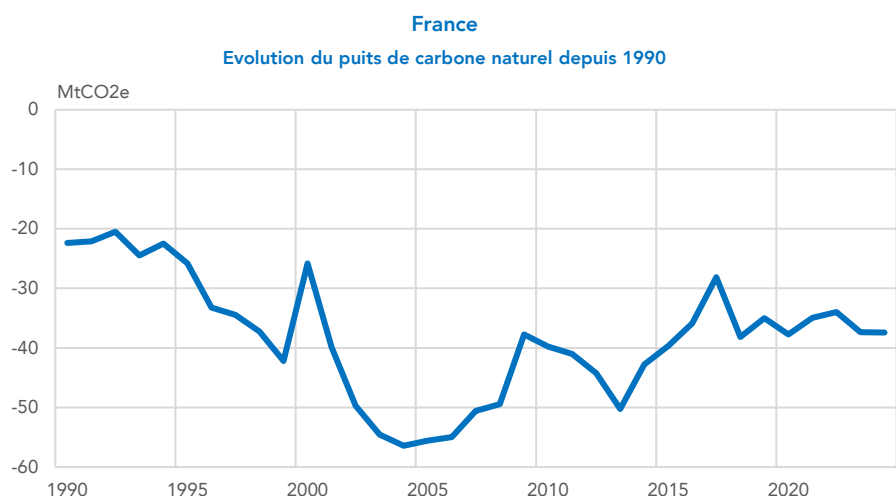
© Rexecode

Ce regard historique permet de contextualiser les performances récentes. La décarbonation française ne date pas des Accords de Paris (2015) ni même du protocole de Kyoto (1997). La trajectoire d'émission française est marquée par quatre grandes phases. Une première phase de croissance rapide des émissions (1945-1973) portée par la reconstruction et les Trente Glorieuses, atteignant un pic de 728 MtCO₂e en 1973. Une deuxième phase de stabilisation puis de décline (1973-1990) sous l'effet conjugué des chocs pétroliers, du déploiement massif du nucléaire et de gains d'efficacité énergétique. Une troisième phase de relative stagnation des émissions de 1990 à 2005. Enfin, une quatrième phase d'accélération de la baisse (2005-2025) portée par la tertiarisation de l'économie et, dans une moindre mesure, par la désindustrialisation, et la poursuite des gains d'efficacité et de décarbonation des mix énergétiques soutenue et accélérée par des politiques publiques spécifiques (abandon du charbon, report vers le gaz, électrification, énergies renouvelables électriques et non-électriques).

Captations et émissions nettes

Les émissions brutes ne suffisent pas à dresser un bilan complet : il faut également considérer les absorptions naturelles de CO₂ par les forêts, les sols et les zones humides, regroupées sous le terme UTCATF (Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie).

Or, ce puits de carbone naturel, souvent considéré comme un acquis stable, connaît une dégradation. Des années 1990 à 2005, ce puits de carbone s'est développé. Les forêts et sols français absorbaient environ 55 MtCO₂e par an en 2005. En 2024, cette absorption a diminué vers environ 35 MtCO₂e par an, soit une perte de capacité de près de 35 % en vingt ans.



Source : CITEPA

© Rexecode

Cette dégradation résulte d'une combinaison de facteurs :

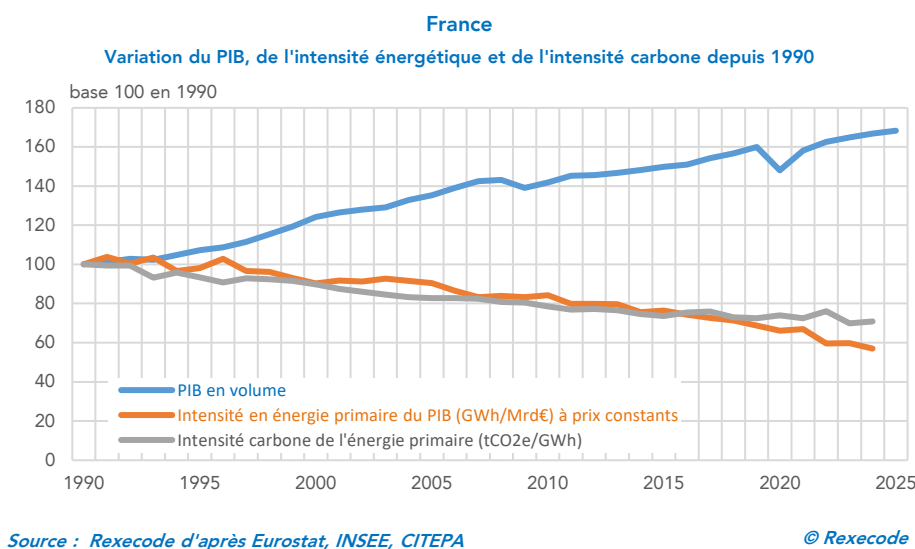
- Le dérèglement climatique lui-même : sécheresses répétées (2003, 2018, 2019, 2022), canicules, incendies de forêt (notamment l'été 2022 avec 72 000 hectares brûlés), et prolifération du scolyte (insecte ravageur des épicéas dans le Grand Est) affaiblissent la vitalité des forêts.
- Le vieillissement des forêts françaises : une forêt mature absorbe moins de CO₂ qu'une forêt en croissance. Or la forêt française, qui a largement bénéficié de reboisements après-guerre jusque dans les années 1970, atteint aujourd'hui sa maturité sans politique de renouvellement suffisante.

Cette dégradation du puits naturel entraîne des conséquences importantes pour l'atteinte de la neutralité carbone en 2050. Le projet de Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC 3) table sur un maintien de l'absorption à environ 40 MtCO₂e/an entre 2030 et 2050, afin de compenser une quantité équivalente d'émissions brutes qui demeureront à ces horizons. Si une dégradation du puits de carbone devait apparaître, ceci représenterait un défi additionnel considérable : il faudrait alors réduire d'autant les émissions brutes pour compenser cette perte d'absorption naturelle, ou développer des solutions de captage et stockage du carbone alternatives.

Décomposition des émissions brutes selon les déterminants

Pour comprendre les ressorts de cette diminution des émissions (hors UTCATF) de 33 % depuis 1990, nous procédons à une décomposition selon l'équation simple de Kaya qui permet d'expliquer les émissions de gaz à effet comme résultant de la croissance économique, de l'efficacité énergétique de l'économie, et de l'intensité en émissions de l'énergie consommée. L'intensité énergétique du PIB (la quantité moyenne d'énergie primaire nécessaire pour

produire une unité de richesse) a diminué de 43 % entre 1990 et 2024, et l'intensité carbone de l'énergie (la quantité moyenne d'émissions de gaz à effet de serre par unité d'énergie consommée) a baissé de 29 % sur la même période. C'est l'effet conjugué de cette moindre consommation d'énergie, et d'une énergie qui se décarbone, qui permet d'atteindre une forte baisse d'émissions malgré un taux de croissance annuelle moyen du PIB en volume de 1,5 %/an sur la période.



Contribution sectorielle à la baisse des émissions

L'analyse sectorielle révèle une forte hétérogénéité des trajectoires. **L'industrie explique à elle seule 70 % de la baisse totale des émissions françaises depuis 1990**, dont 44 % pour la seule industrie manufacturière et 26 % pour les industries de l'énergie (production d'électricité et de chaleur principalement). Ces deux secteurs ont vu leurs émissions diminuer de 55 % et 58 % respectivement. La contribution majeure de l'industrie manufacturière¹ s'explique par :

- Des gains d'efficacité énergétique spectaculaires : l'intensité énergétique de l'industrie manufacturière a diminué de près de 55 % depuis 1990, contre 43 % pour l'ensemble de l'économie française. Ces progrès résultent de modernisations des équipements, d'optimisations des procédés et, plus récemment, du choc des prix de l'énergie de 2021-2023 qui a accéléré la recherche d'efficacité.
- La décarbonation du mix énergétique industriel : l'intensité carbone de l'énergie consommée par l'industrie a baissé de 33 % entre 1990 et 2023, notamment grâce à l'électrification des usages et à la substitution progressive du charbon et du fioul par de l'électricité bas-carbone et du gaz naturel.

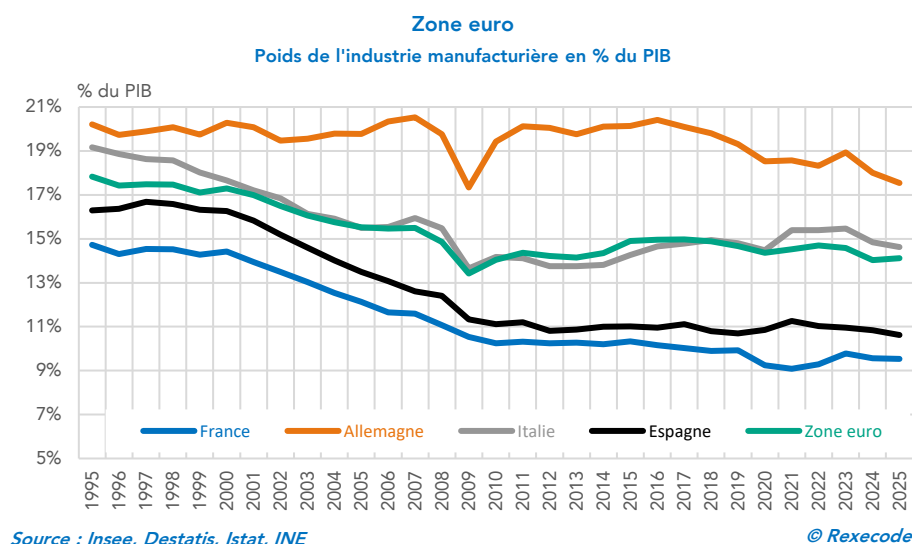
¹ Voir le repère n° 12, [La réindustrialisation de la France serait favorable à la décarbonation mondiale.](#)

À l'inverse, les émissions du transport n'ont pas baissé et s'établissent au même niveau qu'en 1990, la hausse du trafic et du nombre de véhicules ayant compensé les gains d'efficacité des véhicules. Le transport routier représente aujourd'hui 94 % des émissions du secteur transport, qui compte pour 34 % des émissions nationales totales, en faisant le premier secteur émetteur français. Les secteurs résidentiel-tertiaire et agricole affichent des baisses plus modérées (respectivement -39 % et -18 % depuis 1990), après une stagnation jusqu'en 2010.

L'impact de la désindustrialisation de la France

La forte contribution de l'industrie à la baisse des émissions (70 % de la réduction totale depuis 1990) soulève une question légitime : quelle part de cette réduction résulte de gains d'efficacité réels (progrès technologiques, optimisation des procédés) et quelle part résulte de la désindustrialisation elle-même, c'est-à-dire de la fermeture ou délocalisation d'activités industrielles ?

L'analyse de l'évolution de la part de la valeur ajoutée de l'industrie manufacturière dans le PIB de la France (en valeur) met en évidence une baisse continue, de 23 % dans les années 60 à un peu moins de 10 % ces dernières années. Cette baisse tendancielle a été marquée par deux décrochages : au début des années 1980 et durant la décennie 2000.



L'évolution comparée du poids de l'industrie manufacturière dans le PIB depuis 1995 indique que la France est passée sur cette période de 15 % à moins de 10 %, l'Allemagne s'est maintenue autour de 18-20 %, et la moyenne de la zone euro a décliné plus modérément de 17 % à 14 %. L'Italie et l'Espagne ont connu des trajectoires intermédiaires. La France se distingue donc par l'ampleur de sa désindustrialisation relativement à ses voisins et à la moyenne de la zone euro. Les traces de cette désindustrialisation française

se retrouvent dans d'autres indicateurs comme l'emploi, les parts de marché à l'exportation, la part dans le total de valeur ajoutée industrielle européenne et le solde commercial.

Pour répondre à la question de l'impact de la désindustrialisation sur les émissions de gaz à effet de serre, Rexecode a réalisé en 2024² une analyse contrefactuelle. La méthodologie consiste à reconstruire un scénario alternatif en calculant quelle aurait pu être la part de l'industrie dans le PIB français si la désindustrialisation n'avait pas frappé la France davantage que ses partenaires européens. Ce scénario hypothétique est complexe à dessiner. Nous nous sommes attachés à reconstruire un ensemble cohérent qui conduit à équilibrer la balance commerciale industrielle (un pays sans déficit industriel parvient à équilibrer son solde commercial sur les biens industriels), sans pour autant considérer que la France aurait pu maintenir un niveau constant d'industrie dans son PIB depuis les années 60, ce qui serait irréaliste. Compte tenu des incertitudes sur le bouclage macroéconomique, trois scénarios ont été construits qui conduisent à une part d'industrie manufacturière dans le PIB qui aurait été de 12 %, 13,5 % ou 15 % (contre environ 9,5 % aujourd'hui). Nous retenons ici le scénario central, qui revient à ramener la part d'industrie dans le PIB un peu en dessous de celle du début des années 2000.

L'étude reconstitue les émissions associées à cette trajectoire contrefactuelle de production industrielle, en faisant l'hypothèse d'une évolution de l'intensité carbone de la valeur ajoutée industrielle identique à celle qui a été observée. Autrement dit, on considère que la désindustrialisation n'a ni accéléré ni ralenti les progrès intrinsèques de décarbonation de l'industrie dans son ensemble, ni qu'elle a pesé plus sur les secteurs intensifs en émissions que les autres. Les évolutions comparables de la vitesse de diminution de l'intensité carbone de la valeur ajoutée industrielle en France et en Allemagne, qui pourtant n'a que peu subi de désindustrialisation, confortent cette hypothèse.

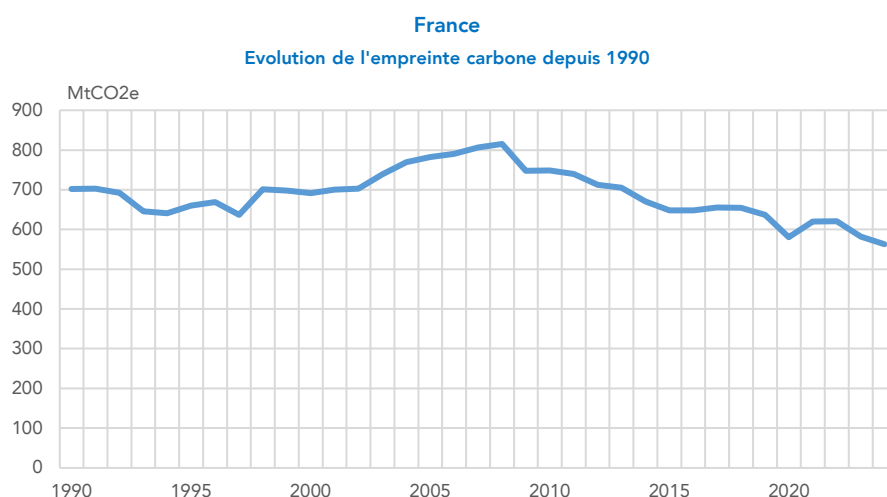
Dans ce scénario, seulement 9 % de la baisse des émissions territoriales françaises depuis 1973 serait imputable à la désindustrialisation relativement plus rapide de la France par rapport au reste de la zone euro. Ce même chiffre correspond à une part de 18 % de la baisse des émissions pour la seule industrie manufacturière. Concrètement, cela signifie que si la France avait maintenu une base industrielle comparable à la moyenne de la zone euro (qui a certes connu une désindustrialisation, mais nettement moins prononcée que la France), avec une part d'industrie manufacturière dans le PIB autour de 13,5 % au lieu de 9,5 %, ses émissions annuelles seraient aujourd'hui supérieures d'environ 31 MtCO₂e. Rapporté à la baisse totale de 349 MtCO₂e depuis 1973, cela représente effectivement une part de 9 %. Les 91 % restants résultent donc de gains réels d'efficacité énergétique et de décarbonation de l'énergie.

² Voir le repère n°12 cité précédemment.

Évolution de l'empreinte carbone et des émissions importées

La baisse des émissions territoriales s'est accompagnée d'une hausse des émissions importées

Le Service des données et études statistiques (SDES) du Ministère de la Transition écologique publie chaque année une estimation des émissions associées non pas à la production qui a lieu sur le territoire français, mais des émissions associées à la demande française (on parle communément d'empreinte carbone de la consommation, expression qui sera utilisé dans la suite du document même si elle englobe en réalité plus que la simple consommation des ménages, en tenant compte de la demande des entreprises) . Cette mesure, appelée empreinte carbone, tient compte des émissions incluses dans les produits consommés en France, même si ces émissions ont eu lieu hors de nos frontières (pour les produits importés), et retranche les émissions incluses dans les produits dont la production a eu lieu en France mais qui ont été exportés.



Source : SDES

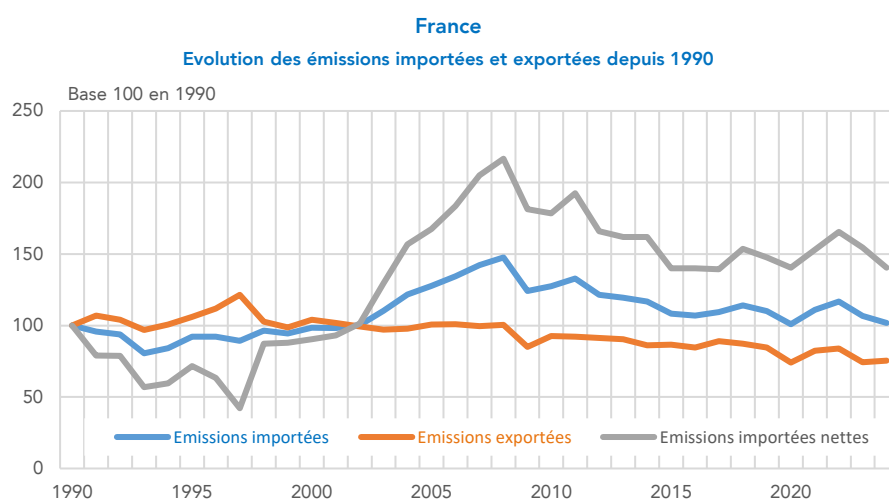
© Rexecode

Cette distinction entre émissions territoriales et empreinte carbone révèle une divergence préoccupante. Les émissions associées à la consommation française, même si elles diminuent tendanciellement depuis 2008, demeurent supérieures aux émissions territoriales : elles les dépassent de 39 % en 2024. Ceci résulte de deux effets cumulatifs : **d'une part la France importe davantage de biens qu'elle n'en exporte, et d'autre part, l'intensité carbone des produits importés est supérieure à l'intensité carbone des produits exportés.**

Entre 1990 (première année pour laquelle une estimation est disponible) et 2008, les émissions importées ont augmenté de 47 %. Elles ont reculé ensuite

pour retrouver en 2024 le même niveau qu'en 1990, soit 284 MtCO₂e environ. Dans le même temps, les émissions exportées se sont globalement maintenues avant de diminuer entre 2008 et 2024. Elles s'établissent en 2024 autour de 125 MtCO₂e, en baisse de 25 % par rapport à 1990 alors qu'entretemps les exportations de biens ont augmenté de 208 % en volume (quand les importations de biens ont pour leur part augmenté de 203 %). Ceci fait que les émissions importées nettes (les émissions importées moins les émissions exportées), d'un montant de 159 MtCO₂e en 2024, sont en progression de 40 % depuis 1990, principalement du fait du recul des émissions exportées.

Une analyse plus fine des déterminants de l'évolution de l'empreinte carbone de la France fera l'objet d'un prochain travail du pôle énergie climat de Rexecode, notamment pour y distinguer ce qui relève d'effet de volumes, d'effet de composition (produits, pays), et de ce qui relève de progrès de décarbonation domestiques ou de nos partenaires commerciaux.



Source : SDES

© Rexecode

Cette évolution dessine un bilan préoccupant : alors que les émissions territoriales ont diminué de 33 % depuis 1990, les émissions importées nettes ont augmenté de 40 % sur la même période.

Le mouvement de désindustrialisation décrit précédemment a participé à la fois à la baisse des émissions territoriales françaises, à la baisse de nos émissions exportées, et à la hausse des émissions importées. Seule une partie de ces émissions importées est probablement imputable directement à la désindustrialisation (une attribution précise à tel ou tel phénomène dans le temps serait trop complexe et trop incertaine à ce stade), mais l'analyse qualitative suffit à établir qu'un tel phénomène n'est pas vertueux du point de vue climatique, qui procède d'une logique de bien public mondial. On ne peut complètement se féliciter d'une baisse des émissions nationales si celle-ci s'accompagne dans le même temps d'une hausse des émissions en dehors de nos frontières.

Limites méthodologiques du calcul de l'empreinte carbone

Il convient toutefois d'apporter plusieurs nuances importantes concernant la fiabilité de ces estimations d'empreinte carbone :

- Incertitudes sur les facteurs d'émission : le calcul des émissions importées repose sur des facteurs d'émission moyens par secteur et par pays, qui ne reflètent pas nécessairement les conditions de production réelles des biens spécifiquement importés par la France. Un produit fabriqué dans une usine chinoise moderne et efficace aura une empreinte différente de la moyenne sectorielle chinoise.
- Complexité de l'allocation des émissions : pour les produits complexes (électronique, automobile), l'allocation des émissions entre les différents maillons et pays de la chaîne de valeur mondiale repose sur des conventions méthodologiques forcément imparfaites.
- Les émissions liées au transport international des marchandises peuvent être comptabilisées différemment selon les méthodologies, créant des risques de double comptage ou d'omission.

Malgré ces limites méthodologiques inévitables, l'ordre de grandeur et la tendance générale restent robustes : l'empreinte carbone française stagne ou ne diminue que lentement, tandis que les émissions territoriales baissent significativement. Cette divergence constitue un signal d'alerte majeur qui justifie une révision de notre stratégie climatique pour intégrer pleinement la dimension de l'empreinte carbone et non plus seulement les émissions territoriales. C'est d'ailleurs une grande nouveauté du projet de SNBC 3 en cours d'élaboration, même si comme nous le verrons, il serait possible d'aller plus loin.

Perspectives d'émissions internationales

Pour juger de la pertinence de la stratégie française, il est indispensable de la replacer dans la dynamique des émissions mondiales. L'analyse des trajectoires par grandes zones géographiques révèle une divergence croissante entre les grandes zones économiques avancées (Europe, Etats-Unis, Chine), qui réduisent déjà leurs émissions ou sont proches d'inverser leur trajectoire d'émissions (pour la Chine), et le reste du monde (pris comme un tout, même si une forte hétérogénéité y demeure), où elles augmentent pour répondre aux besoins de développement.

L'Europe et les États-Unis : la baisse est enclenchée, mais le rythme est insuffisant

L'Union européenne fait figure de pionnière : ses émissions ont atteint leur pic dès 1979 et ont baissé de près de 40 % depuis. Cependant, la prolongation des tendances actuelles (baisse tendancielle d'environ 1,5 % par an) ne permettrait d'atteindre qu'une réduction de 60 % en 2050, très loin de la neutralité carbone visée. Le défi pour l'Europe n'est donc plus d'inverser la courbe, mais de provoquer une rupture de pente pour accélérer la décarbonation.

Les États-Unis suivent une trajectoire globalement similaire mais décalée dans le temps (pic en 2007, baisse de 18 % depuis). Toutefois, l'incertitude politique est plus forte qu'en Europe, avec des alternances qui peuvent remettre en cause la continuité des politiques climatiques. Le retour de Donald Trump à la présidence en 2025 illustre cette volatilité.

La Chine : le pic est en vue, mais le plateau sera haut

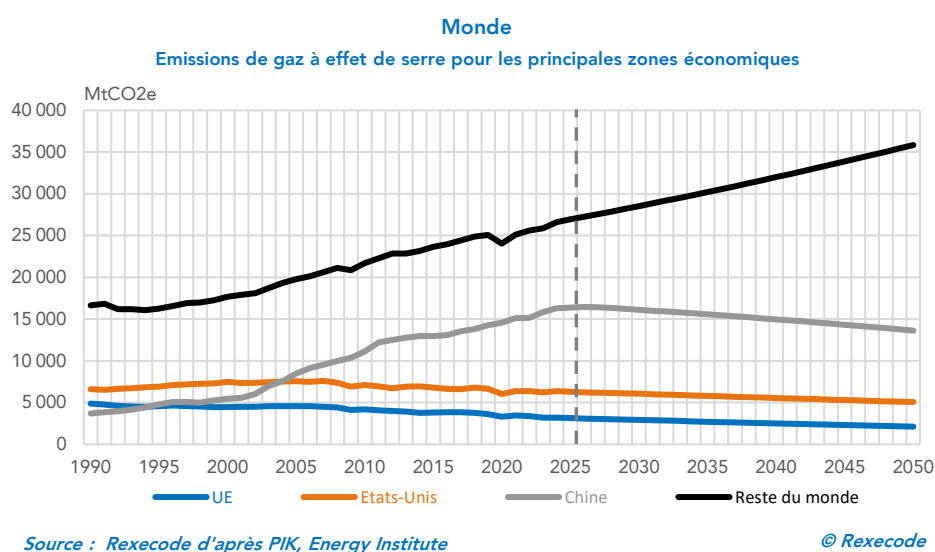
La Chine a vu ses émissions exploser au cours des vingt dernières années, passant de 12 % des émissions mondiales en 1990 à 30 % aujourd'hui, et dépasse depuis cette année l'Union européenne en cumul d'émissions historiques. Si le déploiement massif des renouvelables (la Chine installe aujourd'hui plus de capacités solaires et éoliennes que le reste du monde réuni) et un probable ralentissement de sa croissance économique laissent entrevoir un pic d'émissions entre 2025 et 2030, la simple poursuite des tendances actuelles de diminution de son intensité énergétique et de l'intensité carbone de son énergie ne conduirait qu'à une lente érosion des émissions chinoises (-0,7 % par an après 2030), laissant le pays très loin de son objectif de neutralité en 2060.

Le « Reste du Monde » : l'éléphant dans la pièce

L'ensemble des pays hors UE, USA et Chine représente désormais la dynamique la plus préoccupante. Leurs émissions augmentent continûment (+1,7 % par an depuis 2000) et, sans rupture majeure, elles devraient continuer de croître. Selon les projections tendancielles, cette zone pourrait représenter 67 % des émissions mondiales annuelles en 2050 (contre 52 % aujourd'hui).

Cette trajectoire s'explique par des facteurs légitimes : croissance démographique (l'Afrique passerait de 1,4 à 2,5 milliards d'habitants d'ici 2050), urbanisation rapide (construction d'infrastructures et de logements), industrialisation en cours (rattrapage économique), et amélioration du niveau de vie (accès à l'électricité, aux transports, aux biens de consommation). **Pour ces pays, réduire les émissions à court terme sans compromettre le développement reste un défi difficilement surmontable avec les technologies actuelles à leur disposition et leurs contraintes financières.**

Attention cependant, nous raisonnons ici par soucis de simplification sur une zone agrégée très hétérogène, qui comprend des pays très avancés comme le Japon, des pays riches exportateurs de pétrole, la Russie, le Canada, mélangés avec des pays en développement ou moins avancés, à la situation peu comparable tels que l'Inde ou les pays d'Asie du Sud-Est. Les chiffres de l'agrégat analysé n'en demeurent pas moins incontestables, mais l'interprétation individuelle que l'on pourrait en faire demanderait d'entrer dans le détail des trajectoires par pays.



Les limites des projections tendancielles : ruptures technologiques et effets d'apprentissage

Les trajectoires présentées ci-dessus sont de nature tendancielle : elles prolongent les dynamiques observées sur longue période sans anticiper de ruptures technologiques majeures. Cette approche est méthodologiquement rigoureuse (elle évite de bâtir une stratégie sur des paris technologiques incertains) mais elle a ses limites. **L'histoire de la transition énergétique enseigne en effet que les effets d'apprentissage et d'échelle peuvent générer des inflexions brutales et imprévues** : le coût du solaire photovoltaïque a été divisé par près de 100 en vingt ans, déjouant toutes les projections des années 2000. Des phénomènes similaires pourraient advenir pour le stockage d'énergie, les électrolyseurs pour la production d'hydrogène, les réacteurs nucléaires de petite taille (SMR), la capture et séquestration du carbone, ou encore les technologies de décarbonation industrielle lourde. Si de telles ruptures se matérialisaient, le coût marginal des dernières tonnes de CO₂ à éliminer, aujourd'hui prohibitif, pourrait s'effondrer, rendant atteignables des objectifs qui paraissent aujourd'hui irréalistes. **À l'inverse, des ralentissements ou blocages technologiques, des effets rebond, ou des contraintes sur les matériaux critiques pourraient rendre les trajectoires actuelles trop optimistes.** Les projections présentées ne doivent donc pas être lues comme une fatalité, mais comme un scénario de référence autour

duquel une incertitude substantielle demeure ; incertitude qui plaide, précisément, pour une stratégie robuste aux différents scénarios plutôt que calibrée sur un sentier unique.

L'arithmétique implacable du climat

La conséquence de ces dynamiques mondiales est que le poids relatif de l'Europe et des États-Unis dans les émissions mondiales s'effondre : alors qu'ils représentaient 36 % des émissions mondiales en 1990, ils n'en pèsent plus que 18 % aujourd'hui et pourraient tomber sous les 13 % en 2050 si les tendances actuelles se poursuivent.

Cette nouvelle géographie des émissions a une conséquence politique majeure : même si la France et l'Europe atteignaient la neutralité carbone stricte dès demain, cela ne suffirait pas à infléchir significativement le réchauffement global tant que le « reste du Monde » continue sur sa lancée.

Cette arithmétique n'est pas un discours de renoncement ou de découragement, mais plaide pour un réalisme stratégique : **la contribution la plus utile de la France et de l'Europe réside moins dans l'exemplarité domestique (aussi nécessaire soit-elle), que dans sa capacité à fournir aux pays émergents les technologies, les capitaux et l'expertise permettant de dévier leur trajectoire de développement vers le bas-carbone.** Concrètement, cela signifie : exporter des centrales nucléaires, construire des parcs éoliens et solaires, des systèmes d'efficacité énergétique, des technologies industrielles décarbonées, et financer la fermeture anticipée de capital installé fossile comme les centrales à charbon via des mécanismes de coopération internationale comme ceux prévus à l'Article 6 de l'Accord de Paris.

Stratégies comparées des grandes puissances

La Chine : une décarbonation par l'offre et la planification industrielle

La Chine a fait le choix d'une stratégie industrielle massive et planifiée sur le long terme. Si ses émissions continuent de croître à court terme, la Chine a conquis une position dominante sur un grand nombre de secteurs industriels et technologiques et en particulier sur l'ensemble des technologies de la transition énergétique : panneaux solaires (85 % de la production mondiale), batteries lithium-ion (75 %), véhicules électriques (60 % des ventes mondiales), éolien (50 % des installations), et plus récemment sur l'hydrogène vert et le stockage d'énergie. Cette domination résulte de soutiens publics massifs et variés (subventions, prêts bonifiés...), d'une planification étatique de long terme (Made In China 2025, China Standards 2035...), d'un accès privilégié aux matières premières critiques, et d'une stratégie assumée de conquête agressive des marchés mondiaux.

La Chine prépare ainsi l'après-carbone en devenant l'usine verte du monde, exactement comme elle était devenue l'usine du monde dans les années 2000. Cette stratégie lui confère un double avantage : économique (création de champions industriels et d'emplois) et géopolitique (dépendance des autres pays à ses technologies). Elle lui permet de plus de préparer une chute rapide et soutenue de ses émissions de gaz à effet de serre, par l'adoption de ses propres solutions, comme elle a déjà commencé à le faire dans le domaine des énergies renouvelables et des véhicules électriques.

*Les États-Unis : le pragmatisme de l'*Inflation Reduction Act**

Avec l'*Inflation Reduction Act* (IRA) adopté en août 2022, Washington a opéré un virage stratégique majeur. Plutôt qu'une taxe carbone fédérale ou des interdictions réglementaires brutales, l'IRA déploie un soutien massif à l'investissement et à la production sur le sol américain par des crédits d'impôt et des subventions pour les énergies propres, les véhicules électriques, l'hydrogène vert, la capture du carbone, etc.

C'est une politique de l'offre qui vise explicitement à réindustrialiser le pays par la technologie verte, avec une condition : les projets doivent être localisés aux États-Unis et respecter des règles de contenu local (« *Buy American* »). Depuis 2022, les annonces d'investissements industriels aux États-Unis ont fortement augmenté, attirant également des entreprises européennes et asiatiques.

Cette stratégie d'« attractivité verte » a depuis été partiellement remise en cause par la nouvelle administration Trump, qui a suspendu ou gelé certains crédits d'impôt, retiré les États-Unis de l'Accord de Paris pour la deuxième fois, et réorienté la politique énergétique vers une expansion de la production d'hydrocarbures (pétrole, gaz, charbon) sous le slogan « *drill, baby, drill* ». Plusieurs dizaines de milliards de dollars de financements climatiques ont été bloqués ou annulés par décret. Pour autant, le retournement est moins complet qu'il n'y paraît. Une partie significative des investissements industriels déclenchés par l'IRA se concentre dans des États républicains, ce qui freine les ardeurs des élus locaux à démanteler ces dispositifs. Les dynamiques industrielles enclenchées sont difficiles à inverser une fois les capitaux engagés et les emplois créés. Le pragmatisme américain joue ici en faveur d'une certaine continuité, même si l'esprit initial et le cadre réglementaire associés sont menacés.

L'épisode américain illustre en creux une leçon essentielle pour la stratégie française : **une politique climatique ancrée dans la compétitivité industrielle et la création d'emplois est plus robuste politiquement qu'une politique fondée sur l'adoption de solutions extérieures**, voir la contrainte et la taxation.

L'Union européenne : l'objectif avant les moyens

L'Europe, et la France en son sein, a privilégié une approche différente, fondée d'abord sur les objectifs à atteindre sur son territoire plutôt que sur les moyens à utiliser et leur bonne imbrication dans une stratégie économique d'ensemble. Ceci a conduit à mobiliser, une fois les objectifs définis, une multitude de réglementation, une tarification carbone qui est devenue petit à petit très ambitieuse, et divers mécanismes de soutien à la demande de solution vertes davantage qu'à leur production :

- Normes et réglementations : normes d'émissions pour les véhicules neufs (récemment assouplie), standards d'efficacité énergétique des bâtiments, taxonomie verte pour orienter les investissements.
- Tarification du carbone : marché du carbone pour les industries intensives en énergie, avec un prix du CO₂ qui a atteint 100 €/tonne, extension à venir du marché carbone à de nouveaux secteurs, et mise en place progressive d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF).
- Soutien à la demande : aides à la rénovation thermique des bâtiments (MaPrimeRénov en France), subventions à l'achat de véhicules électriques, soutien à l'installation de panneaux solaires par les particuliers, tarif d'achat pour les producteurs d'ENR.

Si cette stratégie a permis des réductions d'émissions indéniables, elle a aussi renchéri les coûts de production pour les entreprises européennes sans toujours mettre autant d'effort pour garantir l'existence d'alternatives industrielles locales compétitives. Résultat : une partie de la demande européenne s'est reportée sur des importations, notamment chinoises.

Face à ces constats, la question n'est pas de remettre en cause la nécessité d'agir

La France a démontré sa capacité technique à décarboner (-50 % depuis 1973), mais cette réussite territoriale masque trois fragilités structurelles :

1. une empreinte carbone en trop faible décroissance qui révèle un transfert d'émissions vers l'étranger, qui compense en partie une réduction territoriale réelle, 2. un décrochage industriel qui nous prive de leviers d'action sur les technologies vertes, pourtant porteuses de bénéfices économiques et climatiques, et 3. un contexte international où plus de 90 % des émissions futures échappent à notre contrôle puisqu'elles auront lieu hors d'Europe. Face à ces constats, la question n'est pas de remettre en cause la nécessité d'agir mais de réfléchir à comment maximiser notre impact réel sur le climat mondial, qui est le bien public mondial par excellence, en tenant compte de nos moyens limités. C'est ce que la section suivante examine en chiffrant précisément le « mur d'investissement » qui se dresse devant nous.

2. Le mur de l'investissement : mesurer l'ampleur de l'effort à accomplir

L'ambition climatique française et européenne suppose de disposer des moyens économiques et financiers pour la porter. Car si la tendance passée est encourageante, elle apparaît, en l'état, insuffisante pour atteindre les objectifs que la France s'est fixée à l'horizon 2030 et 2050. C'est cet écart entre la trajectoire tendancielle et la cible politique, véritable mur de l'investissement, qu'il convient à présent de mesurer.

Avant d'entrer dans le détail des chiffres, une précision terminologique s'impose. **Un investissement n'est pas un coût : c'est la dépense nécessaire pour acquérir un actif qui a une valeur car il génère de l'utilité, directement ou indirectement.** Cette distinction est importante pour plusieurs raisons :

Premièrement, du point de vue macroéconomique, ces investissements créent du capital (usines décarbonées, infrastructures, moyens de production d'énergie...) qui ont une valeur patrimoniale et vont générer des biens et des services utiles sur plusieurs décennies.

Deuxièmement, au niveau microéconomique, une partie significative de ces investissements sera rentable sur un horizon de temps suffisamment long. Une pompe à chaleur coûte plus cher à l'installation qu'une chaudière gaz, mais génère des économies d'énergie qui amortissent le surcoût initial. Un véhicule électrique a un coût total de possession inférieur à un véhicule thermique sur sa durée de vie, du fait son coût d'usage plus faible (électricité + entretien).

Troisièmement, du point de vue collectif, ces investissements permettent d'éviter des dommages climatiques futurs dont le coût serait élevé. Les travaux économiques sur le coût social du carbone établissent que chaque tonne de CO₂ émise aujourd'hui génère des dommages futurs évalués entre 100 et 300 euros pour les estimations les plus basses, et bien au-delà selon les approches méthodologiques les plus récentes. Bilal et Känzig (2024) estiment que les dommages macroéconomiques du changement climatique pourraient être jusqu'à six fois plus importants que les estimations conventionnelles. Le coût social du carbone dépasserait 1 200 dollars par tonne à l'échelle mondiale. Ces estimations impliquent que la décarbonation passe largement le test de l'analyse coût-bénéfice.

Cette distinction entre investissement et coût est essentielle pour cadrer correctement le débat public sur la transition énergétique et climatique : il ne s'agit pas de « dépenser » des centaines de milliards d'euros à fonds perdus, mais de mobiliser des capitaux qui créeront de la valeur. Cette réalité économique favorable ne gomme pas la difficulté pratique : les projets d'investissements considérés doivent avoir un horizon de rentabilité, même incertain, et des capitaux importants doivent pouvoir être mobilisés aujourd'hui, alors que les bénéfices potentiels se matérialisent sur plusieurs décennies. Ces deux dimensions constituent le véritable défi de la transition.

Nous aborderons plus loin dans le document les contraintes économiques et financières qui pèsent sur les acteurs. Il convient d'abord de mesurer précisément l'ampleur de l'effort d'investissement dont il est ici question. Cette mesure repose sur un écart fondamental : celui entre la trajectoire d'émissions que suivrait l'économie française spontanément, au rythme actuel des comportements et des technologies, et la trajectoire que la France se fixe dans le cadre de sa stratégie climatique. C'est cet écart (le « mur de l'investissement ») que nous cherchons à quantifier.

La trajectoire spontanée de décarbonation : une baisse réelle mais insuffisante

L'approche descendante (macroéconomique)

Une première manière d'estimer les émissions futures de la France consiste à prolonger les tendances macroéconomiques lourdes observées ces dernières décennies (approche dérivée de l'équation de Kaya).

Comme nous l'avons vu dans la section 1, la France bénéficie d'une tendance historique à la baisse de l'intensité énergétique de son PIB (environ -1,6 % en tendance longue) et de l'intensité carbone de son énergie (environ -1,0 % en tendance longue). Si l'on projette ces tendances à l'horizon 2030 et 2050, en retenant une hypothèse de croissance modérée du PIB (autour de 1 % par an), les émissions brutes de la France continueraient de diminuer spontanément. **Cependant, cette baisse naturelle, fruit du progrès technique usuel et du renouvellement normal des équipements, atterrirait autour de 330 MtCO₂e en 2030 et 230 MtCO₂e en 2050.** Cette projection a toutefois une limite : elle suppose une continuité des comportements et ne capture pas les ruptures technologiques ou les effets de saturation éventuels.

L'approche montante (sectorielle Bottom-up)

Pour affiner ce diagnostic, nous avons construit une seconde trajectoire tendancielle (*bottom-up*), basée sur une modélisation physique des parcs d'équipements et de leur renouvellement naturel dans les grands secteurs émetteurs.

Transport : le parc automobile se renouvelle lentement, avec une durée de vie moyenne d'un véhicule supérieure à 15 ans. La pénétration naturelle des véhicules électriques, bien qu'en croissance, ne permettrait pas de purger le stock thermique assez rapidement. Par ailleurs, les comportements de mobilité (choix modal, distance domicile-travail, usage de la voiture individuelle en zones périurbaines et rurales) évoluent peu spontanément en l'absence de signal-prix renforcé ou d'alternatives crédibles.

Bâtiment : le rythme spontané des rénovations énergétiques reste insuffisant, et ne permet pas d'éliminer complètement les logements les plus émetteurs,

en particulier ceux très mal isolés et chauffés au fioul. Le tendanciel prolonge des gains d'efficacité liés aux rénovations et au renouvellement naturel des équipements, mais ne permet pas l'éradication complète des passoires thermiques.

Industrie manufacturière : Les gains d'efficacité énergétique se poursuivent, tirés par la modernisation des équipements et la hausse du prix de l'énergie. Mais les sauts technologiques de rupture nécessaires pour les procédés les plus carbonés (hydrogène vert pour la sidérurgie, capture de carbone pour le ciment et la chimie etc.) ne se déclenchent pas spontanément, en raison de leur coût élevé et de l'absence de soutien de grande ampleur ou de signal-prix carbone suffisamment élevé, prévisible et tenant compte des impératifs de compétitivité industrielle.

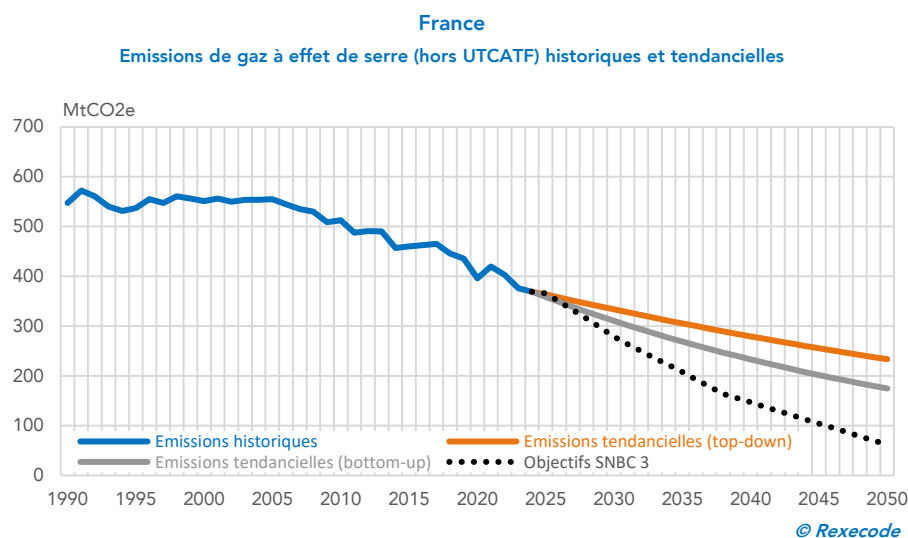
Industrie de l'énergie : ce secteur est avancé dans la décarbonation, sous l'effet de la fermeture progressive des centrales à charbon et au fioul, compensé par le nucléaire et les renouvelables électriques, et de la décarbonation des mix de production de chaleur. Le tendanciel prolonge cette dynamique favorable, portée par la croissance des énergies renouvelables électriques et non électriques, et à plus long terme par la relance du nucléaire.

Agriculture : le secteur présente une inertie structurelle forte. Ses émissions, principalement dues au méthane de l'élevage et au protoxyde d'azote des engrais, ont peu reculé depuis 1990, et le tendanciel ne dessine qu'une légère inflexion supplémentaire.

Déchets : le secteur suit une lente décrue tendancielle, portée par la captation du méthane des décharges et la valorisation énergétique.

L'agrégation de ces dynamiques sectorielles aboutit à un tendanciel légèrement plus favorable que celui issu de l'approche macroéconomique descendante. Plusieurs raisons l'expliquent. L'approche sectorielle est plus fine : elle intègre mieux des dynamiques de rupture récentes, comme la montée en puissance des véhicules électriques ou les effets du choc des prix de l'énergie de 2021-2023 sur les comportements des ménages et des industriels, que la simple prolongation de tendances longues ne capte pas. Elle tient également mieux compte des effets de composition : certains secteurs historiquement plus carbonés, comme l'industrie de l'énergie ou l'industrie, ont déjà réalisé de fortes réductions et voient leur poids relatif diminuer dans le total.

Les deux approches convergent en tout cas vers le même diagnostic d'ensemble : la baisse spontanée des émissions est réelle, vers 330 MtCO₂e en 2030 et 205 MtCO₂e en 2050, mais son rythme est structurellement insuffisant. L'écart à combler que nous allons examiner maintenant ne peut pas être résorbé par la seule prolongation des tendances en cours. Il requiert des inflexions actives, secteur par secteur, pour accélérer la décarbonation.



Un écart structurel que la tendance spontanée ne comblera pas

La confrontation entre le scénario tendanciel et la cible SNBC fait apparaître un écart important. A l'horizon 2030, l'écart entre le tendanciel (~330 MtCO₂e) et la cible (~280 MtCO₂e) est de l'ordre de 50 MtCO₂e. L'écart serait de 145 MtCO₂ en 2050.

Cet écart mathématique représente en réalité un effort supplémentaire à fournir pour tout le système économique, car la trajectoire spontanée est la plus facile, et toute déviation implique des choix, des changements, et donc des dépenses supplémentaires. Ces écarts se déclinent de manière différenciée selon les secteurs :

Transports : il faut passer d'une stagnation des émissions à une baisse drastique, impliquant notamment une électrification massive et rapide du parc de véhicules.

Industrie : le secteur doit poursuivre ses efforts et réduire à nouveau ses émissions de près de 40 % en une décennie, ce qui requerra des ruptures technologiques rapides pour certains grands sites industriels (acier, chimie, ciment...).

Bâtiment : l'objectif implique une accélération sans précédent du rythme des rénovations des bâtiments et du passage à des systèmes de chauffage bas-carbone.

Objectifs sectoriels de la SNBC 3 : émissions et cibles de réduction

Secteur	Émissions 2023 (Mt CO ₂ e)	Cible 2030 (Mt CO ₂ e)	Baisse vs 1990 (en %)	Baisse vs 2023 (en %)	Cible 2050 (Mt CO ₂ e)	Baisse vs 1990 (en %)	Baisse vs 2023 (en %)
Transports	126	92	-26	-27	1	-99	-99
Agriculture	76	67	-28	-12	43	-54	-43
Bâtiments	57	37	-60	-35	3	-97	-95
Industrie	63	45	-68	-29	4	-97	-94
Déchets	16	12	-28	-25	8	-50	-50
Énergie	37	26	-67	-30	3	-97	-92
Total émissions brutes	376	279	-50	-26	62	-89	-83
Puits naturels	-37	-38			~-40		
Puits technologiques	0	-7			~-20		
Total émissions nettes	339	233	-55	-31	~0	-100	-100
Empreinte carbone	583	426 464	-34 -39	-20 -27	160 215	-69 -77	-63 -73
Basse		426	-34	-20	160		
Haute		464	-39	-27	215		

Source : Rexecode d'après Projet de Stratégie Nationale Bas-Carbone 3.

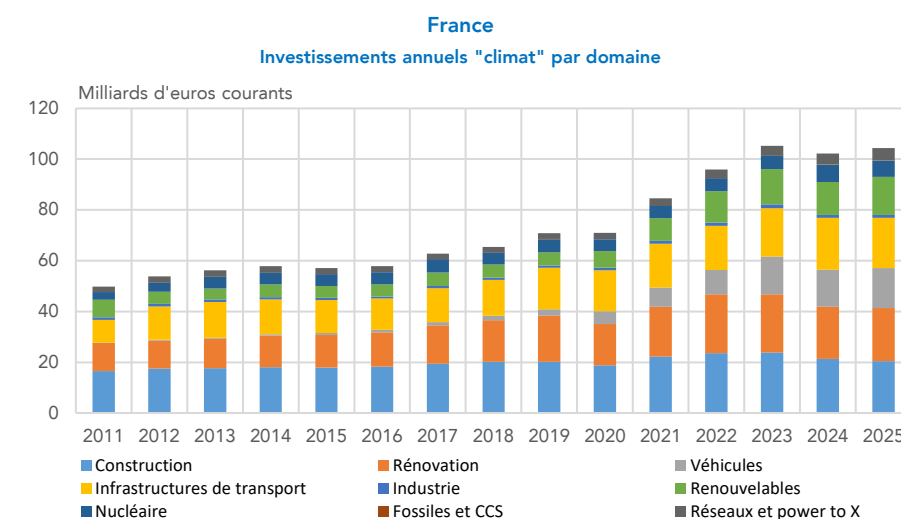
Pour la première fois, le projet de SNBC 3 comprend un objectif explicite de baisse de l'empreinte carbone. Celle-ci, estimée à 583 Mt CO₂e en 2023 (soit 8,5 t CO₂e par habitant), intègre non seulement les émissions territoriales mais aussi les émissions importées associées à la consommation des Français. L'objectif est de la ramener entre 160 et 215 Mt CO₂e en 2050, soit une réduction de -69 % à -77 % par rapport à 1990. Cette fourchette large reflète la dépendance de l'empreinte à la décarbonation des partenaires commerciaux de la France. En 2050, l'empreinte carbone de la France serait trois à quatre fois supérieure à ses émissions territoriales, soulignant que la décarbonation territoriale, aussi ambitieuse soit-elle, ne suffit pas à réduire l'impact climatique global de la consommation française.

Un essoufflement des investissements climat

Le Panorama des financements climat publié par I4CE constitue la référence la plus complète pour suivre l'évolution des investissements en faveur de la décarbonation en France.

Une dynamique positive qui s'essouffle. Après une progression soutenue de 62 milliards d'euros en 2011 à 108 milliards en 2023, les investissements climat ont reculé en 2024 pour s'établir à 104 milliards d'euros en 2025, sans renouer avec la dynamique des années 2021-2023. Ce recul affecte en premier lieu le

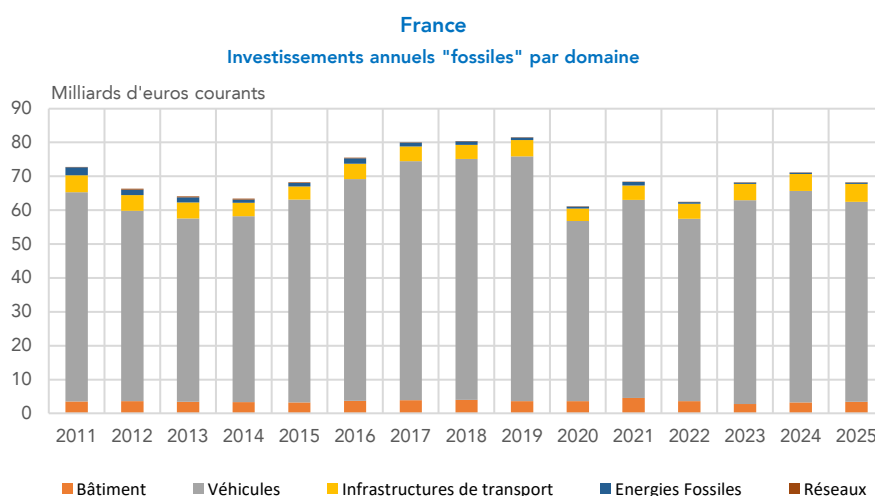
secteur du bâtiment : les constructions neuves fléchissent sous l'effet de la remontée des taux d'intérêt, qui a comprimé la demande de crédit et réduit le nombre de nouveaux projets ; la rénovation énergétique des logements recule également, probablement en lien avec la réforme de MaPrimeRénov en 2024, qui a supprimé les aides aux gestes isolés au profit des rénovations d'ampleur, plus rares et plus coûteuses. Les énergies renouvelables contribuent elles aussi au repli. S'y ajoute une rupture dans la trajectoire des véhicules bas-carbone, dont les immatriculations stagnent depuis deux ans³. Selon I4CE, les perspectives à court terme n'annoncent pas de rebond significatif.



Source : I4CE

La persistance des investissements fossiles, un frein structurel. En sens inverse, les investissements défavorables au climat ne diminuent pas. Ils se maintiennent à 68 milliards d'euros en 2025, un niveau proche de celui de 2021. Cette résistance est largement portée par les véhicules thermiques, qui représentent à eux seuls plus des quatre cinquièmes du total : les ventes de voitures particulières thermiques et hybrides restent au-dessus de 40 milliards d'euros depuis trois ans. Ce double mouvement (investissements verts qui stagnent, investissements bruns qui résistent) illustre que le « ciseau » entre les deux courbes ne se referme pas au rythme requis par la trajectoire SNBC.

³ Le terme « investissement » est ici employé dans une acception large, qui inclut l'achat de véhicules particuliers par les ménages. Ces dépenses relèvent strictement de la consommation de biens durables et non de la formation de capital, mais nous reprenons la terminologie usuelle dans la littérature sur la transition énergétique.



Source : I4CE

Une répartition entre acteurs qui fragilise la capacité d'entraînement public. Les deux tiers des investissements climat sont portés par des acteurs privés, qui se financent principalement par autofinancement et par des prêts. La dépense publique contribue à hauteur d'un tiers environ du total. Elle prend en charge des investissements directs (bâtiments publics...) mais elle est aussi un levier qui peut avoir des effets d'entraînement sur l'investissement privé, en soutenant par exemple la rentabilité des projets ou en contribuant à la capacité financière des ménages modestes. Les dépenses publiques en faveur du climat ont certes progressé continuellement depuis 2021 pour atteindre 34 milliards d'euros en 2024, mais plusieurs enveloppes reculent (les aides aux véhicules bas-carbone, les infrastructures de report modal). Dans un contexte de consolidation budgétaire, la persistance de cet effort public reste donc incertaine, son accroissement *a fortiori*.

Dépenses publiques en faveur du climat en 2024 : État et collectivités

	Milliards d'euros en 2024
Dépenses de l'État, par secteur	20,3
Rénovation énergétique des logements	4,9
Rénovation énergétique des bâtiments tertiaires	1,8
Véhicules bas-carbone	2,6
Infrastructures de report modal	7,6
Énergies renouvelables	3,4
Dépenses des collectivités	15,2
Dépenses publiques en faveur du climat	33,8*

* Les dépenses de l'État et des collectivités comprennent des doubles comptes (transferts de l'État vers les collectivités), qui sont retraités dans le total des dépenses publiques.

Ces données historiques décrivent une trajectoire de départ, non une trajectoire d'arrivée. La question centrale est de mesurer l'écart entre ce niveau actuel de 104 milliards d'euros d'investissements climat en 2025, face à 68 milliards d'investissements fossiles persistants, et ce que requièrent l'atteinte des objectifs fixés dans la SNBC. C'est l'objet de la sous-section suivante, qui chiffre le « mur d'investissement » à franchir d'ici 2030.

Le chiffrage du mur d'investissement : 80 milliards d'euros par an

Nature du choc d'investissement : investissements verts, bruns et gris

La décarbonation constitue avant tout un choc d'investissement : elle exige de remplacer progressivement des investissements « bruns » (ceux qui entretiennent ou développent les actifs carbonés) par des investissements « verts », généralement plus coûteux à l'achat, du moins dans un premier temps. En parallèle, elle implique de transformer des dépenses de fonctionnement récurrentes (achats de carburants fossiles importés) en dépenses d'équipement initiales : véhicules électriques, isolation thermique, pompes à chaleur.

Il est utile de distinguer trois catégories d'investissement pour analyser ce choc. Les investissements verts sont ceux qui réduisent directement les émissions de gaz à effet de serre : rénovation énergétique des bâtiments, véhicules électriques, électrification des procédés industriels. Les investissements bruns maintiennent ou accroissent la dépendance aux énergies fossiles : chaudières au fioul ou au gaz fossile, véhicules thermiques, centrales à combustibles fossiles... En complément de ces deux catégories existent aussi les investissements que l'on pourrait nommer gris (ni directement verts, ni directement bruns) qui assurent le bon fonctionnement de l'économie : investissements numériques, capacités de production manufacturière, équipements de santé ou d'éducation. **Ces derniers sont majoritaires dans l'économie, ils représentent environ 480 milliards d'euros annuellement, et même s'ils paraissent neutres, ils n'en demeurent pas moins nécessaires au fonctionnement de l'économie et donc à la réalisation de tout scénario, en particulier le scénario de transition.**

Les effets d'éviction entre investissements

La logique de premier ordre est celle de la substitution : un investissement vert vient remplacer un investissement brun. On n'achète pas un véhicule électrique en même temps qu'on achète un véhicule thermique, mais à sa place. Cette substitution a un effet d'éviction naturel et souhaitable : chaque euro consacré à la décarbonation devrait mécaniquement réduire la dépense fossile correspondante. Dans les données observées sur la période récente analysées à la section précédente, cette substitution s'opère encore de façon limitée (les investissements fossiles restent élevés, environ 70 Md€/an en 2025 selon I4CE quand les investissements verts progressent) mais elle est appelée à s'accélérer à mesure que les technologies bas-carbone gagnent en maturité et en compétitivité.

Cependant, cette substitution n'est pas neutre financièrement. Les technologies vertes sont le plus souvent plus chères à l'achat (CAPEX élevé) que les technologies qu'elles remplacent, même si elles génèrent des économies d'exploitation (OPEX) sur la durée de vie. Remplacer un bus diesel par un bus électrique, ou une chaudière à gaz par une pompe à chaleur, implique de mobiliser davantage de capital initial. La baisse de l'investissement brun ne compense donc pas entièrement la hausse de l'investissement vert : il existe un surinvestissement net à financer.

Se pose ensuite une question macroéconomique plus générale : celle des effets d'éviction entre investissements verts nets et investissements gris. Si les capacités de financement de l'économie sont contraintes (taux d'intérêt élevés, endettement des ménages et des entreprises, espace budgétaire limité pour l'État...) **l'impératif de financer la transition pourrait se faire au détriment des investissements productifs ordinaires, ceux qui génèrent des gains de productivité, du potentiel de croissance, de la compétitivité.** Une entreprise industrielle qui doit consacrer ses ressources à décarboner son processus (par exemple en achetant un four électrique à la place d'un four à gaz) peut être amenée à différer par exemple un investissement d'extension de capacité ou de numérisation. Ce risque d'éviction sur les investissements gris sera abordé un peu plus loin dans le document. La clé est d'abord de mesurer l'ampleur de l'investissement vert net nécessaire pour tenir la trajectoire SNBC, et ce qu'il représente en supplément par rapport à la tendance actuelle.

Revue des études de chiffrage : une convergence sur le montant et la répartition sectorielle

Quatre grandes études ont produit des estimations robustes et comparables des besoins d'investissement supplémentaires nécessaires pour atteindre les objectifs climatiques de la France à l'horizon 2030. Malgré des périmètres légèrement différents et des méthodologies propres à chacune, elles convergent toutes vers un même ordre de grandeur.

Rexecode (2022, mise à jour en 2025). L'analyse pionnière de Rexecode, réalisée en 2022 pour une cible de neutralité carbone en 2050 mais un point de passage en 2030 de -40 %/1990, a été mise à jour en 2025 par Adrien Benoist pour les cibles sectorielles envisagée dans le projet de SNBC 3. On y mesure l'écart entre la tendance actuelle des investissements sectoriels et celle requise pour respecter la trajectoire du projet de SNBC 3 envisagé. Notre approche place le besoin d'investissement supplémentaire à près de 100 milliards d'euros par an sur la période 2026-2050. A l'horizon 2030, les besoins seraient légèrement moindres, de l'ordre de 65 à 80 milliards d'euros par an, soit 2,5 % du PIB en moyenne sur la période 2023-2030.

Pisani-Ferry / Mahfouz - France Stratégie (2023). Ce rapport de référence, commandé par le gouvernement, évalue les besoins d'investissement supplémentaires nets à environ 66 milliards d'euros par an à l'horizon 2030

par rapport à un scénario sans politique climatique supplémentaire. En base brute, le besoin monte à 101 Md€/an, mais la prise en compte des désinvestissements fossiles correspondants (chaudières gaz évitées, véhicules thermiques non achetés) ramène le besoin net à 66 Md€/an, un montant remarquablement proche des estimations de Rexecode au même horizon. Les auteurs notent que ce chiffre est sensible aux hypothèses de sobriété : sous des hypothèses moins fortes concernant les ventes et l’usage de véhicules, le besoin d’investissement dans les transports monte de près 16 Md€/an supplémentaires, ce qui porte le besoin d’investissement total annuel à 82 milliards d’euros par an d’ici 2030.

Direction générale du Trésor (2024). Dans son document de travail d’avril 2024, la DG Trésor réalise un exercice de méta-analyse et de recalcul des différentes estimations disponibles. Ses propres chiffrages placent le besoin supplémentaire brut à +110 Md€/an par rapport à 2021, et le besoin net (déduction faite du coût des alternatives carbonées évitées et de la baisse de la construction neuve) à +63 Md€/an. Ces résultats valident la robustesse de l’ordre de grandeur identifié par les autres études.

NB : **Le Panorama 2025 d’I4CE** propose également une estimation. Il fait apparaître un besoin de financement supplémentaire brut de 87 milliards d’euros par an d’ici 2030, et un besoin net supplémentaire de 42 milliards d’euros par rapport à 2024.

Tableau de synthèse des besoins d’investissement par source et par secteur

Besoins d’investissement supplémentaires nets pour atteindre les objectifs SNBC à l’horizon 2030 (Md€/an)

	Rexecode 2022 (moyenne 2023-2030 ; moyenne 2023-2050)	Rexecode 2025 (moyenne 2025-2050)	Pisani-Ferry / Mahfouz (2023) (moyenne 2023-2030)	DG Trésor (2024) (moyenne 2023-2030)
Bâtiment	34-42	44	48	21
Transports	12-32	34	3-19	14
Energie	9-12	13	9	17
Industrie	3-5	4	4	5
Agriculture et forêt	1	1	2	5
Déchets	1-2	1	-	1
Total	60-94	96	66-82	63

Sources : Rexecode (2022) / Benoist (2025) ; Pisani-Ferry, Mahfouz — France Stratégie (2023) ; Direction générale du Trésor, Document de travail n°2024/2 (avril 2024) ; I4CE, Panorama des financements climat 2025 (septembre 2025).

Convergence des études et implications

Au-delà des différences de méthodologie et de périmètre, bien détaillées dans le document du Trésor, toutes les études s'accordent sur un besoin d'investissement net supplémentaire compris entre 60 et 100 milliards d'euros par an, soit 2 à 3 % du PIB. L'ordre de grandeur est désormais bien établi : pour respecter la trajectoire SNBC, la France doit réaliser, tous acteurs confondus, un effort d'investissement supplémentaire se situant autour de 80 milliards d'euros par an en moyenne jusqu'en 2050.

Il importe de souligner que ce montant net représente l'effort additionnel par rapport à la tendance actuelle et non le total des investissements verts à réaliser, qui dépasse les 150 Md€/an. La confusion entre les deux est source de nombreuses incompréhensions dans le débat public : l'essentiel des investissements nécessaires ne part pas de zéro mais d'un flux existant de 104 Md€/an (niveau 2025 selon I4CE) qu'il s'agit d'accélérer et de réorienter. **Le véritable « mur » est la marche d'escalier à franchir par rapport à la trajectoire spontanée, pas le stock total d'investissements à mobiliser.**

Répartition sectorielle convergente des efforts

La hiérarchie sectorielle des besoins d'investissement fait également l'objet d'un consensus. Dans l'ensemble des chiffrages, le **bâtiment** apparaît systématiquement comme le secteur le plus gourmand en capital, concentrant entre 21 et 48 Mds€ supplémentaires par an selon les études soit entre un tiers et la moitié du besoin total, en raison de l'ampleur du parc à rénover et du coût élevé des travaux de rénovation thermique. Les **transports** constituent le deuxième poste majeur, avec toutefois une dispersion plus importante (3 à 34 Mds€/an) qui s'explique largement par des différences méthodologiques (hypothèse sur la mobilité et le marché automobile). L'**énergie** représente un effort intermédiaire et relativement bien cerné (9 à 17 Mds€/an), tandis que l'**industrie**, l'**agriculture** et les **déchets** concentrent des besoins plus modestes et cohérents entre études (3 à 5 Mds€/an pour l'industrie, 1 à 2 Mds€/an pour les deux derniers secteurs). Cette convergence sectorielle conforte l'idée que la priorité d'action et donc d'effort de financement se situe bien dans le bâtiment et les transports, qui à eux deux concentrent entre 60 et 75 % du besoin total d'investissement pour la décarbonation.

Répartition de l'effort par acteur

L'effort d'investissement supplémentaire de 80 Md€/an se répartit de manière relativement équilibrée entre les trois grandes catégories d'agents économiques. Les ménages portent environ 30 à 35 Md€/an, principalement sur la rénovation énergétique des logements (18-20 Md€/an) et le passage aux véhicules électriques (10-12 Md€/an). Les entreprises supportent un effort comparable (30-35 Md€/an), concentré sur la décarbonation des procédés industriels, les flottes professionnelles, les bâtiments tertiaires et la production d'énergie décarbonée. Les administrations publiques contribuent

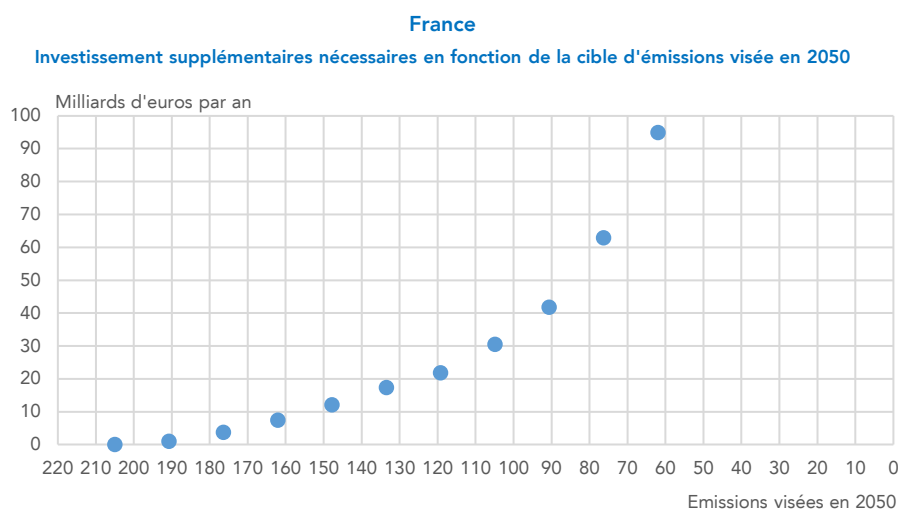
à hauteur de 10-15 Md€/an, principalement via les bâtiments publics, les infrastructures de transport et énergétiques.

Cette répartition par porteur de la dépense ne préjuge pas du financement. **Celui qui investit n'est pas nécessairement celui qui finance l'intégralité de la dépense** : un ménage qui rénove son logement peut être soutenu par une aide publique (MaPrimeRénov'), ou un prêt bancaire bonifié ou non ; une entreprise peut bénéficier de subventions ou de mécanismes de tiers-financement etc. La question du financement (qui paie, à travers quels mécanismes, et avec quelles conséquences macroéconomiques) est distincte de la question de qui engage la dépense d'investissement, et sera traitée dans la section suivante consacrée aux contraintes macroéconomiques.

Des besoins exponentiels : les derniers 20 % coûtent autant que les premiers 80 %

Une question pourtant centrale a été insuffisamment posée lors de la définition de nos objectifs : comment les besoins d'investissement évoluent-ils en fonction du niveau d'ambition choisi ? C'est la question à laquelle répond le travail de modélisation réalisé par Adrien Benoist en 2025 avec Rexecode (voir encadré ci-contre).

L'approche consiste à construire **10 paliers d'ambition progressifs** entre la trajectoire tendancielle de chaque secteur d'émissions (scénario sans mesures nouvelles) et la cible de la SNBC 3 pour chaque secteur. Pour chaque palier intermédiaire, le modèle optimise la mobilisation des efforts de réduction en minimisant les coûts totaux d'investissement. Cette optimisation sectorielle palier par palier permet de reconstituer la relation entre le niveau d'ambition (en % de réduction) et les investissements supplémentaires annuels nécessaires (en Mds€/an). Le principal résultat de ce travail montre que la relation n'est pas linéaire, elle est quasi-exponentielle.



Source : Rexecode, mémoire Adrien Benoist

© Rexecode

Méthode d'évaluation des besoins d'investissements en fonction de l'objectif d'émissions

L'évaluation des besoins d'investissements repose sur une approche en cinq étapes, conduite secteur par secteur (transports, bâtiments résidentiel et tertiaire, industrie manufacturière, agriculture, déchets, industrie de l'énergie).

1. Identification des déterminants physiques des émissions. Pour chaque secteur, on repère les variables qui commandent directement le niveau d'émissions : composition du parc automobile par motorisation, surface des logements par classe énergétique (DPE), valeur ajoutée industrielle et intensité carbone associée, taille des cheptels et usage des engrais, capacités installées de production électrique.

2. Construction du scénario tendanciel. Ces déterminants sont projetés à horizon 2050 en prolongeant les tendances observées depuis 1990, sans mesure supplémentaire. On en déduit, pour chaque secteur, les émissions tendanciennes et les dépenses d'investissement correspondantes.

3. Construction du scénario SNBC. On détermine les inflexions physiques nécessaires pour ramener chaque secteur sur la trajectoire fixée par la Stratégie nationale bas-carbone (neutralité en 2050). Ces inflexions sont ensuite traduites en besoins d'investissement, sur la base de coûts unitaires tirés de la littérature de référence (Commission Cricui, ADEME, AIE, RTE, etc.).

4. Calcul des investissements supplémentaires. L'écart entre les investissements du scénario SNBC et ceux du scénario tendanciel constitue le « surcoût » de la décarbonation. Il correspond soit à un volume d'investissement plus élevé (davantage de rénovations, davantage de capacités électriques), soit à un différentiel de coût (surcoût d'un véhicule électrique par rapport à son équivalent thermique, surcoût d'une pompe à chaleur par rapport à une chaudière gaz).

5. Analyse par paliers d'ambition. L'exercice est reproduit pour dix paliers intermédiaires, répartis uniformément entre le tendanciel et la SNBC (de 10 % à 100 % de l'écart comblé). Pour chaque palier, les actions sont sélectionnées par ordre croissant de coût marginal d'abattement au sein de chaque secteur. Cette décomposition met en évidence la non-linéarité des coûts : les premiers gains d'émissions sont accessibles à un coût modéré, mais chaque palier supplémentaire devient de plus en plus onéreux à mesure que l'on approche des objectifs les plus stricts.

Il ressort de cette analyse que les bâtiments et les transports concentrent l'essentiel des besoins d'investissements supplémentaires. À 80 % de l'objectif SNBC, ces deux secteurs représentent à eux seuls environ 80 % du surcoût total estimé (respectivement 17 et 16 Md€/an). L'industrie de l'énergie, dont les investissements conditionnent l'électrification de l'ensemble de l'économie, constitue quant à elle un prérequis transversal dont le coût progresse de façon quasi linéaire avec le niveau d'ambition retenu. L'industrie manufacturière, l'agriculture et le traitement des déchets présentent des besoins nettement plus limités sur la période, mais leur abattement résiduel à horizon 2050 soulève des enjeux technologiques encore non résolus (procédés industriels à haute température, émissions entériques agricoles).

Au-delà des volumes agrégés, nos travaux mettent aussi en évidence plusieurs situations où les besoins par tonne de CO₂ évitée atteignent des niveaux particulièrement élevés, et qui méritent d'être signalées à titre d'illustration. Dans le bâtiment, les actions prioritaires en matière de rénovation concernent les logements chauffés au fioul et les passoires thermiques chauffées au gaz, qui offrent les coûts d'abattement les plus faibles, contrairement aux rénovations visant à améliorer des logements déjà performants ou chauffés à l'électricité. Dans les transports, la rentabilité socioéconomique du véhicule électrique dépend fortement du contexte d'usage, notamment du kilométrage annuel parcouru. Le surcoût à l'achat d'un véhicule électrique est amorti d'autant plus vite que le véhicule roule davantage, grâce aux économies d'énergie cumulées. Aux coûts actuels, pour un petit rouleur, les économies de carburant ne suffisent pas toujours à compenser le surcoût initial sur la durée de vie du véhicule : le coût d'abattement peut alors dépasser plusieurs centaines d'euros par tonne de CO₂ évitée, soit au-delà de la valeur tutélaire du carbone. À l'inverse, pour un grand rouleur ou un véhicule professionnel à fort kilométrage, l'électrification est rapidement rentable et présente un coût d'abattement favorable.

Les limites inhérentes cet exercice. Les évaluations présentées dans ce document sont conduites aux prix et coûts actuels ou projetés à court terme, sur la base des technologies disponibles aujourd'hui. Cette hypothèse est raisonnable à un horizon de quelques années, où les ordres de grandeur des coûts unitaires (prix des véhicules électriques, coût des travaux de rénovation, CAPEX des capacités de production électrique) sont connus avec une incertitude acceptable. En revanche, l'incertitude s'amplifie considérablement à mesure que l'horizon s'éloigne. Sur des décennies, les coûts des technologies peuvent être profondément modifiés par les effets d'apprentissage et d'échelle (comme l'illustre la baisse spectaculaire du coût du photovoltaïque depuis 2010), par l'émergence de solutions aujourd'hui immatures, ou à l'inverse par des tensions sur les matières premières critiques. Les prix de l'énergie, du capital et du travail, qui pèsent dans les calculs sectoriels, sont eux aussi soumis à des aléas macroéconomiques difficilement prévisibles à l'horizon 2050. C'est pourquoi les résultats présentés ici doivent être lus comme des ordres de grandeur et des rapports relatifs entre secteurs plutôt que comme des chiffrages définitifs, et appellent des réévaluations périodiques à mesure que les conditions technologiques et économiques évoluent.

Une précision méthodologique importante s'impose concernant ce graphique. Les résultats présentés ici ont été obtenus en faisant varier le niveau d'ambition global de la trajectoire de décarbonation, c'est-à-dire le pourcentage de réduction des émissions visé en 2050, mais en conservant à l'identique la répartition sectorielle de l'effort telle que définie dans le projet de SNBC 3. Concrètement, lorsque l'on passe d'un objectif à un autre, chaque secteur voit son effort ajusté dans les mêmes proportions : aucune réallocation de l'effort entre secteurs n'a été testée. **Cette approche permet d'isoler l'effet du niveau d'ambition global sur les besoins d'investissement, mais elle ne rend pas compte du potentiel d'optimisation qui résulterait d'une révision de la répartition sectorielle** elle-même, en concentrant davantage l'effort sur

les secteurs où le coût marginal d'abattement est le plus faible. Comme nous le développerons par la suite, cette seconde dimension de l'optimisation constitue un levier additionnel significatif pour réduire le mur d'investissement, indépendamment du niveau de l'objectif retenu.

L'analyse de la relation quasi-exponentielle entre investissements et objectifs conduit à une conclusion importante : la logique du tout ou rien n'est pas économiquement rationnelle. Entre la trajectoire tendancielle et l'objectif maximal de la SNBC 3 s'ouvre tout un espace de possibilités, dont **certains paliers permettent de réduire substantiellement les émissions pour un coût d'investissement raisonnable, quand d'autres mobilisent des ressources considérables pour de faibles réductions d'émissions et donc un gain climatique imperceptible.**

Or, ces investissements ne se réaliseront pas par décret. Ce sont des ménages, des entreprises et des administrations publiques qui devront les réaliser, chacun dans le cadre de contraintes économiques et financières qui leur sont propres. Le choix de l'objectif de réduction territoriale ne saurait donc s'abstraire de la question de faisabilité réelle. Dans les cas les plus extrêmes, fixer une cible que les acteurs économiques ne peuvent pas atteindre, c'est prendre le risque d'un écart croissant entre ambition affichée et résultats effectifs. Maintenant que nous avons quantifié les investissements nécessaires pour différents niveaux d'ambition, il faut confronter cette évaluation à la réalité des contraintes auxquelles font face les entreprises, les ménages, l'Etat et ses collectivités.

3. Les contraintes économiques : pourquoi le mur d'investissement ne se franchit pas spontanément ?

La section précédente a établi que l'atteinte des objectifs de la SNBC requiert un effort d'investissement supplémentaire de l'ordre de 80 milliards d'euros par an, soit 2 à 3 % du PIB, mobilisés en supplément d'une tendance spontanée pourtant déjà favorable. Ce chiffre constitue une référence robuste, convergente entre quatre grandes études indépendantes. Il ne dit cependant pas encore si cet effort est réalisable. Car les investissements de la transition énergétique résultent d'une myriade de choix individuels (un ménage qui décide de rénover son logement ou d'acheter un véhicule électrique, une entreprise qui modernise ses procédés, des décideurs publics qui arbitrent entre priorités concurrentes). **Chacun de ces choix obéit à des contraintes économiques et financières concrètes, qui déterminent en pratique le rythme auquel la transition peut effectivement s'opérer.**

La distinction introduite en section 2 entre investissement et coût prend ici tout son sens. Certes, une pompe à chaleur génère des économies d'énergie qui amortissent son surcoût d'installation ; un véhicule électrique présente sur sa durée de vie un coût total d'usage inférieur à son équivalent thermique ; une usine décarbonée s'affranchit de la volatilité des prix des combustibles fossiles. Mais ces bénéfices futurs ne lèvent pas la contrainte immédiate : la dépense doit être engagée aujourd'hui, quand bien même le retour sur investissement s'étale sur dix, quinze ou vingt ans. L'écart temporel entre le décaissement et les gains constitue, pour chacune des catégories d'acteurs, un obstacle pratique qui ne peut être ignoré.

Il importe dès lors de distinguer deux registres de contraintes, dont les remèdes ne sont pas interchangeables : la contrainte de financement, qui tient à l'incapacité d'avancer des capitaux même pour des projets rentables à terme, et la contrainte de coût, qui reflète une rentabilité intrinsèquement insuffisante ou une compétitivité dégradée par rapport aux alternatives. Les sections qui suivent s'efforcent de maintenir cette distinction, car les instruments de politique publique adaptés à l'une ne sont pas ceux adaptés à l'autre.

Cette contrainte de liquidité et de financement n'est par ailleurs pas symétrique entre agents. Elle se décline de manière très différente selon que l'on est un ménage modeste propriétaire d'une passoire thermique, une PME industrielle confrontée à la nécessité de changer de procédé, ou un État dont la dette dépasse déjà 115 % du PIB et qui doit arbitrer entre la transition énergétique et d'autres dépenses essentielles (défense, santé, éducation...). Dans chacun de ces cas, le principe de rentabilité à long terme se heurte à des réalités financières immédiates dont la stratégie climatique ne peut pas faire abstraction.

Un autre effet de second rang amplifie la difficulté. Comme exposé en section 2, les investissements verts sont en général plus intensifs en capital que les technologies qu'ils remplacent, même si leurs coûts d'exploitation

sont moindres. Cette asymétrie entre CAPEX et OPEX signifie que la substitution verte/brune n'est pas financièrement neutre : la baisse de la dépense fossile ne suffit pas à financer intégralement le surcroît d'investissement requis. Pire, si les capacités de financement de l'économie sont contraintes (taux d'intérêt qui montent, endettement déjà élevé de l'État, impératif de rentabilité à court terme pour les entreprises...), le risque d'éviction sur les investissements productifs ordinaires est réel : des ressources rares consacrées à décarboner pourraient évincer l'investissement en capacité, en numérisation, en recherche, fragilisant ainsi la base productive dont dépend in fine le financement de la transition.

L'essoufflement récent des investissements climat illustre que ces contraintes sont déjà à l'œuvre. La stagnation ou la progression trop lente des immatriculations de véhicules électriques, la moindre mobilisation des ménages sur la rénovation énergétique en réaction à la réforme de MaPrimeRénov', la résistance persistante des investissements fossiles à près de 70 milliards d'euros par an : autant de signaux qui indiquent que la bascule verte/brune attendue ne se produit pas au rythme requis par la trajectoire SNBC, et que des obstacles concrets freinent la transformation.

Les trois sous-sections qui suivent examinent ces contraintes acteur par acteur. Les contraintes de l'État sont analysées en premier, car la dépense publique joue un rôle d'entraînement irremplaçable à la fois pour les investissements publics directs et pour soutenir la rentabilité des projets privés, et parce que leur évolution conditionne largement les marges de manœuvre des deux autres catégories. Viennent ensuite les entreprises, dont la capacité à décarboner leurs procédés dépend de signaux-prix, de conditions de financement, et d'environnements de compétitivité que les politiques publiques contribuent à façonner. Les ménages sont traités en dernier, non par ordre d'importance (ils portent environ 30 à 35 milliards d'euros d'effort d'investissement supplémentaire annuel selon les estimations), mais parce que leur capacité à investir dépend à la fois de leur situation financière propre et des dispositifs de soutien public dont ils peuvent bénéficier.

La contrainte budgétaire publique : l'État sans réelle marge de manœuvre

Un espace budgétaire saturé

Les finances publiques françaises présentent en 2026 une situation préoccupante. La dette publique s'élève à environ 115 % du PIB, soit environ 3 400 milliards d'euros, tandis que le déficit public dépasse 5 % du PIB, soit plus de 150 milliards d'euros. La charge annuelle de la dette s'établit à environ 60 milliards d'euros, et le déficit primaire, c'est-à-dire hors paiement des intérêts, atteint lui-même plus de 90 milliards d'euros. La France dépense ainsi structurellement plus qu'elle ne perçoit de recettes, et ce avant même d'honorer le service de sa dette.

La remontée des taux d'intérêt des dernières années aggrave mécaniquement cette situation. Chaque point de taux supplémentaire se traduit, à terme, par environ 30 milliards d'euros de charge d'intérêts additionnelle, au fur et à mesure du renouvellement du stock de dette. Si les taux moyens de financement de la dette française passent de 2 % à 3 %, ce qui est en cours, la charge annuelle de la dette progresserait de 60 milliards d'euros aujourd'hui à près de 120 milliards d'euros d'ici 2030. **Cet effet « boule de neige »** (la dette coûte de plus en plus cher, ce qui creuse le déficit, lequel augmente la dette) **limite drastiquement les marges de manœuvre budgétaires et réduit d'autant la capacité de l'État à financer la transition énergétique.**

Le rôle attendu de l'État dans la transition

Malgré cette situation budgétaire dégradée, l'État est censé jouer un rôle central dans la transition. Le rapport Pisani-Ferry/Mahfouz (2023) estimait ainsi que les finances publiques devraient prendre en charge une part significative des investissements supplémentaires nécessaires, de l'ordre de 25 à 34 milliards d'euros par an au-dessus d'un scénario de référence. Cette enveloppe se décomposerait en trois grands postes : des subventions directes aux ménages et aux entreprises (MaPrimeRénov, bonus écologique, aides à la décarbonation industrielle) pour environ 15 milliards d'euros par an, des dépenses d'infrastructures publiques telles que le renforcement des réseaux électriques, le développement des infrastructures ferroviaires ou des réseaux de chaleur pour environ 10 milliards, et enfin des investissements dans la rénovation des bâtiments publics, la recherche-développement et le soutien à l'innovation pour environ 5 milliards.

Déterminer de façon certaine *a priori* quelles dépenses devraient être prises en charge par l'État n'est pas chose aisée. D'un côté, un engagement public et suffisamment large paraît nécessaire pour corriger des défaillances de marché et surmonter la myopie des acteurs privés. De l'autre, une approche plus restrictive tend à prioriser le soutien financier de l'État vers les seuls investissements perçus comme clés mais non rentables ou portés par des ménages et des entreprises sans capacité financière suffisante, le reste pouvant relever de politiques publiques qui ont moins ou pas d'impact négatif direct sur les finances publiques (réglementation, signaux-prix et mécanismes de marché etc). **La SPAFTE (2025) s'inscrit d'ailleurs dans cette seconde logique, en traçant une trajectoire de dépenses publiques stables entre 2024 et 2027, et en mettant l'accent sur les leviers permettant d'orienter davantage l'investissement privé plutôt que de s'y substituer.**

Dans le contexte de contrainte budgétaire sévère décrit plus haut, c'est cette approche sélective et ciblée qui paraît la plus réaliste. Elle se heurte cependant à une difficulté pratique : concevoir des dispositifs de soutien qui ciblent véritablement les dépenses strictement nécessaires est un exercice délicat. Les subventions tendent à bénéficier à des ménages ou des entreprises qui auraient investi de toute façon, générant un effet d'aubaine qui réduit leur

efficacité. À l'inverse, des critères de ciblage trop restrictifs risquent d'exclure des acteurs qui en auraient réellement besoin. L'histoire récente de MaPrimeRénov ou du bonus écologique illustre ces tensions : entre universalité et sélectivité, entre simplicité administrative et précision du ciblage, les arbitrages sont rarement satisfaisants. **L'État ne peut donc prétendre être systématiquement le financeur en dernier ressort de la transition, mais il peut en être le catalyseur.**

Les dépenses actuelles de l'Etat : analyse du « budget vert »

L'État recense ses dépenses favorables à l'environnement dans le « Budget Vert », annexé au projet de loi de finances et les détaille dans sa Stratégie pluriannuelle des financements de la transition écologique et de la politique énergétique nationale (SPAFTE). Ses composantes actuelles sont rappelées ci-dessous.

Dépenses de l'État en faveur de l'environnement et détail par secteur

Poste	LFI 2025 AE Millions d'euros	LFI 2025 CP Millions d'euros
Total Agriculture	1 363	1 311
Développement de l'agroécologie	513	471
Recherche de l'INRAE (environnement)	615	615
Autre recherche en faveur de l'agroécologie	191	191
Plan haies	45	35
Total Bâtiment	5 499	5 412
MaPrimeRénov'	2 654	2 423
Autres soutiens à la rénovation du bâti	1 239	1 261
Rénovation du logement social	198	257
Rénovation des bâtiments de l'État	854	540
Soutien à la rénovation des bâtiments des collectivités	441	818
Recherche	113	113
Total Energie	10 975	10 622
Soutien ENR électriques	4 486	4 486
Soutien biogaz	418	418
Soutien chaleur renouvelable	861	861
Soutien hydrogène	365	22
Efficacité énergétique	527	509
Recherche et sûreté nucléaire	3 963	3 968
Recherche ENR	122	122
Accompagnement / Ingénierie	234	236
Total Industrie	1 963	326
Décarbonation de l'industrie	1 791	153
Crédit d'impôt industrie verte (C3IV)	140	140
Accompagnement / Ingénierie	33	33
Total Transport	13 863	12 402
Ferroviaire	8 318	6 846
Transport collectif	1 845	1 745
Transport fluvial	818	871
Soutien à l'achat de véhicules routiers électriques	2 477	2 518
Vélo	137	147
Aérien	247	237
Maritime	21	39
Total Forêt-Bois	593	566
Soutien via l'Office National des Forêts	229	229
Entretien des forêts	135	136
Soutien au développement de la forêt et du bois	230	202
Total France	34 256	30 639

Note :

LFI 2025 AE : loi de finances initiale 2025, autorisations d'engagement

LFI 2025 CP : loi de finances initiale 2025, crédits de paiement

Les tableaux sectoriels de la SPAFTE 2025 permettent de dresser un panorama détaillé des dépenses que l'État et ses opérateurs consacrent actuellement à l'atténuation, en distinguant six secteurs. Rapporté aux besoins identifiés dans les parties précédentes du présent document, ce panorama appelle plusieurs observations.

En premier lieu, c'est le secteur des transports qui concentre la part la plus importante des dépenses publiques en faveur de l'atténuation, avec un peu plus de 12 milliards d'euros par an (LFI 2025). Ce poste est dominé par les soutiens au ferroviaire (près de 7 Md€), le soutien à l'achat de véhicules routiers électriques (2,5 Md€), et les transports collectifs (1,7 Md€). Le secteur de l'énergie représente le deuxième poste de dépenses, avec environ 10,6 milliards d'euros, principalement consacrés au soutien aux énergies renouvelables électriques, dont le coût budgétaire augmente à mesure que les capacités installées s'étoffent, même si à mesure que leur coût baisse, le coût des nouveaux mécanismes de soutien diminue. À ce poste s'ajoutent les dépenses de recherche et de sûreté nucléaire, qui constituent à elles seules près de 4 Md€. Le bâtiment arrive en troisième position avec 5,4 Md€, principalement du fait du coût du dispositif MaPrimeRénov' (de 2,4 à 2,0 Md€). L'agriculture, l'industrie et la forêt-bois demeurent en revanche des postes relativement modestes, qui ensemble ne dépassent pas 4 Md€.

En second lieu, et c'est là un point de méthode que ces tableaux n'explicitent pas, une fraction non négligeable des dépenses recensées ici aurait vraisemblablement été engagées même en l'absence de tout objectif de décarbonation. C'est particulièrement évident dans le secteur des transports : le soutien au ferroviaire ou au transport fluvial obéit également à des logiques d'aménagement du territoire, de désenclavement, de compétitivité logistique ou de maintien d'un service public, qui sont indépendantes de la politique climatique. De même, une part des financements consacrés à la recherche de l'INRAE, à l'entretien des forêts via l'ONF ou à la rénovation des bâtiments de l'État pourraient relever de dépenses de fonctionnement ou d'entretien du patrimoine public et auraient été probablement consenties quelles que soient les ambitions climatiques. Les montants « véritablement additionnels » c'est-à-dire ceux dont l'existence est directement conditionnée à l'objectif de décarbonation sont donc sensiblement inférieurs aux totaux affichés.

En troisième lieu, ces chiffres doivent être rapportés aux besoins chiffrés dans la partie précédente pour prendre toute leur signification. Même en retenant les estimations les plus favorables, le constat est celui d'un écart considérable entre les ressources mobilisées et les montants requis. L'effort de l'État, aussi réel soit-il, représente avant tout un signal et un levier d'entraînement sur la dépense privée, et non une couverture directe des besoins d'investissement. C'est précisément ce rôle de catalyseur que la contrainte budgétaire actuelle menace : plusieurs postes clés sont orientés à la baisse (MaPrimeRénov', soutien à l'achat de véhicules électriques, accompagnement et ingénierie), réduisant d'autant la capacité de l'État à orienter les comportements des

ménages et des entreprises au moment où l'accélération de la transition serait la plus nécessaire.

Le paradoxe fiscal de la transition : l'effet ciseaux

Au-delà de la difficulté à augmenter les dépenses, la transition crée un **effet ciseaux budgétaire particulièrement pernicieux** car, tout en nécessitant le maintien, voire l'augmentation des dépenses publiques de soutien, elle conduit à une érosion des recettes fiscales assises sur les énergies fossiles.

La fiscalité sur les énergies fossiles représente en effet une source de recettes considérable pour l'État : le produit des accises sur les énergies fossiles s'élève à environ 35 milliards d'euros par an, et la structure actuelle des recettes expose les finances publiques à un risque substantiel. Avec l'électrification progressive du parc automobile et le remplacement des chaudières fossiles par des pompes à chaleur, ou des chaudières à biomasse ou biogaz, ces recettes sont vouées à s'éroder structurellement. La Direction générale du Trésor, dans son rapport final sur les enjeux économiques de la transition vers la neutralité carbone (2024) repris par la SPAFTE 2025, estime que la baisse de la consommation de produits fossiles engendrera une perte de recettes nettes d'accises sur les produits énergétiques d'environ 10 milliards d'euros par an à l'horizon 2030 et de 30 milliards d'euros par an à l'horizon 2050, par rapport au niveau de 2019.

Cette dynamique crée un effet de ciseaux budgétaire : **au moment même où les dépenses publiques de soutien à la transition doivent être maintenues, voire amplifiées, les recettes de l'Etat qui permettraient de les financer s'amenuisent**. La programmation pluriannuelle des finances publiques devra donc anticiper cette tension, en identifiant des substituts fiscaux ou surtout en procédant à des arbitrages de dépenses, sous peine de voir la contrainte budgétaire peser directement sur la capacité d'entraînement de l'État en faveur de la décarbonation.

Les solutions envisageables... et leurs limites :

Face à ce constat, plusieurs pistes sont régulièrement évoquées, mais toutes se heurtent à des obstacles majeurs :

1. Taxer l'électricité pour compenser la perte de recettes sur les fossiles ?

Cette solution est économiquement et politiquement risquée. Taxer l'électricité alors qu'on incite massivement à l'électrification (véhicules, chauffage, industrie) reviendrait à renchérir artificiellement la transition et à pénaliser les comportements vertueux. Augmenter le prix de l'électricité, déjà alourdi par des charges (CSPE, TCFE), dégraderait la compétitivité de l'industrie et le pouvoir d'achat des ménages.

2. Instaurer une taxe carbone aux frontières (MACF) pour générer des recettes ? Le Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières (MACF) européen, qui taxe les importations en fonction de leur empreinte carbone, pour-

rait théoriquement générer des recettes. Cependant, le rendement attendu reste très incertain (quelques milliards d'euros au mieux au niveau européen, dont une fraction très modeste reviendrait à la France). De plus, le MACF tel qu'il a été initialement conçu est très imparfait⁴. En particulier il fait peser le poids de l'ajustement sur nos entreprises européennes et non sur les pays avec lesquels nous commerçons qui ne réduisent pas leurs émissions au même rythme que nous. Il se heurte de plus à des risques de rétorsion commerciale de la part des pays exportateurs (Chine, Inde, Turquie...) et surtout il fait peser des complexités administratives supplémentaires sur les entreprises européennes et étrangères.

3. Réduire d'autres dépenses publiques pour dégager des marges de manœuvre ? C'est la solution la plus rationnelle : réallouer l'argent public des dépenses les moins prioritaires vers la transition. Mais concrètement, quelles dépenses réduire ? La santé ? L'éducation ? La sécurité ? La défense ? Chaque poste de dépense a sa légitimité et ses défenseurs. Les arbitrages sont politiquement très risqués.

Le paradoxe fiscal de la transition reste donc, à ce stade, largement non résolu. L'État devra naviguer entre l'érosion de ses recettes fossiles, le maintien des aides vertes, et la grande difficulté de taxer l'électricité ou de réduire d'autres dépenses. Cela rendra le financement public de la transition de plus en plus difficile au fil du temps.

Les contraintes européennes : le Pacte de stabilité

Comme si les contraintes budgétaires nationales ne suffisaient pas, la France doit également se conformer aux règles budgétaires européennes, récemment réformées et durcies. Après plusieurs années de suspension en raison de la pandémie de Covid-19 et de la crise énergétique, ces règles ont été réactivées en 2024 dans une version réformée mais tout aussi contraignante. Le nouveau cadre impose aux États membres de définir une trajectoire d'ajustement budgétaire pluriannuelle, d'une durée de quatre à sept ans, soumise à validation par la Commission européenne, avec une réduction du déficit structurel d'au moins 0,5 point de PIB par an en moyenne. Pour les pays dont la dette dépasse 60 % du PIB, comme la France, dont la dette avoisine 115 %, une obligation de convergence progressive vers ce seuil s'applique à moyen terme, assortie de sanctions financières en cas de non-respect.

Pour la France, les implications concrètes de ce cadre sont considérables. **Avec un déficit qui dépasse 5 % du PIB et un objectif européen de le ramener sous 3 %, la France doit réduire son déficit primaire de 3 points de PIB sur quatre à sept ans⁵.** Cela représente un effort de consolidation budgétaire sur la période de l'ordre de 100 milliards d'euros d'économies ou

⁴ Voir notre repère n° 06, [L'architecture de l'ajustement carbone aux frontières menace l'objectif de réindustrialisation](#), juin 2023.

⁵ Voir Analyse et diagnostic n° 128, [France : dette publique indomptable et spectre d'insoutenabilité](#) (février 2026).

de hausses de prélèvements et ce, simultanément aux investissements massifs que la transition climatique est supposée requérir.

Pour l'Etat : une équation impossible

L'analyse des contraintes budgétaires qui pèsent sur l'État français conduit à un constat sans appel, que la confrontation des chiffres rend particulièrement saisissant. Dans les années qui viennent, l'État devra simultanément consolider ses finances publiques à hauteur de 15 à 25 milliards d'euros par an pour respecter le Pacte de stabilité européen, faire face à la hausse tendancielle de certaines dépenses (santé, retraites, défense...) pour un montant qui pourrait atteindre de l'ordre de 60 à 80 milliards d'euros par an, et absorber une érosion structurelle de 20 à 25 milliards d'euros de recettes de fiscalité fossile à mesure que la transition progresse. Si l'on y ajoute les 30 milliards d'euros de dépenses publiques vertes supplémentaires préconisés par le rapport Pisani-Ferry/Mahfouz, l'ajustement total à trouver d'ici 2030-2035 représente entre 125 et 160 milliards d'euros par an soit l'équivalent de 4 à 5 % du PIB. **Cette situation forme un étau qui se resserre, et prétendre y ajouter un effort massif de dépenses climatiques reviendrait à aggraver encore une situation déjà explosive.**

Cette impasse budgétaire a deux conséquences directes pour la stratégie climatique. D'une part, l'État devra être beaucoup plus sélectif dans ses interventions : concentrer ses moyens limités sur les leviers les plus efficaces et à plus fort effet de levier, et privilégier les signaux-prix et outils de marché plutôt que les subventions indifférenciées. D'autre part, la transition devra reposer massivement sur le financement privé, entreprises et ménages étant appelés à porter chacun 30 à 35 milliards d'euros d'investissement annuel supplémentaire selon les estimations. Mais comme nous allons le voir, ces acteurs sont eux-mêmes soumis à des contraintes économiques considérables qui limitent sévèrement leur capacité à répondre à cet appel.

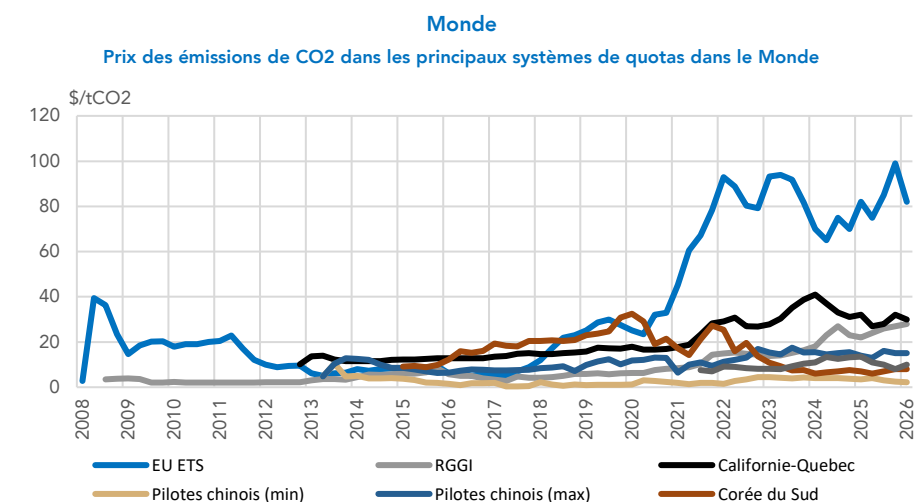
Les entreprises dans un étau

Les entreprises sont appelées à porter environ 30 à 35 milliards d'euros d'investissements supplémentaires par an pour la décarbonation : décarbonation des procédés industriels, rénovation du parc tertiaire, électrification des flottes, production d'énergie décarbonée. Cet effort doit être soupesé dans l'environnement économique réel dans lequel opèrent les entreprises françaises. **Celles-ci font face à une équation de compétitivité dégradée, à des politiques publiques et un niveau de fiscalité et de réglementation qui ne trouvent pas d'équivalent dans le reste du monde, à un décrochage stratégique vis-à-vis de leurs concurrents américains et chinois, et à des arbitrages d'investissement qui se révèlent souvent complexes.** Les réponses nationales et européennes apportées à ces tensions restent, à ce jour, très insuffisantes.

Des outils économiques et réglementaires contraignants

Les entreprises françaises supportent déjà une charge fiscale globale parmi les plus lourdes d'Europe (20 % de prélèvement net des aides en pourcentage de leur valeur ajoutée, contre une moyenne en zone euro de 12 %). Depuis plusieurs années, de nouvelles obligations s'y ajoutent.

Parmi ces instruments, le marché européen de quotas d'émissions (EU ETS), qui couvre depuis 2005 plus de 10 000 installations industrielles et énergétiques représentant environ la moitié des émissions européennes, mérite une appréciation distincte. **Dans son principe, la tarification carbone est l'instrument le mieux adapté pour orienter les décisions des entreprises : elle internalise le coût des émissions dans les calculs économiques, incite à réduire là où c'est le moins coûteux, et garantit l'atteinte d'une cible d'émissions au moindre coût collectif.** Après des années de prix trop bas pour être incitatifs (5 à 10 €/tCO₂ entre 2008 et 2017), l'EU ETS a été profondément réformé, notamment par la création d'une réserve de stabilité du marché en 2019 qui a conduit à restreindre très fortement l'offre de quotas. Le signal prix s'est depuis nettement renforcé, atteignant 80 à 100 €/tCO₂ en 2022-2023, avant de se stabiliser autour de 65 à 85 €/tCO₂ en 2025. Pour une entreprise industrielle, un tel prix représente, si tant est qu'il puisse demeurer clair et prévisible, un signal d'investissement en faveur des technologies bas-carbone.



Source : Rexecode d'après International Carbon Action Partnership (ICAP)

© Rexecode

Le problème n'est donc pas l'instrument en lui-même, mais l'asymétrie profonde dans laquelle il opère. En dehors de l'Europe, les prix du carbone sont soit inexistants soit très faibles : le marché national chinois, pourtant le plus grand du monde en volume d'émissions couvertes, affichait un prix moyen d'environ 13 €/tCO₂ en 2024, en baisse à environ 8 €/tCO₂ en 2025 ; aux États-Unis, il n'existe pas de prix fédéral du carbone, et les initiatives régionales restent marginales à l'échelle de l'économie. Une entreprise européenne qui

paie 70 à 85 €/tCO₂ pour ses émissions, même si elle peut encore bénéficier de façon temporaire et dégressive d'une partie de quotas octroyés gratuitement, se trouve donc en concurrence directe avec des acteurs qui ne supportent aucune contrainte équivalente. L'EU ETS, conçu pour inciter à la décarbonation, devient de facto un handicap de compétitivité dès lors qu'il n'est pas adossé à un mécanisme de protection efficace aux frontières. C'est précisément la vocation du Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières (MACF), qui fera l'objet d'un développement spécifique dans la sous-section suivante, et dont les limites actuelles sont considérables.

C'est dans ce contexte qu'il faut comprendre les pressions exercées début 2026 par l'Allemagne et l'Italie pour réviser, voire suspendre, l'EU ETS. Ces prises de position reflètent une tension réelle : des industries exposées à la concurrence internationale supportent un coût carbone élevé sans protection équivalente à l'export ni signal comparable chez leurs concurrents. La contestation du système n'est pas infondée dans son diagnostic⁶. Elle serait cependant contre-productive dans sa conclusion : démanteler ou affaiblir l'EU ETS reviendrait à supprimer le seul instrument qui, à ce jour, envoie aux entreprises européennes un signal d'investissement cohérent avec les objectifs climatiques, sous une forme efficace qui minimise les coûts par rapports à d'autres alternatives réglementaires. **La bonne réponse n'est pas de réduire la contrainte carbone en Europe, mais de la rendre équitable à l'échelle mondiale, en renforçant les mécanismes de protection aux frontières (sur lesquels nous revenons un peu plus loin) et/ou en engageant rapidement nos partenaires commerciaux sur la voie d'une tarification comparable.** L'EU ETS, bien conçu, devrait être un levier d'incitation et de compétitivité verte, non une pénalité unilatérale. L'extension du marché carbone européen, qui couvrira les émissions liées aux consommations d'énergie fossile non couvertes par le système des quotas des industriels à partir de 2028, va élargir la couverture du signal prix du carbone aux autres entreprises (secteur tertiaire, mais aussi petites et moyennes industries) avec un prix attendu de 80 à 100 €/tonne, ce qui augmentera ici aussi les coûts sans en contrôler a priori les effets sur la compétitivité.

D'autres textes divers alourdissent le fardeau réglementaire qui pèse sur les entreprises européennes. La CSRD (*Corporate Sustainability Reporting Directive*), qui impose un *reporting* extra-financier détaillé sur les impacts environnementaux et sociaux, en est un exemple, même si sa portée a été revue pour en minimiser les coûts de mise en conformité qui sont importants. La directive sur le devoir de vigilance est un autre exemple, qui oblige à carto-

⁶ En Italie en particulier, où le gaz représente encore environ 60 % de la production électrique, la tarification au coût marginal conduit à une répercussion quasi-intégrale du prix du CO₂ dans le prix de l'électricité, aggravant potentiellement le handicap de compétitivité des industriels. La France, dont le mix électrique repose à moins de 10 % sur le gaz, est moins exposée, comme l'Espagne qui a réduit la part du gaz dans son mix à environ 20 % en quelques années. Des dispositifs de compensation des coûts indirects du CO₂ existent pour atténuer cet effet sur les industriels électro-intensifs, mais ils sont soumis à autorisation de la Commission européenne et leur couverture reste inégale selon les États membres. A plus long terme, à mesure que la décarbonation du mix électrique européen progressera et que la part du gaz dans la production d'électricité diminuera, ce mécanisme de transmission devrait perdre de son intensité.

graphier et prévenir les risques sur l'ensemble de la chaîne de valeur (fournisseurs et sous-traitants inclus), avec des risques juridiques considérables à la clé.

La densité réglementaire et fiscale qui s'accumule sans équivalent mondial constitue ainsi un obstacle spécifique à la décision d'investir dans la décarbonation, distinct des coûts intrinsèques des technologies bas-carbone. Une analyse récente de la Banque centrale européenne fondée sur un examen systématique des déclarations de grandes entreprises cotées en zone euro le confirme : parmi les freins à l'investissement vert, la complexité et l'incertitude réglementaires représentent 23 % des obstacles mentionnés, contre seulement 6 % pour l'investissement courant. Ce différentiel signifie que la pression réglementaire pèse de façon structurellement disproportionnée sur les décisions d'investissement en faveur de la décarbonation. **Les entreprises européennes se trouvent ainsi dans une double contrainte : elles doivent être simultanément vertueuses sur le plan environnemental et compétitives face à des concurrents qui ne supportent pas de contrainte équivalente** (BCE, Bulletin économique, n° 1, [*Overcoming structural barriers to the green transition*](#), 2026).

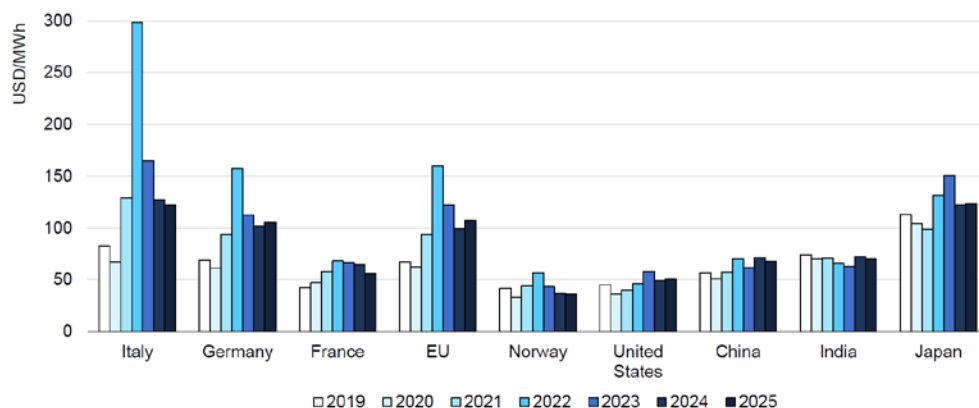
Le coût de l'énergie : un facteur différencié selon les vecteurs et les zones de comparaison

Parmi les contraintes qui pèsent sur les décisions d'investissement industriel, le coût de l'énergie mérite une présentation nuancée, car sa portée varie selon le vecteur énergétique considéré et selon la zone de référence retenue pour la comparaison.

Sur l'électricité, la situation française est sensiblement différente de celle de ses partenaires européens. Les données de l'Agence internationale de l'énergie pour les grands consommateurs industriels électro-intensifs montrent que le prix final de l'électricité en France s'établissait sur la période 2019-2025 entre 45 et 65 USD/MWh, un niveau comparable à celui observé aux États-Unis (40 à 60 USD/MWh) et à la Chine (55 à 70 USD/MWh), et très inférieur à la moyenne européenne, à l'Allemagne ou à l'Italie. Le pic de 2021-2022 lié à la crise énergétique a bien sûr affecté la France, mais de façon nettement moins prononcée que chez ses voisins. Pour l'électricité, le différentiel de compétitivité est donc d'abord un problème européen, dont la France demeure relativement protégée pour ce qui concerne les grands consommateurs électro-intensifs. **Tant que cette situation pourra perdurer, elle demeurera un atout certain, sur lequel repose le pilier 2 de la stratégie proposée dans ce document.** Pour les autres entreprises, les données d'Eurostat montrent que la situation reste favorable à la France au sein de l'Europe. Cette analyse présente des résultats généraux qui peuvent ne pas toujours rendre compte de la diversité et de l'hétérogénéité des situations rencontrées par les entreprises. Celles-ci dépendent de nombreux facteurs : des quantités et des profils de consommation, des modes de contractuali-

sation, des régulations et dispositifs compensatoires en place (comme la compensation de coûts indirects du CO₂), des tarifs de réseaux, de la fiscalité applicable etc.

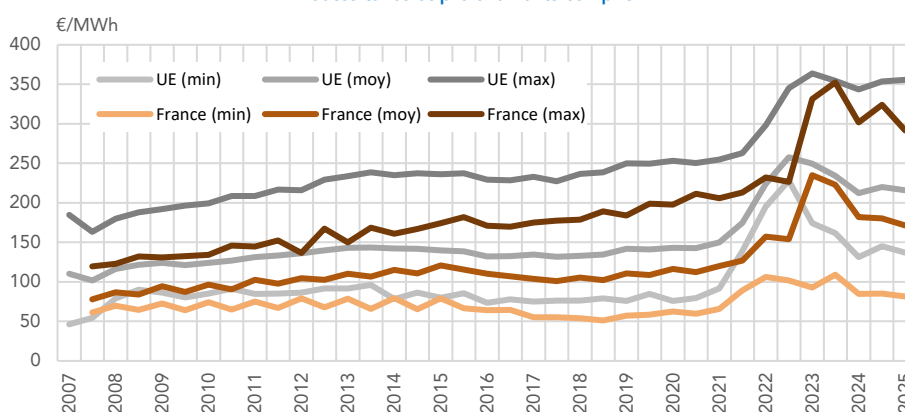
Estimated final electricity prices for large industrial customers in energy-intensive industries, 2019-2025



IEA. CC BY 4.0.

Notes: Values for 2025 are preliminary. This analysis considers electricity prices of industries with greater than 150 GWh of annual electricity consumption for European countries, based on Eurostat data. Electricity price compensation is included for countries that participate in the EU-ETS. For the calculation of the maximum possible state aid for electricity price compensation in the European Union, the analysis assumes that the specific product has an electricity consumption benchmark of 0.8 and that the company in question receives the maximum possible state aid once this benchmark is incorporated into the maximum aid calculation. The final electricity price for the United States is based off the final electricity price for industry in Texas. The prices for the United States and China are indicative of the average reported prices, while prices for individual industries depend on their energy consumption levels and where they are located.

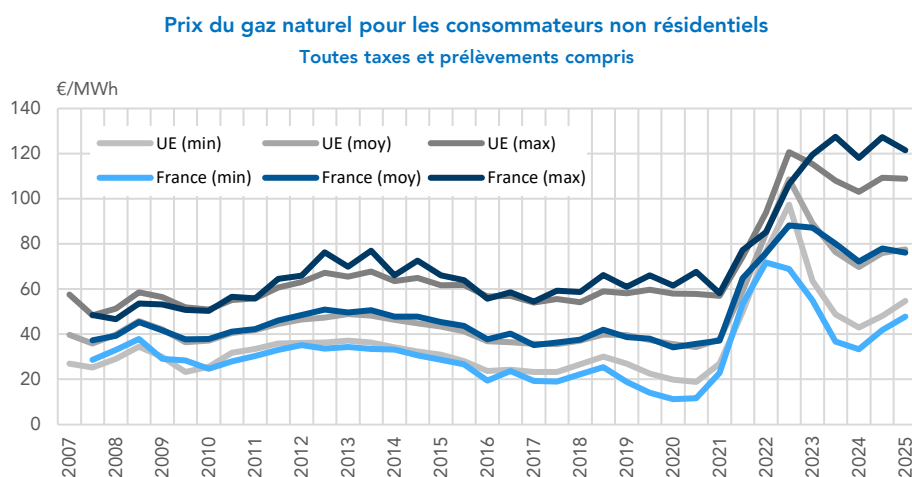
Prix de l'électricité pour les consommateurs non résidentiels Toutes taxes et prélèvements compris



Source : Eurostat

© Rexecode

La situation est différente pour le gaz naturel. Sur ce vecteur, la France partage avec l'ensemble de l'Europe un désavantage structurel vis-à-vis des États-Unis. Le rapport Draghi (2024) a établi que l'écart de prix du gaz pour les consommateurs industriels entre l'UE et les États-Unis atteignait environ 46 €/MWh en 2023, contre 13 €/MWh en 2019, un différentiel qui s'est considérablement creusé depuis la crise énergétique de 2021-2022 et qui ne s'est que partiellement résorbé depuis. Les tensions géopolitiques au Moyen-Orient maintiennent ce différentiel sous pression et rappellent que la dépendance au prix du gaz importé reste un risque structurel pour l'industrie européenne, indépendamment de toute décision de politique climatique. Pour les industries dont les procédés dépendent encore du gaz comme combustible ou comme matière première (comme la chimie par exemple), ce différentiel constitue un facteur de perte de compétitivité réel, partagé avec l'ensemble des industriels européens.



Source : Eurostat

© Rexecode

Au total, le coût de l'énergie est un facteur de compétitivité industrielle dont la portée doit être lue à deux niveaux distincts : un avantage comparatif de la France au sein de l'Europe sur l'électricité, qui constitue un levier à valoriser dans une stratégie de réindustrialisation bas-carbone ; et un désavantage partagé avec l'ensemble de l'industrie européenne sur le gaz face en particulier aux États-Unis, héritage de la crise énergétique et de la dépendance structurelle de l'Europe aux importations de gaz fossile.

Le contretemps stratégique face aux États-Unis et à la Chine

Le contexte concurrentiel dans lequel opèrent les entreprises françaises s'est profondément modifié depuis 2022, sous l'effet de choix politiques radicalement divergents entre les grandes puissances (voir section 1). L'*Inflation Reduction Act* américain a mobilisé plusieurs centaines de milliards de dollars

de crédits d'impôt et de subventions directes pour rendre les investissements verts plus rentables sur le territoire américain. La Chine, de son côté, subventionne massivement et de façons très diverses l'ensemble de sa chaîne de valeur industrielle et en particulier les technologies vertes, des terres rares aux batteries et aux véhicules, en passant par les équipements solaires.

Contrairement à ces deux zones concurrentes, l'Europe n'a pas réellement intégré sa politique énergétique et climatique au sein d'une stratégie économique générale, cohérente, puissante et assumée. Ce choix de plaquer des objectifs environnementaux sur l'économie sans les insérer dans un cadre économique plus large et mis en cohérence se traduit, pour les entreprises établies en Europe et en particulier en France, par une asymétrie de situation dont les effets sont cumulatifs.

La conséquence la plus préoccupante n'est pas tant la délocalisation de productions existantes que la « non-localisation » des investissements futurs. Les décisions d'implantation de nouvelles capacités de production, en particulier en lien avec la transition (batteries, électrolyseurs, pompes à chaleur, composants pour les énergies renouvelables) s'orientent vers les territoires qui offrent les meilleures conditions de rentabilité. L'Europe et la France risquent ainsi de se retrouver dans la position de marchés de consommation pour des technologies vertes produites ailleurs, tout en continuant d'imposer à leur base industrielle résiduelle des contraintes que ses concurrents ne supportent pas.

La nécessité d'un cadre européen cohérent

Les entreprises européennes supportent des obligations que leurs concurrentes extérieures ne partagent pas, sans que des mécanismes de compensation suffisants ne viennent rétablir l'équité concurrentielle. Comme nous l'avons vu, l'Europe reste, et de loin, la zone où le prix du carbone est le plus élevé pour les établissements industriels couverts. Ce niveau, qui n'a pas d'équivalent chez les principaux concurrents, constitue en lui-même un facteur de distorsion.

Le Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières (MACF), entré en vigueur progressivement depuis octobre 2023 et de façon effective depuis janvier 2026, était censé apporter cette correction. En imposant aux importateurs européens l'achat de certificats proportionnels au contenu carbone des produits entrant sur le territoire, il vise à égaliser les conditions de concurrence entre producteurs soumis au prix du carbone et ceux qui ne l'acquittent pas. L'intention est légitime et le mécanisme mérite d'être défendu en tant qu'instrument de droit international du commerce. Mais l'architecture retenue comporte des fragilités importantes que Rexecode avait identifiées dès juin 2023 (Voir Repères n° 6, [L'architecture de l'ajustement carbone aux frontières menace l'objectif de réindustrialisation](#), 7 juin 2023).

La première tient au périmètre. Le MACF couvre six familles de produits de base (ciment, acier, aluminium, engrais, hydrogène, électricité), représentant environ la moitié des émissions industrielles. **Ce sont précisément les secteurs en aval, qui utilisent ces produits comme intrants, qui vont subir la hausse du coût de leurs consommations intermédiaires, sans bénéficier eux-mêmes de la protection du mécanisme.** La sidérurgie illustre bien l'enjeu : si le coût du CO₂ était intégralement répercuté dans le prix de l'acier primaire, cela représenterait une hausse d'environ 20 % du prix à la tonne, qui se propagerait en cascade à 77 branches de l'économie française, faisant baisser la valeur ajoutée de certaines d'entre elles de 2 à 7 % (Rexecode, Repères n° 6, 2023). Or les véhicules, machines et équipements importés, fabriqués à partir d'acier hors d'Europe, entrent eux sans ajustement carbone correspondant, ce qui crée une distorsion importante, pour des acteurs qui paradoxalement ont des émissions directes de gaz à effet de serre très faibles comparativement au contenu carbone des produits qu'ils utilisent.

La deuxième fragilité est symétrique : le MACF peut protéger le marché intérieur européen pour les produits amont, mais **il ne protège pas la position des exportateurs, que ce soit pour les produits amont comme aval.** Les producteurs européens, qui acquittent un prix du carbone élevé, voient leur compétitivité dégradée sur les marchés tiers où leurs concurrents ne supportent pas ce surcoût. Le mécanisme d'allocation gratuite de permis, qu'il doit remplacer progressivement, ne présentait pas ce défaut.

À ces limites structurelles s'ajoutent des incertitudes opérationnelles. Le calcul du contenu carbone des importations repose sur des informations fournies par les exportateurs eux-mêmes, avec les risques de fiabilité et d'optimisation que cela implique. **Plus généralement, le mécanisme reste exposé à des stratégies de contournement, par exemple via la recomposition des chaînes d'approvisionnement ou le transit par des pays tiers, risques qui ne sont probablement pas suffisamment pris en compte** dans la proposition de révision de décembre 2025. Et le rendement financier du mécanisme reste modeste : les simulations disponibles, dans l'hypothèse d'une couverture étendue, suggèrent un ordre de grandeur d'une dizaine de milliards d'euros par an à l'échelle de l'ensemble de l'UE pour un prix du carbone à 100 €/tonne, chiffre qui constitue probablement un majorant.

Au total, les instruments existants ou en cours de déploiement ne suffisent pas à corriger l'asymétrie fondamentale dans laquelle se trouvent les entreprises françaises et européennes. Sans une montée en ambition significative du cadre commun (élargissement du MACF aux produits transformés, mécanisme de soutien à l'export, coordination industrielle dans le cadre du *Clean Industrial Deal* récemment adopté...), la contrainte de décarbonation continuera d'opérer comme un désarmement économique unilatéral, au lieu d'être transformée en levier de réindustrialisation.

Plus fondamentalement : un arbitrage difficile entre investissements

Pour comprendre la contrainte qui pèse sur les entreprises, il faut partir de la logique qui gouverne leurs décisions d'investissement dans une économie de marché ouverte. Une entreprise investit pour maintenir ou améliorer sa productivité, renouveler ses équipements en fin de vie, innover, conquérir de nouveaux marchés ou renforcer sa position concurrentielle. Ces investissements doivent dégager une rentabilité suffisante sur un horizon compatible avec les conditions de financement disponibles : ils sont soumis à un impératif de retour sur capital, d'autant plus exigeant que la capacité d'autofinancement est limitée et que l'accès au crédit est contraint par des taux élevés ou des ratios prudentiels. C'est dans ce cadre, et non en dehors, que la politique climatique doit s'inscrire.

La transition énergétique peut s'articuler favorablement avec cette logique dans les cas où les investissements de décarbonation coïncident avec des investissements productifs : le déploiement de sources d'énergies compétitives peut réduire la facture énergétique d'un industriel, l'efficacité thermique d'un équipement neuf améliore ses coûts d'exploitation, une réindustrialisation adossée à un mix électrique bas-carbone constitue un avantage comparatif. Dans ces configurations, la transition et la compétitivité se renforcent mutuellement.

La difficulté surgit lorsque les investissements requis par la transition s'imposent à l'entreprise sans s'intégrer dans sa logique propre. Remplacer un procédé industriel en état de fonctionnement par une solution décarbonée plus coûteuse à l'achat et à l'usage, sans gain de productivité associé, représente une dépense de conformité qui mobilise une part de la capacité de financement sans la renouveler. Si cette dépense se substitue à un investissement de modernisation ou d'expansion qu'elle aurait sinon financé, l'effet sur la compétitivité de l'entreprise est négatif à moyen terme. **Le rapport Pisani-Ferry/Mahfouz (2023) note à cet égard que les études empiriques concluent à un ralentissement de la productivité pendant la phase de transition**, de l'ordre d'un tiers de point par an. Il convient ici de distinguer deux types de contraintes, dont les remèdes ne sont pas interchangeables. Dans certains cas, la rentabilité attendue de l'investissement de décarbonation est réelle, mais l'acteur ne dispose pas des liquidités ou de la capacité d'emprunt pour avancer la mise de fonds initiale : c'est un problème de financement, auquel répondent les subventions, les prêts bonifiés ou les mécanismes de tiers-financement. Dans d'autres cas, notamment pour les industries exposées à la concurrence internationale, la technologie décarbonée est structurellement plus onéreuse que l'alternative fossile et aucun horizon temporel raisonnable ne permet d'en compenser le surcoût : c'est un problème de coût, auquel répondent le signal-prix carbone, les mécanismes d'ajustement aux frontières, la baisse des coûts par l'industrialisation des filières, et à plus long terme le soutien à l'innovation.

Cette tension est particulièrement aiguë pour les PME et ETI, dont les capacités d'autofinancement sont limitées et dont l'accès au marché de capitaux est réduit. Pour ces entreprises, la contrainte est d'ordre arithmétique : une enveloppe d'investissement annuelle donnée doit couvrir à la fois le maintien de la compétitivité et les exigences réglementaires croissantes liées à la transition. Lorsque les secondes excèdent ce que la rentabilité prévisible permet d'absorber, la réponse observée est le report d'investissement, la réduction des dépenses de modernisation, voire la reconsidération de la localisation des activités.

C'est en ce sens que la question du financement de la transition ne peut être dissociée de celle de sa conception : **une politique climatique qui conduit les entreprises à substituer des investissements de conformité à des investissements productifs ne se financera pas, non par manque de volonté, mais parce qu'elle contrevient à la logique économique qui gouverne leurs décisions.**

Ce constat vaut, avec des mécanismes différents, pour les ménages, qui font face à leur propre arbitrage entre consommation courante, épargne et investissements de long terme.

Des ménages contraints : acceptabilité sociale et capacité financière

La contrainte qui pèse sur les ménages est de nature différente de celle des entreprises, mais obéit à une logique similaire. Un ménage arbitre entre consommation présente, épargne de précaution et investissements de long terme. Dans cet arbitrage, les investissements de transition (rénovation énergétique, remplacement d'équipements de chauffage, véhicule électrique) présentent une caractéristique économique particulière : leur rentabilité est positive dans beaucoup de configurations sur la durée de vie de l'équipement, mais elle suppose de mobiliser un capital initial important que beaucoup de ménages ne détiennent pas sous forme liquide.

La rénovation énergétique d'une maison individuelle illustre bien cette tension. Un investissement de l'ordre de 30 000 euros génère des économies annuelles d'environ 1 500 euros sur la facture énergétique, soit un temps de retour d'une vingtaine d'années. La rentabilité économique est donc positive, mais le problème n'est pas la rentabilité : c'est le préfinancement. Même avec les aides publiques disponibles (MaPrimeRénov, éco-PTZ), le reste à charge moyen d'une rénovation performante se situe entre 10 000 et 15 000 euros, une somme que les ménages modestes ne peuvent mobiliser et que les classes moyennes hésitent à prélever sur une épargne de précaution psychologiquement verrouillée. Les ménages aisés disposent des capacités financières requises, mais arbitrent face à d'autres usages de leur épargne offrant des horizons de rentabilité plus courts.

Ce problème de liquidité est aggravé par deux facteurs structurels. D'une part, le décalage entre l'horizon de rentabilité de l'investissement (15 à 25 ans) et la durée moyenne de détention d'un logement (7 à 10 ans) : le propriétaire qui cède son bien avant d'avoir amorti ses travaux peut ne pas récupérer totalement la valeur créée, surtout dans les marchés immobiliers détendus. D'autre part, la dissociation entre le bailleur (qui investit) et le locataire (qui bénéficie des économies d'énergie) crée une incitation perverse au sous-investissement chronique dans le parc locatif privé.

S'y ajoute la complexité administrative des dispositifs d'aide, dont les effets de déperdition sont documentés : le parcours MaPrimeRénov en rénovation d'ampleur mobilise les ménages sur douze à dix-huit mois et requiert une avance de trésorerie sur l'ensemble de la durée. La combinaison de ces obstacles explique que seule une minorité des ménages qui expriment un intérêt pour la rénovation mène effectivement un projet à son terme.

Enfin, la contrainte n'est pas seulement financière : elle est aussi sociale. Les ménages ruraux et périurbains, dépendants de l'automobile et propriétaires de logements anciens mal isolés, sont précisément ceux à qui la transition demande les efforts les plus lourds (le remplacement d'une chaudière fioul et l'achat d'un véhicule électrique représentent ensemble 40 000 à 50 000 euros), avec les capacités financières les plus limitées. **Cette asymétrie entre la charge demandée et les moyens disponibles pour y faire face est au cœur de l'acceptabilité sociale de la transition : une politique climatique perçue comme punitive pour ceux qui n'ont pas les moyens de s'y adapter risque de susciter des résistances qui en compromettent la mise en œuvre bien avant d'en atteindre les objectifs.**

Le bouclage macroéconomique : comment financer ces investissements supplémentaires ?

La macroéconomie pose une contrainte d'ensemble que les contraintes sectorielles, prises isolément, ne font qu'illustrer. En économie, tout investissement est financé par une épargne correspondante. La question du bouclage macroéconomique est donc simple à formuler : qui va épargner davantage pour que les investissements de transition puissent être réalisés ?

Le point de départ est l'effet de substitution entre investissements verts et fossiles. Si cet effet joue à plein, comme il le devrait dans une trajectoire de décarbonation cohérente, les 60 milliards d'euros environ d'investissements fossiles annuels sont progressivement remplacés par des investissements verts. Mais en raison du différentiel de coût en capital entre technologies décarbonées et technologies fossiles (le CAPEX plus élevé des premières, partiellement compensé par de moindres coûts d'exploitation), ce remplacement ne se fait pas à montant égal : il exige un surcroît d'investissement net de l'ordre de 80 milliards d'euros par an. Reste ensuite la question des investissements « gris », c'est-à-dire les investissements productifs courants sans lien direct avec la transition : numérique, machines-outils, R&D... Si l'en-

veloppe totale de FBCF reste constante, financer les investissements verts supplémentaires conduit mécaniquement à évincer des investissements gris. Or ces investissements sont indispensables au fonctionnement même de l'économie : les sacrifier se paierait en perte de productivité, de compétitivité, de recettes fiscales. Ils ne peuvent donc pas constituer la variable d'ajustement. La conclusion qui en découle est que la transition exige une augmentation nette de la formation brute de capital fixe (FBCF, l'investissement) totale, d'un montant pouvant atteindre 80 milliards d'euros par an, ou un peu moins si certains effets d'éviction sur les investissements gris se révèlent peu dommageables. C'est cette épargne supplémentaire qu'il faut trouver.

L'État : un déficit massif qui réduit sa capacité à investir. Avec un déficit public avoisinant 5 % du PIB, soit environ 150 milliards d'euros par an, l'État n'épargne pas : il désépargne. Non seulement il ne contribue pas à financer la transition, mais il absorbe de l'épargne privée pour financer son propre déséquilibre, via l'émission de dette souveraine. L'État ne peut donc pas être une source nette d'épargne à court ou moyen terme, sauf à engager un assainissement budgétaire que ses marges de manœuvre, décrites précédemment, rendent très difficile.

Les entreprises : une capacité limitée sous des conditions qui ne sont pas réunies. Les entreprises financent leurs investissements sur leurs bénéfices non distribués, par recours à l'endettement ou par appel aux fonds propres externes, selon la nature et le profil de risque de l'investissement. Leur capacité de financement existe, mais elle est contrainte : par les marges, qui se compriment sous l'effet des coûts de l'énergie et des charges réglementaires ; par l'arbitrage entre investissements de décarbonation et investissements productifs ; par le niveau des taux d'intérêt, qui renchérit le recours au crédit. La contribution des entreprises au financement de la transition est donc possible, mais conditionnelle à des signaux-prix et à un environnement compétitif qui, dans la situation actuelle, ne sont pas réunis. Des dispositifs publics existent pour tenter de compenser partiellement ces contraintes : France 2030, le crédit d'impôt pour les investissements dans l'industrie verte (C3iV), et les discussions en cours autour d'un instrument d'accélération des investissements (IAA) s'inscrivent dans une logique de catalyse publique. Leur portée, leurs limites et leur articulation avec les signaux-prix sont abordés dans la section 4 (pilier 2).

Les ménages : une épargne abondante mais qui n'est pas orientée vers la transition. Les ménages français disposent d'un stock d'épargne financière considérable, de l'ordre de 6 000 milliards d'euros, mais plus de 2 200 milliards d'euros sont détenus sur des supports liquides et sécurisés (Livret A, fonds euros en assurance-vie, comptes à vue). Cette épargne de précaution reflète des préférences profondes : aversion au risque, préférence pour la liquidité, renforcée par l'incertitude économique courante ; méfiance vis-à-vis des produits financiers complexes ou à long terme. Or les investissements de transition ont besoin de l'inverse : des capitaux longs (20 à 40 ans d'horizon), acceptant une certaine illiquidité, et tolérants au

risque. Réorienter l'épargne des ménages vers ces usages supposerait des évolutions substantielles des produits d'épargne, voire des incitations fiscales, et une transformation du rôle des intermédiaires financiers qui font eux-mêmes face à de fortes contraintes (les banques par Bâle III, les assureurs par Solvabilité II). Ce diagnostic est partagé par le rapport du groupe de travail de l'Institut de la Finance Durable (IFD, Plan d'actions pour le financement de la transition écologique, juin 2023) : l'épargne financière des ménages français, estimée à près de 6 000 milliards d'euros, est massivement concentrée dans des produits liquides et peu risqués, inadaptés aux horizons longs requis par les investissements de la transition. L'IFD formule en conséquence des recommandations visant à réorienter les stocks et flux d'épargne vers les instruments de financement de la transition écologique.

L'épargne extérieure : une solution non pérenne. Si la demande d'investissement excède l'épargne nationale, la différence peut être couverte par un recours à l'épargne étrangère, ce qui se traduit par une dégradation de la balance courante. La France présente déjà en moyenne sur longue période un déficit courant. Générer un important déficit pour financer la transition accroîtrait la dépendance vis-à-vis de financeurs extérieurs dans un contexte géopolitique, marqué notamment par les tensions au Moyen-Orient et leurs effets sur les marchés financiers mondiaux, qui rend cette vulnérabilité particulièrement risquée. Dans la durée, des investissements dont la rentabilité est suffisamment incertaine pour ne pas avoir trouvé preneurs auprès de l'épargne domestique ne sauraient durablement attirer des financeurs étrangers.

L'équation ne boucle donc pas spontanément. Face à ce diagnostic, plusieurs réponses circulent dans le débat public. Elles méritent d'être examinées brièvement, car elles partagent le défaut commun de traiter le problème comme s'il était soluble facilement :

- **La création monétaire massive**, parfois présentée comme « monnaie hélicoptère verte » ou « QE climatique », se heurte à trois obstacles. La BCE vient de conduire le resserrement le plus rapide de son histoire pour juguler une inflation à 10 % en zone euro : relancer la planche à billets sans ancrage productif rouvrirait exactement la même dynamique. Plus fondamentalement, la création monétaire ne produit pas de ressources réelles ; si les facteurs nécessaires à la transition sont déjà sous tension, elle génère de l'inflation sectorielle sans rien accélérer. Quant à l'annulation des dettes souveraines détenues par la BCE, elle est comptablement circulaire : la banque centrale étant économiquement une filiale de l'État, auquel elle reverse ses profits et dont le contribuable absorbe les pertes, effacer cette créance revient à ce que l'État s'annule une dette envers lui-même. L'opération ne libère aucune ressource nette et, en dégradant les fonds propres de la BCE, elle risque d'éroder la confiance dans la monnaie et de provoquer l'inflation qu'elle prétendait éviter.
- **L'endettement public dédié à la transition**, même encadré par une règle d'or « hors investissements verts », bute sur une dette déjà supérieure à 110 % du PIB en France et en Italie, des taux structurellement remontés (l'OAT 10 ans à 3,5 % contre moins de 0 % en 2021) et des règles euro-

péennes dont l'assouplissement resterait conditionnel et partiel. On obtiendrait de la marge, mais pas à la hauteur du besoin.

- La voie de « **l'austérité verte** » (accepter une diminution durable du niveau de vie pour dégager l'épargne nécessaire) est non seulement économiquement dangereuse mais politiquement impraticable : plusieurs précédents nous rappellent que les sociétés démocratiques ne supportent pas longtemps un appauvrissement perçu comme injuste.
- Enfin, l'attente du **miracle technologique** (parier sur la baisse des coûts pour rendre la transition spontanément rentable) ne résout pas le problème du préfinancement, qui subsiste même quand les coûts unitaires décroissent.

Chaque source d'épargne se heurte à des contraintes qui limitent sa contribution : l'État ponctionne de l'épargne privée, les entreprises ont une capacité contributive mais sous conditions de rentabilité, les ménages épargnent sur des supports ne répondant pas aux besoins de la transition, et le recours à l'épargne étrangère n'est pas viable à long terme. La seule voie réaliste passerait donc par une combinaison sélective et exigeante au sein de ces contraintes, aucun des agents ne pouvant à lui seul couvrir l'ensemble des besoins. Plus le mur d'investissement est élevé, plus cette combinatoire est difficile à trouver et plus le risque de voir certaines de ces contraintes céder sous la pression est grand. Forcer le passage « quoi qu'il en coûte », en ignorant ces contraintes, conduirait à l'un de trois scénarios peu souhaitables : un blocage économique où les acteurs ne parviennent pas à investir et où les trajectoires SNBC sont manquées ; un blocage social où les contraintes imposées sans moyens adéquats suscitent un rejet politique majeur ; ou un décrochage compétitif où l'effort est réalisé mais au prix d'une éviction des investissements productifs qui appauvrit structurellement l'économie française tout en déplaçant les émissions vers d'autres pays.

Nous avons établi précédemment que la courbe des besoins d'investissement est exponentielle : les dernières tonnes de CO₂ à éliminer coûtent bien plus cher que les premières, pour un effet sur les émissions totales de plus en plus faible. **Il existe donc une marge pour prioriser les gisements de réduction les plus accessibles économiquement, réduire d'autant le montant d'épargne à mobiliser, et limiter la mise sous tension simultanée de toutes les contraintes décrites ici, à condition de s'assurer que la contribution climatique de la France aux émissions mondiales reste tout aussi ambitieuse, voire plus efficace qu'elle ne l'est aujourd'hui.** C'est précisément la logique de la stratégie alternative développée en section 4 : non pas faire moins, mais faire mieux, en orientant le capital disponible vers les investissements à plus fort impact climatique.

4. Une stratégie à trois piliers pour décarboner davantage à moindre coût

Les trois sections précédentes ont établi le diagnostic : la France a engagé une décarbonation réelle de ses émissions territoriales, mais au prix d'une empreinte carbone qui peine à diminuer ; le chemin restant à parcourir pour atteindre les objectifs de la SNBC 3 suppose un effort d'investissement d'une ampleur sans précédent, dont la courbe exponentielle trahit la non linéarité des coûts ; et cet effort se heurte à des contraintes économiques structurelles qui pèsent simultanément sur les finances publiques, les entreprises et les ménages.

La conclusion s'impose d'elle-même : non pas renoncer à l'ambition climatique, mais la reformuler. La stratégie que nous proposons repose sur trois piliers complémentaires. Le premier consiste à optimiser l'usage des ressources disponibles, en révisant l'objectif territorial à un niveau faisable et en réallouant l'effort là où chaque euro investi produit le plus de réduction d'émissions. Le deuxième mobilise les atouts industriels de la France au service d'une réindustrialisation bas-carbone, qui réduit l'empreinte tout en renforçant la compétitivité. Le troisième tire parti des mécanismes de coopération internationale prévus par l'Accord de Paris pour aller chercher, là où elles sont accessibles, des réductions d'émissions mondiales que le territoire national ne peut produire qu'à un coût prohibitif. Ces trois piliers sont présentés successivement dans les sous-sections qui suivent, avant un bilan consolidé qui en montre la cohérence d'ensemble.

Pilier 1 : optimiser objectifs et répartition sectorielle

Réviser l'objectif territorial pour maximiser la faisabilité économique

Nous avons montré que la trajectoire actuelle de la SNBC 3, qui vise la neutralité carbone en 2050 avec un point de passage à -50 % en 2030 par rapport à 1990, se heurte à un mur d'investissements dont le caractère exponentiel concentre les difficultés de financement sur les paliers les plus tardifs et les plus coûteux de la trajectoire. C'est d'abord le niveau de réduction territoriale visé à l'horizon 2050 qui appelle une révision : c'est là que les besoins d'investissement sont les plus disproportionnés, et que les gisements résiduels présentent les coûts d'abattement les plus élevés pour les gains climatiques les plus marginaux.

Sous l'hypothèse que les actions de décarbonation seraient engagées dans l'ordre strict de leur coût croissant, cette révision de l'ambition 2050 n'impliquerait aucune conséquence sur la cible intermédiaire de 2030 : les mesures les moins coûteuses seraient mobilisées de toute façon, et seul le niveau d'ambition retenu pour 2050 déterminerait quels gisements ne sont pas retenus. Ce raisonnement est économiquement cohérent, et il importe de ne pas le nier. En pratique, cependant, le cadre réglementaire et les outils

mobilisés ne garantissent pas forcément ce séquençage optimal. Dans cette optique, il n'est pas exclu qu'une révision de l'ambition 2050 emporte, de façon marginale, un ajustement du point de passage 2030, par exemple à -45 % au lieu de -50 %. Cet ajustement du point de passage intermédiaire n'est pas une nécessité logique du raisonnement, mais il peut en être une conséquence pratique cohérente.

Les gisements ainsi préservés par cette révision de l'ambition territoriale de long terme sont précisément ceux qui, dans la partie la plus exponentielle de la courbe des coûts, mobiliseraient les ressources les plus importantes pour les gains climatiques les plus marginaux. Les redéployer vers des mécanismes à plus fort impact mondial, dans le cadre des piliers 2 et 3 de la stratégie décrits plus loin, produira une contribution climatique mondiale au moins équivalente, et probablement supérieure.

Optimiser la répartition sectorielle de l'effort

Réduire le niveau global de l'objectif territorial n'est qu'une première dimension de l'optimisation. La seconde, tout aussi significative, consiste à réviser la répartition de l'effort entre secteurs. C'est ici qu'intervient la notion de coût marginal d'abattement (MAC), instrument analytique central de l'économie du climat.

Le coût marginal d'abattement d'une tonne de CO₂ équivalent est le coût associé à la réduction d'une unité supplémentaire d'émissions : il se calcule en rapportant, sur la durée de vie d'une mesure de décarbonation, le surcoût net (l'investissement additionnel requis par rapport à la technologie de référence, corrigé des différences de coûts d'exploitation) au volume d'émissions évitées. Il peut être négatif pour les investissements rentables à cet horizon, ou positif pour les mesures présentant un surcoût net sur la période. La logique économique élémentaire commande de mobiliser en priorité les gisements dont le coût d'abattement est le plus faible, pour atteindre un objectif donné au moindre coût total. À effort climatique constant, l'ordre dans lequel on mobilise les gisements détermine le coût agrégé qui pèse sur l'économie.

Cette logique est aujourd'hui assez bien documentée pour la France. Les travaux de la commission sur les coûts d'abattement présidée par Patrick Criqui, publiés par France Stratégie entre 2021 et 2023, ont établi des évaluations sectorielles détaillées pour les transports, le bâtiment résidentiel, la production d'électricité, l'hydrogène et l'industrie. Ils mettent en évidence une forte hétérogénéité des coûts selon les leviers : à l'horizon 2030, les principales options dans les secteurs de consommation finale se situent dans une fourchette de l'ordre de 150 à 250 €/tCO₂, niveau compatible avec la valeur de l'action pour le climat (VAC) telle que définie par la commission Quinet, mais avec des écarts considérables entre gestes au sein d'un même secteur. Une analyse complémentaire de la DG Trésor et de la DGE, publiée en septembre 2024, confirme et précise cette hétérogénéité sur trois secteurs (rénovation des logements, électrification des véhicules routiers, décarbonation de l'industrie) : le coût d'abattement privé d'un monogeste d'isolation

atteint environ 720 €/tCO₂ (ou 430 €/tCO₂ sur une hypothèse de durée de vie de trente ans), là où le remplacement d'une chaudière fioul par une pompe à chaleur dans un logement de classe F présente un coût d'abattement négatif (-129 €/tCO₂), signifiant que l'opération est rentable pour le ménage sans même tenir compte du bénéfice climatique. Ces travaux confirment que les coûts à la tonne évitée varient d'un rapport de un à dix, voire davantage, selon le levier considéré et le contexte d'application. Ils montrent aussi que le nombre d'hypothèse sur lequel reposent ces calculs est considérable (prix des énergies, coût du capital, durée considérée...), et que des réévaluations périodiques sont indispensables.

La construction de la SNBC 3 a certes mobilisé des travaux de modélisation sectorielle approfondis (plusieurs *runs* successifs de la DGEC), des consultations de parties prenantes, ainsi que des évaluations du SGPE. Ces travaux ont permis de vérifier la cohérence physique et énergétique de la trajectoire retenue, et de tenir compte de facteurs économiques. Pour autant, la répartition sectorielle du projet de SNBC 3 ne semble pas suivre complètement le principe de hiérarchisation en fonction de coûts d'abattement ou de la faisabilité macroéconomique des évolutions visées. Elle résulte davantage d'une logique de planification multicritère, par secteur, dans laquelle chacun se voit assigné une trajectoire avec ses propres contraintes. Cette approche laisse potentiellement inexploités des gains d'efficacité (vis-à-vis du climat) qui résulteraient d'une meilleure prise en compte des coûts d'abattement comparés entre secteurs, et d'une concentration de l'effort là où le rendement climatique par euro investi, la faisabilité et les co-bénéfices macroéconomiques sont les plus élevés.

Le travail de modélisation d'Adrien Benoist (2025), dont nous avons rendu compte dans la section précédente, illustre cette hétérogénéité intersectorielle au niveau des investissements nécessaires. Ils montrent notamment que le bâtiment et les transports, sollicités à des niveaux d'ambition très élevés dans la SNBC 3, atteignent assez rapidement des investissements nécessaires par décile très élevés. **Une réallocation de l'effort territorial demandée concentrant l'effort là où les coûts d'abattement sont faibles et l'intensité capitaliste modérée permettrait de dégager des économies substantielles sans réduire l'ambition climatique agrégée.** Cette réallocation intersectorielle constitue un levier additionnel significatif, indépendant du niveau global de l'objectif retenu. Elle s'applique quel que soit le palier d'ambition choisi.

Ordonner les efforts au sein de chaque secteur selon le même principe

Le même raisonnement vaut à l'intérieur de chaque secteur. À objectif sectoriel donné, il faudrait mobiliser les gisements par ordre croissant de coût marginal, des moins chers vers les plus coûteux, jusqu'à épuisement de l'objectif.

Dans le secteur du bâtiment par exemple, cette logique invite à distinguer rigoureusement les typologies de rénovation selon leurs rendements climatiques respectifs. Les logements chauffés au fioul ou au gaz, dont la rénovation thermique combine des économies d'énergie significatives et un coût marginal d'abattement relativement faible pour les moins bonnes classes énergétiques, constituent un gisement prioritaire. En revanche, les rénovations très profondes de logements déjà bien isolés, ou les rénovations de bâtiments dont l'énergie de chauffage est déjà largement décarbonée, présentent des coûts marginaux beaucoup plus élevés pour des gains climatiques marginaux.

**Coûts d'abattement et rentabilité socioéconomique des rénovations
visant la classe énergétique B avec électrification du système de chauffage**

Action considérée		Rénovation visant la classe énergétique B avec électrification par un système de chauffage performant			
		Coût d'abattement actuel du 1 ^{er} et du 3 ^e quartile de logement au sein de la catégorie		Part des logements dont la rénovation serait socio-économiquement rentable (en %)	
Vecteur énergétique principal pour le chauffage avant rénovation	Étiquette DPE avant rénovation	Q1	Q3	2025	2030
Fioul	C	120	160	80	100
	D	110	150	80	98
	E	90	130	92	100
	F	-40	80	100	100
	G	-140	50	100	100
Gaz	C	180	230	7	83
	D	160	210	20	81
	E	120	180	43	94
	F	-50	90	100	100
	G	-270	50	100	100
Électricité	C	1 930	2 430	0	0
	D	1 280	1 650	0	0
	E	880	1 240	0	0
	F	-1 500	600	33	33
	G	-7 000	330	37	37

Note de lecture : au sein de l'ensemble des logements initialement chauffés au fioul et d'étiquette énergétique E, pour la moitié des logements le coût d'abattement associé à une rénovation vers B avec passage à un chauffage électrique performant est compris entre 90 €/tCO₂e et 130 €/tCO₂e (pour un quart des logements, le coût d'abattement est inférieur à 90 €/tCO₂e, et pour un quart le coût d'abattement est supérieur à 130 €/tCO₂e). En tenant compte de la valeur de l'action pour le climat (VAC), ce type de rénovation serait socioéconomiquement rentable pour 92 % des logements de cette catégorie dès 2025 et pour la totalité des logements de la catégorie en 2030. Source : France Stratégie (2022), Rapport de la commission sur les coûts d'abattement, Partie 5 - Logement, p12.

La SNBC 3 fixe un objectif de réduction de -60 % des émissions du secteur bâtiment par rapport à 1990 d'ici 2030, ce qui correspond à une cible de 37 MtCO₂e, contre 57 MtCO₂e en 2023 ; atteindre ce palier en deux ans

suppose des rythmes de rénovation sans précédent, qui sont d'autant plus difficiles à tenir s'ils ne reposent pas sur une priorisation rigoureuse des actions au rendement le plus élevé, c'est-à-dire **présentant la plus forte baisse d'émissions par euro investi**.

Le même raisonnement peut être appliqué aux autres secteurs comme celui des transports, où l'électrification du parc de véhicules particuliers offre sur les premiers paliers un coût marginal d'abattement favorable, en particulier pour les usagers à forte intensité kilométrique (véhicules professionnels, usage quotidien longue distance) pour lesquels les économies d'énergie et de carburant sur la durée de vie du véhicule viennent compenser le surcoût à l'achat. En revanche, lorsque les trajectoires de décarbonation impliquent un rythme d'électrification très soutenu du parc, deux situations peuvent générer des coûts d'abattement plus élevés. D'une part, les usagers à faible intensité kilométrique (usage occasionnel, véhicule d'appoint) tirent peu bénéfice des économies de carburant sur la durée de vie du véhicule, de sorte que le surcoût à l'achat peut ne pas trouver de contrepartie économique suffisante. D'autre part, la logique de renouvellement accéléré qui découle mécaniquement des cibles les plus ambitieuses peut conduire à un remplacement anticipé de véhicules encore fonctionnels, dont la valeur résiduelle s'ajoute alors au surcoût net et alourdit sensiblement le coût à la tonne évitée. De même, les investissements de report modal vers les transports collectifs dans des bassins de faible densité présentent des coûts à la tonne évitée très supérieurs à ceux des mêmes investissements en zones denses.

Le prix du carbone comme instrument central : signal décentralisé, recettes utiles

Les trois points précédents décrivent une logique de planification optimisée : on choisit un objectif faisable, on répartit l'effort selon les coûts comparatifs entre secteurs, on séquence les gisements à l'intérieur de chaque secteur. Cette planification est nécessaire mais elle suppose une information fiable et centralisée sur les coûts réels, une capacité de coordination entre acteurs, et une révision régulière à mesure que les conditions technologiques et économiques évoluent. Aucune administration, aussi bien dotée soit-elle, ne dispose en permanence de ces informations avec la précision requise pour décider à la place de millions d'agents économiques.

Un signal-prix carbone cohérent et prévisible présente des vertus que la planification sectorielle ne peut parfaitement reproduire. Il est neutre technologiquement : il n'impose pas de solution particulière, il renchérit les émissions et laisse à chaque agent le soin d'identifier la réponse la moins coûteuse à sa disposition, qu'il s'agisse d'efficacité énergétique, de substitution de carburant, de changement de procédé ou de réduction de la demande. Il décentralise les décisions vers ceux qui ont l'information locale la plus précise sur leurs propres contraintes et possibilités. Il économise l'information au niveau central, là où la planification en consomme beaucoup.

Cela dit un prix du carbone seul, sans planification d'accompagnement pour les domaines où les externalités de réseau ou des défaillances de marché peuvent être présentes (réseaux électriques, infrastructures de transport collectif, développement industriel de technologies de rupture...), ne suffira pas à orienter tous les investissements nécessaires. Par ailleurs, les pouvoirs publics raisonnent dans un espace où le climat et l'atteinte d'objectifs d'émissions n'est pas le seul objectif dont les politiques menées doivent tenir compte. Il est donc raisonnable de penser que la bonne stratégie articule plusieurs instruments, dont le prix du carbone.

L'articulation entre instruments de tarification du carbone. L'ETS 1 (le marché du carbone européen) couvre depuis 2005 les grandes installations industrielles intensives en énergie et la production d'électricité, avec un prix de marché qui a oscillé autour de 70 €/tCO₂ ces dernières années. La composante carbone de la fiscalité nationale sur l'énergie, gelée depuis 2018 à 44,6 €/tCO₂, couvre les émissions des secteurs diffus (transport, bâtiment, petite industrie, agriculture) par l'intermédiaire de leurs consommations de produits énergétiques fossiles (avec quelques exemptions ciblées). L'ETS 2, dont le lancement a été reporté à 2028, étendra le mécanisme de marché du carbone aux distributeurs de carburants et de combustibles fossiles pour les bâtiments et le transport routier, et viendra en principe couvrir le même champ que la composante carbone nationale. Le risque de superposition entre ces deux instruments est réel : si la transposition de la directive ETS 2 dans la législation française s'effectuait par simple addition à la composante carbone existante, le surcoût cumulé pour les ménages et les entreprises serait considérable (de l'ordre de 9 Md€ par an pour un prix ETS 2 de 50 €/tCO₂ selon notre calcul⁷). Une substitution de la composante carbone par l'ETS 2 serait au contraire globalement neutre au même niveau de prix. Ce choix d'articulation est une décision de politique très structurante pour la prochaine décennie. Il doit être tranché explicitement, communiqué clairement, et assumé politiquement plutôt que laissé dans une zone d'ambiguïté qui nourrit l'incertitude des agents et compromet les décisions d'investissement de long terme.

La compétitivité : le problème central. La limite la plus sérieuse du prix du carbone comme instrument de décarbonation nationale, mais aussi de toute contrainte réglementaire unilatérale, est celle de l'asymétrie géographique. Un signal-prix carbone européen, même bien conçu, n'existe qu'à l'intérieur de la zone qui se l'impose. Les producteurs des pays tiers qui n'ont pas de contrainte carbone équivalente peuvent donc proposer les mêmes produits à un prix ne reflétant pas leur coût climatique, et conquérir des parts de marché au détriment des producteurs européens. Ce risque n'est pas théorique, car même si la dynamique internationale a conduit ces dernières années à la mise en place de plusieurs marchés du carbone ou taxe carbone dans le reste du monde, de nombreuses zones en sont encore dépourvues, et les zones hors Europe possédant de tels systèmes présentent un prix inférieur à celui que nous nous imposons localement. De telles situations érodent à la

⁷ Voir [Repères n° 18](#).

fois la compétitivité industrielle et l'efficacité climatique réelle de la politique menée. Deux réponses complémentaires existent. La première est le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF), déjà évoqué auparavant dans ce document⁸. Si l'on veut persister à utiliser un tel mécanisme comme réponse aux problèmes de compétitivité posés par l'ETS, une transformation radicale de son périmètre, vers une couverture plus large des chaînes de valeur mais aussi des exportations, est une priorité. Une seconde réponse, probablement plus difficile politiquement mais plus simple et plus directe, consisterait à rétablir et renforcer le mécanisme des versements compensatoires aux secteurs et entreprises exposés, en leur redistribuant une fraction des recettes du marché carbone. C'est d'ailleurs le système préexistant, qui consistait à distribuer des quotas gratuitement aux industriels couverts, mais qui pourrait prendre d'autres formes comme la redistribution d'une partie du produit des enchères de quotas (éventuellement sous certaines conditions notamment d'investissements de décarbonation ou d'innovation). De tels systèmes de compensation ne désincitent pas les industries émettrices à réduire leurs émissions, et ils ont le mérite d'effacer une partie significative du surcoût qui peut y être associé, et qui est la source du problème de compétitivité que l'on souhaiterait corriger.

La question sous-jacente à toute politique de tarification des émissions est celle de l'utilisation des recettes correspondantes. Les recettes générées par la tarification carbone (enchères ETS 1, enchères ETS 2 à venir, composante carbone nationale) représentent des flux budgétaires significatifs. Pour la France, les recettes des enchères de l'ETS 1 représentent environ 1,5 Md€ par an. Celles de la composante carbone nationale s'élèvent à environ 7 Md€ par an, les revenus des enchères ETS 2, pour un prix de 50 €/tCO₂, pourraient représenter un niveau comparable. Plusieurs affectations sont possibles, selon une logique de priorisation. La compensation des ménages les plus vulnérables, qui subissent le choc régressif de la tarification carbone avec les marges d'adaptation les plus faibles, peut être une condition de l'acceptabilité sociale. Nos estimations montrent que la compensation des trois premiers déciles de revenus représenterait environ 1,2 Md€ par an pour un prix ETS 2 de 50 €/tCO₂, soit une fraction modeste des recettes disponibles. Par ailleurs, comme nous venons de le voir la compensation des entreprises les plus exposées à la concurrence internationale est une condition de la compétitivité. Le financement d'une politique de l'offre technologique (recherche, développement, industrialisation des technologies de rupture) est aussi une condition de la décarbonation à long terme là où le signal-prix seul ne suffit pas. Enfin, une réduction compensatoire d'autres prélèvements distorsifs (charges pesant sur le travail, notamment, ou sur le capital) constitue ce que la littérature économique appelle le double dividende : réduire simultanément les émissions et les distorsions fiscales, sans augmenter la pression fiscale globale.

Veiller à la stabilité et à la prévisibilité. Les effets recherchés par de tels mécanismes seront les plus importants si la trajectoire de prix et le cadre réglementaire sont crédibles, aussi stables que possible, et prévisibles

⁸ Voir [Repères n° 6](#).

dans la durée. Les décisions d'investissement en matière de décarbonation sont des décisions de long terme : un ménage qui rénove son logement ou acquiert un véhicule électrique, une entreprise qui convertit un site industriel, font des arbitrages sur des horizons de dix à vingt ans, parfois davantage. La rentabilité de ces investissements dépend des prix de l'énergie et du carbone attendus sur cette période. Une politique climatique qui modifie fréquemment ses instruments, qui suspend ou annule sa trajectoire de prix carbone pour des raisons conjoncturelles, ou dont les engagements sont régulièrement remis en question dans le débat politique, génère une incertitude qui déprime l'investissement privé de façon totalement indépendante du niveau de prix affiché. **La stabilité du cadre réglementaire et fiscal est donc une composante à part entière de la politique climatique.** Elle est institutionnellement complexe à assurer pour ce qui concerne la fiscalité, mais elle peut être renforcée dans le cadre des marchés du carbone, par exemple par des mécanismes de prix de réserve aux enchères permettant d'assurer un prix minimum, qui pourrait augmenter de manière continue et prévisible. Elle peut aussi résulter de mécanismes de « contrats pour différences » qui donnent une certaine assurance sur les niveaux d'incitation (l'Allemagne a été pionnière dans la mise en œuvre de tels mécanismes, avec le programme des Klimaschutzverträge - contrats de protection du climat - lancé en 2024).

Pilier 2 : faire de la France une terre d'accueil industrielle au service du climat mondial

La France s'est décarbonée plus vite que la plupart de ses partenaires commerciaux, principalement par la décarbonation réelle de son appareil productif, et en partie par la désindustrialisation. Dans le même temps, elle s'est ouverte au commerce mondial, notamment avec la Chine et d'autres zones au mix énergétique nettement plus carboné. La conjonction de ces deux dynamiques a mécaniquement conduit à une stagnation ou une moindre baisse de l'empreinte carbone alors que les émissions territoriales baissaient. Ce constat dépasse la seule question du déplacement d'usines : **il reflète une interdépendance commerciale croissante entre zones à rythmes de décarbonation très différents. Ces deux phénomènes peuvent être retournés en atouts dans le cadre d'une stratégie offensive.**

Les atouts structurels de la France : une énergie décarbonée sous toutes ses formes

Le premier atout de la France tient à la nature exceptionnelle de son mix électrique. Avec une intensité carbone nettement inférieure à 50 gCO₂/kWh (20 gCO₂/kWh en 2025 d'après RTE), l'électricité française se situe parmi les moins carbonées d'Europe et du monde développé, très loin de la moyenne de l'Union européenne (plus de 300 gCO₂/kWh) et du mix mondial (plus de 400 gCO₂/kWh). Ce profil résulte de choix historiques structurants : la prédominance du nucléaire, le poids de l'hydroélectricité, et le développement croissant des énergies renouvelables électriques (solaire, éolien). La PPE 3

visé à amplifier encore cet avantage, portée par la relance du nucléaire et la poursuite du développement des renouvelables.

Au-delà de l'électricité, la France dispose d'un potentiel significatif en énergies décarbonées non électriques, encore largement à développer.

Parmi les nombreuses solutions développées sur le territoire, quelques trajectoires illustrent l'ampleur des ambitions. Sur le segment du gaz renouvelable, la PPE 3 fixe un objectif d'injection de biométhane dans les réseaux de 44 TWh à l'horizon 2030, à comparer aux quelque 16 TWh de capacités installées aujourd'hui, avec une fourchette d'ambition de 47 à 82 TWh pour 2035. La chaleur renouvelable et de récupération, distribuée via les réseaux de chaleur urbains, fait l'objet d'un soutien public croissant à travers le Fonds Chaleur, avec une capacité financée visée d'environ 12 TWh par an en 2030. Enfin, l'hydrogène décarboné produit par électrolyse représente un levier complémentaire potentiellement important : la France a adopté une stratégie nationale dans ce domaine et la PPE 3 prévoit l'installation de jusqu'à 4,5 GW de capacités d'électrolyse à l'horizon 2030, avec une priorité donnée aux bassins industriels. À ces solutions directement renouvelables s'ajoutent les solutions de captage et stockage du CO₂ (CCUS), comme celles applicables dès maintenant à des procédés courants, tels que la production de vapeur industrielle : la mise en service en juin 2025 du démonstrateur Ch0C, porté par un consortium français de seize acteurs, illustre la maturité croissante de ces solutions sur le territoire national. Ces exemples ne sont pas exhaustifs : la biomasse, la géothermie, les biocarburants de dernières générations, les e-fuels constituent des filières complémentaires qui renforcent encore la palette d'énergies décarbonées disponibles sur le territoire.

**Tableau : Intensité carbone du PIB pour une sélection de pays
en tCO₂e / million de \$ de PIB en volume, et position dans le classement mondial**

	1990	2024	Classement mondial en 2024 (de l'intensité la plus faible à la plus élevée)
Suède	240	80	3
France	335	135	11
Allemagne	530	180	16
Italie	334	184	18
Union Européenne	533	194	
Japon	362	228	23
Etats-Unis	674	273	26
Corée du Sud	752	370	40
Pologne	2 444	512	67
Monde	879	520	
Mexique	705	575	72
Chine	3 515	817	101
Inde	2 558	1 147	130
Russie	2 721	1 327	142

Source : PIK

Ces atouts énergétiques confèrent à la France un avantage comparatif de premier ordre en tant que territoire d'accueil pour l'industrie, dans un contexte où les décisions d'implantation intègrent désormais de plus en plus la dimension climatique. Les entreprises s'engagent en effet sur des trajectoires de neutralité qui couvrent non seulement leurs émissions directes liées aux procédés (scope 1), mais aussi les émissions indirectes issues de leur consommation d'énergie (scope 2) et les émissions induites par leurs chaînes d'approvisionnement et de distribution (scope 3). Pour les industries électro-intensives, l'accès à une électricité décarbonée et compétitive est une condition nécessaire de leur trajectoire de décarbonation et, partant, de leur maintien ou de leur implantation sur un territoire donné. Or la France, contrairement à la quasi-totalité de ses partenaires commerciaux, est en mesure d'offrir cette ressource à grande échelle. Selon une estimation de la DG Trésor, tout établissement manufacturier s'installant en France et générant 1 milliard d'euros de valeur ajoutée contribuerait à une réduction des émissions mondiales de l'ordre de 740 ktCO₂e, par substitution à une production équivalente réalisée dans des pays au mix plus carboné.

Cet avantage, qui vaut déjà pour l'électricité, est appelé à s'élargir à mesure que les filières d'énergies décarbonées montent en puissance. L'objectif devrait être de faire de la France l'un des premiers pays en mesure de proposer, à terme, une offre énergétique décarbonée couvrant l'ensemble des besoins industriels : électricité, chaleur haute et basse température,

gaz décarbonés, et autres vecteurs décarbonés comme l'hydrogène, en particulier pour les usages de process de réductions directes dans la sidérurgie ou dans la chimie. Cette complémentarité des vecteurs énergétiques disponibles distinguerait fortement la France de nombreux autres candidats à la réindustrialisation bas-carbone.

L'industrie de la décarbonation : un marché mondial en expansion dont la France est quasi-absente

Le marché mondial des technologies propres connaît une expansion sans précédent. Selon l'AIE (*Energy Technology Perspectives 2024*), le marché des six grandes technologies de la décarbonation (solaire photovoltaïque, éolien, véhicules électriques, batteries, électrolyseurs et pompes à chaleur) passerait de 700 milliards de dollars en 2023 à plus de 2 000 milliards attendus d'ici 2035, soit presque la valeur du marché mondial du pétrole brut. *Bloomberg New Energy Finance* chiffre à 2 300 milliards de dollars l'investissement mondial dans la transition énergétique en 2025, en hausse de 8 % sur un an, après un record de 2 100 milliards en 2024. Pour atteindre la neutralité carbone en 2050 dans un scénario compatible avec l'Accord de Paris, BNEF estime que l'investissement annuel mondial devrait atteindre en moyenne 5 600 milliards de dollars entre 2025 et 2030, soit près de trois fois les niveaux actuels : l'écart entre l'ambition et la réalité définit lui-même l'ampleur du marché potentiel à conquérir.

Ce marché est cependant géographiquement très concentré, et sa dynamique est pour l'essentiel étrangère à l'Europe et a fortiori à la France. La Chine domine de manière écrasante la production manufacturière des technologies propres : elle concentre plus de 80 % des capacités mondiales de fabrication de modules solaires, plus de 75 % des investissements mondiaux dans les usines de technologies propres en 2024, et conduit les trois quarts de la croissance de l'investissement dans la transition énergétique. Selon l'AIE, les exportations chinoises de technologies propres devraient dépasser 340 milliards de dollars en 2035, soit l'équivalent des revenus pétroliers combinés de l'Arabie saoudite et des Émirats arabes unis. Cette domination repose sur des avantages structurels profonds : économies d'échelle, intégration verticale des chaînes de valeur, et coûts de 70 à 130 % inférieurs à ceux pratiqués en Europe ou aux États-Unis. Pour les technologies où ce verrou est déjà bien établi (solaire, batteries, véhicules électriques de masse), la compétition internationale est en grande partie jouée.

Dans ce contexte, la position de la France est particulièrement préoccupante. Elle représente moins de 1 % des émissions mondiales et une fraction marginale des flux d'investissement dans les technologies vertes. Si le tissu industriel français abrite des entreprises de rang mondial dans des filières technologiquement différenciantes, le déploiement industriel à grande échelle reste insuffisant, reflétant une difficulté persistante à transformer l'innovation en production de masse compétitive. Les investissements réalisés dans les principales filières de la décarbonation sont encore très loin des niveaux requis

pour atteindre la neutralité carbone mondiale en 2050, et l'Europe pèse peu dans les capacités de production mondiales des cinq grandes technologies bas-carbone actuelles.

L'enjeu est pourtant stratégique à double titre. **D'abord, parce que la présence industrielle dans les filières de la décarbonation est une condition de souveraineté technologique et de compétitivité à long terme. Ensuite, et c'est le point central du présent document, parce que c'est là que l'effet climatique mondial par euro investi sera le plus élevé** : exporter une turbine, un réacteur ou un électrolyseur dans un pays moins décarboné que le nôtre contribue davantage à la réduction des émissions mondiales que de financer un supplément de rénovation thermique sur le territoire national. La France doit donc identifier avec lucidité les segments où des opportunités restent ouvertes, en concentrant d'abord ses efforts sur les technologies où elle dispose encore d'avantages comparatifs réels, mais aussi sur ses efforts de R&D et d'innovation permettant de créer les solutions innovantes de demain où nous pourrions être *leader*. Etablir une structure industrielle pour la décarbonation suppose une stratégie dans l'allocation des soutiens publics, et une articulation explicite avec la politique commerciale et le cadre réglementaire européen.

Toute industrie qui s'installe en France réduit les émissions mondiales

L'argument développé dans la sous-section précédente au sujet des technologies propres vaut en réalité bien au-delà de ce périmètre. La France est d'ores et déjà le 11^{ème} pays le plus décarboné au monde. Dès lors que la France continue de décarboner son mix énergétique, toute production industrielle réalisée sur son territoire avec de l'énergie décarbonée se substitue, du point de vue du bilan climatique mondial, à une production qui aurait été réalisée ailleurs avec un mix nettement plus carboné. Le bénéfice climatique n'est donc pas réservé aux industries qui fabriquent elles-mêmes des équipements ou des produits bas-carbone : il s'étend, en principe, à l'ensemble des activités industrielles consommatrices d'électricité, de chaleur ou de gaz, pour lesquelles une offre énergétique décarbonée française existe ou peut être développée.

Cette propriété est quantifiable. Une estimation de la DG Trésor (2025)⁹ indique qu'un milliard d'euros de valeur ajoutée dans l'industrie manufacturière produit en France génère environ 530 ktCO₂e, contre 1 270 ktCO₂e en moyenne dans le reste du monde pour une production équivalente, soit un différentiel de près de 740 ktCO₂e par milliard d'euros de valeur ajoutée relocalisé. Ce différentiel n'est pas marginal : il représente un levier climatique réel, dont l'ampleur est comparable, pour chaque euro investi, à bien des dispositifs de décarbonation domestique.

⁹ Rapport final [Les enjeux économiques de la transition vers la neutralité carbone](#), Direction Générale du Trésor, janvier 2025.

Cette logique a une implication directe pour la politique industrielle : la France n'a pas intérêt à s'imposer, sur le seul critère climatique, une sélectivité excessive dans les industries qu'elle cherche à attirer ou à maintenir sur son territoire. **Conditionner l'attractivité industrielle à l'appartenance d'une filière à la catégorie (par ailleurs très complexe à définir clairement) des « industries vertes » revient à se priver d'un levier de réduction des émissions mondiales au profit d'une conception étroite de la vertu environnementale domestique.** Un fabricant de matériaux de construction, un producteur d'aluminium ou un industriel chimique qui s'installe en France plutôt qu'en Asie ou au Moyen-Orient contribue, par la seule insertion dans une chaîne de valeur dont l'énergie est plus décarbonée qu'ailleurs, à la décarbonation mondiale, indépendamment du produit qu'il réalise.

Cette conclusion ne signifie pas que tout projet industriel doit être accueilli sans condition, ni que les émissions territoriales associées à une réindustrialisation sont sans importance. Elle signifie que le critère d'évaluation pertinent pour une stratégie climatique ambitieuse n'est pas l'empreinte carbone de l'activité considérée prise isolément, mais bien le différentiel d'émissions mondiales entre une production localisée en France et la même production localisée ailleurs. C'est ce cadre d'analyse, encore insuffisamment intégré dans les dispositifs publics de soutien et de conditionnalité, qui devrait guider les arbitrages de politique industrielle.

Les freins actuels et les arbitrages politiques à assumer

Les atouts décrits précédemment sont réels, mais ils ne suffisent pas à enclencher spontanément la dynamique de réindustrialisation bas-carbone qu'ils rendent possible et souhaitable. Plusieurs freins structurels pèsent sur l'attractivité industrielle de la France, et leur levée suppose des arbitrages politiques que les pouvoirs publics ont jusqu'ici eu tendance à différer.

Parmi les freins structurels à l'attractivité industrielle, la pression fiscale globale, la complexité réglementaire, les délais administratifs et les coûts du travail jouent un rôle de premier plan et ont été décrits dans la section 3. Ces contraintes n'appellent pas à être redéveloppées ici, sinon pour noter qu'elles se superposent précisément là où l'attractivité industrielle est le plus nécessaire. Sur le coût de l'énergie spécifiquement, il convient ici de distinguer deux situations. Pour l'électricité, la France dispose d'un avantage comparatif réel comme le montrent les données de l'AIE pour les grands consommateurs industriels : c'est précisément cet avantage que la stratégie de réindustrialisation bas-carbone proposée dans ce document entend cultiver et valoriser. Pour le gaz en revanche, la France partage avec l'ensemble de l'industrie européenne un désavantage structurel vis-à-vis des États-Unis. Pour les industries dont les procédés dépendent du gaz, ce différentiel reste un critère de localisation défavorable, commun à l'ensemble du continent européen.

L'ensemble de ces charges (fiscalité, réglementation, énergie...) pèse d'abord sur la compétitivité courante des industries présentes sur le territoire, en renchérissant leurs coûts d'exploitation : c'est un problème de coût structurel,

dont la réponse relève de la politique économique générale. Si des signaux d'amélioration durable ne sont pas envoyés, ce manque de compétitivité dégrade la rentabilité future d'éventuels investissements, en réduisant l'attrait relatif d'une localisation française pour les projets industriels intensifs en capital. Ces deux effets, compétitivité actuelle et attractivité des investissements, appellent des réponses potentiellement distinctes, même si elles renvoient à un seul diagnostic de départ.

L'arbitrage central, propre au volet de réindustrialisation, est le suivant. Alléger les charges des industries que l'on cherche à attirer, ou à maintenir, implique mécaniquement de la faire porter par d'autres acteurs. Il n'y a pas de solution sans perdant identifiable à court terme.

Ce constat n'est pas une impasse : il signifie que des choix politiques explicites s'imposent. La France dispose, comme cela a été développé en section 3, de marges réelles pour redistribuer différemment la charge entre catégories d'acteurs par exemple, notamment entre consommateurs résidentiels et entreprises exposées à la concurrence internationale, à l'image de ce que l'Allemagne a historiquement fait pour protéger son industrie. Des mécanismes de protection aux frontières, dont le MACF qui constitue une première tentative encore insuffisante, peuvent également réduire l'asymétrie concurrentielle sans sacrifier les recettes fiscales. Mais ces choix supposent d'accepter de ne pas faire peser sur les vecteurs mêmes de l'attractivité (que l'on cherche à améliorer, qu'il s'agisse de la fiscalité sur le travail ou le capital, de la réglementation, ou de l'énergie), des charges dont le rééquilibrage est politiquement difficile mais économiquement nécessaire : c'est là la cohérence que la stratégie industrielle doit revendiquer et cultiver.

Les politiques publiques de compétitivité : un agenda indépendant de la contrainte carbone

La stratégie de réindustrialisation est loin de se limiter à la seule dimension énergétique ou climatique. L'avantage bas-carbone de la France est une condition nécessaire mais non suffisante de la réindustrialisation : celle-ci doit s'inscrire dans un environnement de compétitivité globale, ce qui suppose d'agir simultanément sur plusieurs registres que la contrainte carbone ne peut, par nature, ni expliquer ni résoudre seule.

Il importe ici de lever une ambiguïté que la structure du document pourrait entretenir. **La révision à la marge de l'ambition territoriale que nous proposons n'est pas motivée par l'idée que l'allègement de la contrainte carbone serait un levier de réindustrialisation. Notre raisonnement est d'une autre nature : réviser l'objectif territorial permet de mobiliser chaque euro investi là où il réduit le plus les émissions, de dégager des co-bénéfices macroéconomiques pour les ménages et les entreprises, et d'éviter un blocage économique et social qui fragiliserait la transition elle-même.** Nous défendons par ailleurs un prix du carbone robuste et bien utilisé : ce signal est indispensable à l'orientation des investissements de décarbonation, à

condition que ses recettes soient utilisées entre autres pour tenir compte des impératifs de compétitivité des industries exposées à la concurrence internationale, et que son périmètre soit protégé par des mécanismes d'ajustement aux frontières plus ambitieux que l'actuel MACF.

Lever les freins structurels à la réindustrialisation forme donc un agenda propre, que l'on peut regrouper en trois registres

Le premier est celui de la fiscalité sur le travail et le capital. Les travaux de Rexecode ont documenté de façon répétée l'ampleur du « coin socio-fiscal » qui pèse sur le coût du travail en France, parmi les plus élevés des économies avancées pour les travailleurs qualifiés. Pour les industries exposées à la concurrence internationale, ce différentiel est un facteur de localisation aussi puissant si ce n'est plus que le coût de l'énergie, avec lequel il se cumule. À ce handicap s'ajoutent les impôts de production, dont Rexecode a montré dès 2018 qu'ils constituaient un écart de compétitivité structurel majeur avec nos partenaires européens ([Document de travail n° 68](#), 2018 ; [Document de travail n° 87](#), 2023). La France reste le pays européen où les impôts de production sont parmi les plus élevés d'Europe¹⁰, représentant jusqu'à 3,0 % du PIB, soit deux fois la moyenne qui est de 1,6 % dans l'Union européenne (source : [Les impôts sur la production - FIPECO](#)). Les baisses engagées depuis 2021 (réduction de la CVAE et des impôts fonciers sur les entreprises) ont amorcé un rééquilibrage utile, mais un différentiel de compétitivité persistant demeure en défaveur de la France malgré ces réformes. La C3S notamment, cet impôt en cascade sur le chiffre d'affaires qui dissuade depuis des années la présence de longues chaînes de valeur sur le territoire français, est une priorité. **La redistribution des recettes du prix du carbone vers une réduction des prélèvements sur le travail ou le capital productif constituerait à cet égard un double dividende : elle améliorerait l'efficacité du signal-prix carbone en le rendant économiquement supportable, et elle renforcerait simultanément la compétitivité des entreprises sans coût budgétaire net pour l'État.**

Le deuxième registre est celui de la réglementation et des délais d'autorisation. La complexité administrative française, et plus généralement européenne, constitue un frein à l'investissement industriel que le rapport Draghi (2024) et un article récent du Bulletin économique de la BCE (Parker et Parraga Rodriguez, 2026) ont tous deux documenté et quantifié. Ce dernier souligne que les procédures d'autorisation pour les projets industriels et énergétiques peuvent s'étaler sur plusieurs années, voire dépasser dix ans dans certains cas, avec un surcoût estimé entre 10 et 35 % de la valeur totale de l'investissement. Les délais de *permitting* pour une grande installation industrielle atteignent souvent cinq à sept ans en France, contre deux à trois ans aux États-Unis ou en Asie du Sud-Est. La loi industrie verte de 2023 a engagé une simplification utile, mais partielle : son extension et sa mise en œuvre effective restent un enjeu central. La réduction de ces délais n'a pas de coût budgétaire direct ; elle représente en revanche un gain de compétitivité significatif pour les investisseurs qui arbitrent entre plusieurs territoires d'implantation.

¹⁰ Document de travail n° 75, [La politique budgétaire entre sauvegarde et relance](#), octobre 2020.

Le troisième registre est celui des dispositifs publics de soutien à l'investissement industriel. France 2030, le crédit d'impôt pour les investissements dans l'industrie verte (C3iV), et les discussions en cours autour d'un instrument d'accélération des investissements (IAA) constituent des réponses réelles à la contrainte de financement identifiée en section 3. Leur portée effective est cependant limitée par la contrainte budgétaire générale de l'État, et leur conception se heurte au risque d'effets d'aubaine déjà évoqué. Dans un contexte de ressources publiques rares, ces dispositifs gagnent à être ciblés sur les investissements qui ne seraient pas réalisés sans soutien public, et articulés avec les signaux-prix pour ne pas s'y substituer. La mobilisation des financements européens, notamment via la Banque européenne d'investissement et les fonds de la politique industrielle verte, constitue à cet égard un levier complémentaire encore insuffisamment activé. Le Fonds pour l'innovation de l'Union européenne, financé par les recettes des enchères de quotas carbone du SEQUE, en est l'illustration la plus concrète : doté d'un budget de près de 40 milliards d'euros sur la période 2020-2030, il finance des projets industriels innovants participant à la décarbonation dans les secteurs les plus émetteurs. La France y occupe une place importante. Ce résultat positif ne doit pas masquer le potentiel encore inexploité : les lauréats restent peu nombreux au regard de la base industrielle française, et **la montée en puissance de ce type de mécanisme, qui articule prix du carbone et soutien à l'investissement industriel de décarbonation, est précisément cohérente avec la stratégie défendue dans ce document**. Ces constats plaident pour une simplification des procédures d'accès et une meilleure articulation des guichets nationaux et européens, plutôt que pour des dotations supplémentaires.

Ces trois registres sont complémentaires et se renforcent mutuellement. Aucun d'entre eux ne peut, pris isolément, enclencher la dynamique de réindustrialisation bas-carbone que l'avantage énergétique français rend possible. **C'est leur combinaison cohérente, dans le cadre d'une stratégie industrielle assumée, qui peut transformer l'atout climatique de la France en avantage compétitif durable.**

Pilier 3 : augmenter l'ambition climatique française par une projection internationale

La réindustrialisation bas-carbone décrite dans la section précédente constitue un levier puissant pour réduire les émissions mondiales depuis le territoire français. Mais même portée à son maximum, l'action domestique ne peut suffire à peser sur la trajectoire climatique globale. Le troisième pilier de la stratégie française doit donc être complété : la contribution climatique mondiale de la France sera d'autant plus grande qu'elle saura mobiliser, dans un cadre rigoureux et transparent, les mécanismes de coopération internationale que l'Accord de Paris a précisément conçus à cet effet.

Une tonne évitée à l'étranger vaut une tonne évitée en France

Le changement climatique est un problème de bien public mondial : une tonne de CO₂ évitée dans un pays émergent a exactement le même effet sur la concentration atmosphérique qu'une tonne évitée en France. Cette propriété physique élémentaire a une implication politique directe : on ne peut pas affirmer vouloir résoudre un problème climatique planétaire tout en posant en principe que seule l'action sur le territoire national compte. **Dès lors que l'objectif déclaré est de limiter le réchauffement global, le critère pertinent d'évaluation d'une politique climatique nationale est bien sa contribution à la réduction des émissions mondiales, et non le seul respect d'une cible exprimée en émissions territoriales.**

Cette position n'est pas sans nuances. Il est légitime de reconnaître que la France, en tant que pays développé ayant historiquement contribué à l'accumulation du stock de CO₂ atmosphérique (environ 2,3 % des émissions cumulées mondiales depuis le début de l'ère industrielle, selon les données du *Global Carbon Project*), porte une responsabilité particulière qui justifie un effort domestique significatif. Il est également fondé de soutenir qu'une ambition domestique élevée produit des effets d'entraînement : elle signale aux partenaires commerciaux et aux marchés financiers une orientation stratégique crédible, elle accélère le déploiement de technologies dont les coûts baissent avec les effets d'échelle, et elle renforce la légitimité de la France pour exiger des engagements réciproques dans les négociations internationales. Ces arguments justifient qu'une part substantielle de l'effort reste domestique, y compris à un coût marginal supérieur à ce que permettrait une optimisation strictement mondiale.

Mais reconnaître la valeur de l'effort domestique ne conduit pas à nier le potentiel de la coopération internationale. Refuser de mobiliser des mécanismes qui permettent de réduire davantage d'émissions mondiales pour le même budget, au motif que ces réductions ne seraient pas comptabilisées dans la trajectoire nationale, revient à sacrifier de l'efficacité climatique réelle sur l'autel d'une comptabilité territoriale. C'est précisément pour dépasser cette tension que l'Accord de Paris a conçu l'Article 6, qui autorise les pays à comptabiliser dans leurs contributions nationales des réductions d'émissions réalisées à l'étranger, sous réserve que ces transferts fassent l'objet de vérifications scrupuleuses et d'ajustements comptables bilatéraux évitant tout double comptage. L'architecture de cet instrument sera décrite brièvement dans les sous-sections suivantes. Il suffit ici d'en retenir le présupposé fondateur : dans un monde où les ressources consacrées à la décarbonation sont limitées et où les coûts d'abattement varient considérablement d'un pays à l'autre, une stratégie climatique qui s'interdit de mobiliser les gisements de réduction les moins coûteux, quelle que soit leur localisation géographique, n'est ni économiquement rationnelle ni climatiquement optimale.

Cette position est au cœur d'une tribune publiée dans Le Monde en mars 2026 par les économistes Christian Gollier, Axel Ockenfels et Catherine Wolfram, qui appellent à **réorienter la stratégie climatique européenne**

vers la coopération internationale plutôt que vers une approche unilatérale fondée sur les seuls objectifs territoriaux, au motif que cette dernière échoue à entraîner les grandes économies émettrices et sacrifie l'efficacité climatique mondiale sur l'autel de la vertu nationale.

Les leçons de Kyoto : une logique éprouvée, des erreurs corrigibles

L'idée d'un marché international de réductions d'émissions n'est pas nouvelle. Le Protocole de Kyoto (1997) avait déjà tenté de l'institutionnaliser à travers deux mécanismes de projet : le Mécanisme pour un Développement Propre (MDP), qui permettait aux pays développés de financer des projets de réduction d'émissions dans les pays en développement et d'en comptabiliser les résultats dans leurs propres objectifs, et la Mise en Œuvre Conjointe (MOC), qui organisait des transferts similaires entre pays développés. La logique économique sous-jacente était solide : dès lors que le coût marginal d'abattement d'une tonne de CO₂ varie considérablement d'un pays à l'autre, permettre à un pays à coût élevé de financer des réductions là où elles coûtent moins cher, tout en les comptabilisant dans ses propres objectifs, permet d'atteindre davantage de réductions mondiales pour un budget donné.

La mise en œuvre s'est cependant révélée défailante, pour deux raisons principales. La première est le problème de l'additionnalité : pour qu'un crédit carbone soit légitime, il faut apporter la preuve que la réduction d'émissions qu'il représente n'aurait pas eu lieu sans le financement du projet. Or, démontrer cette réalité contrefactuelle est intrinsèquement difficile, et les mécanismes de vérification se sont avérés insuffisants. De nombreux projets MDP ont ainsi été certifiés pour des réductions qui auraient de toute façon été réalisées, générant des crédits sans valeur climatique réelle. La seconde défaillance est le double comptage : lorsqu'un pays vendeur de crédits d'émission transférait de tels crédits à un pays acheteur, rien n'empêchait le premier de comptabiliser lui aussi ces réductions dans sa trajectoire nationale, les mêmes tonnes évitées pouvaient donc être revendiquées deux fois dans deux pays différents.

L'Article 6 de l'Accord de Paris tire les leçons de ces deux échecs et le fait de façon structurelle. Sur la question du double comptage, le mécanisme introduit une innovation centrale, les « *corresponding adjustments* » (ajustements comptables correspondants), adoptés dans leur forme opérationnelle à la COP26 de Glasgow en 2021 et précisés à Belem en 2025 : lorsqu'un pays hôte autorise le transfert d'un résultat d'atténuation vers un pays acquéreur, il est tenu de comptabiliser ce transfert en débit dans sa propre trajectoire nationale, de sorte que la même tonne ne peut être comptabilisée que dans un seul bilan national. Le double comptage devient ainsi structurellement impossible, par construction du cadre comptable, et non par la seule bonne volonté des parties. Sur l'additionnalité, de nouvelles exigences de certification et d'autorisation préalable par le pays hôte constituent un renforcement substantiel par rapport au MDP, même si des questions pratiques de robustesse des standards de mesure et de vérification demeurent ouvertes.

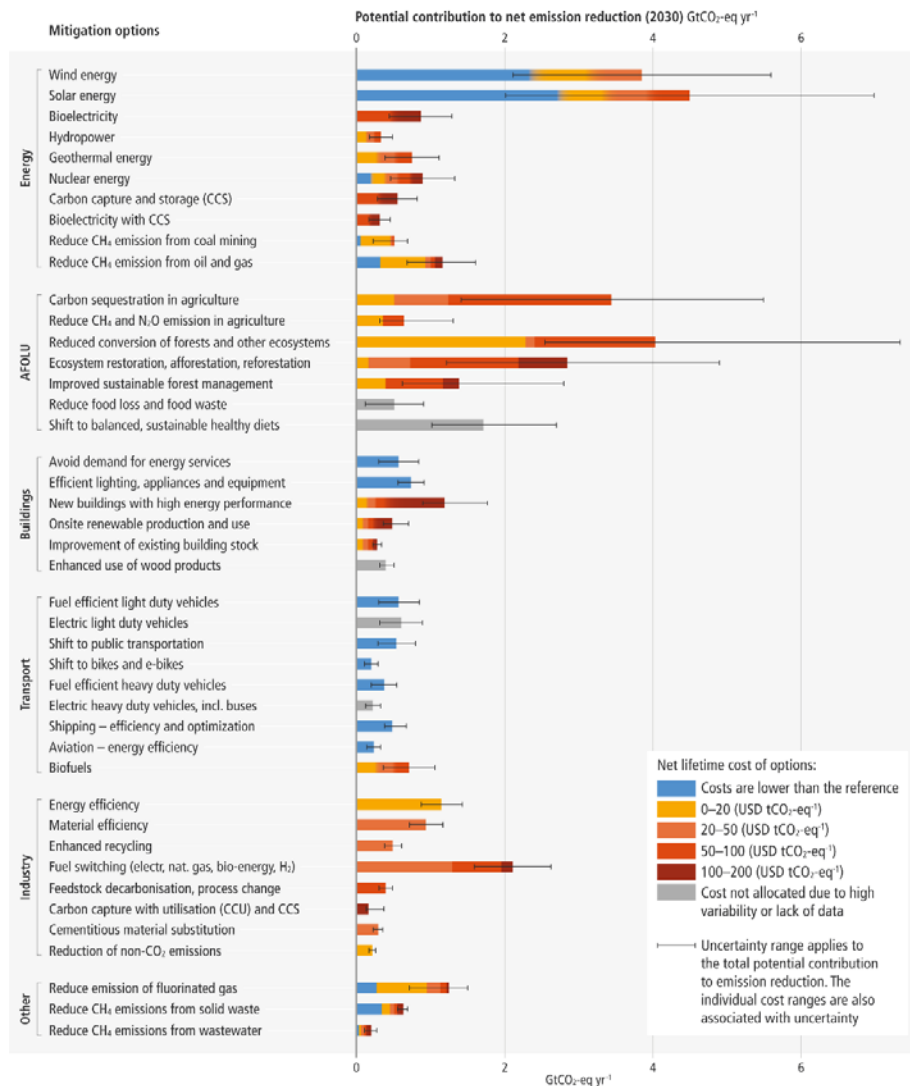
Ce point mérite d'être souligné, car il est souvent ignoré dans le débat public français : l'objection du double comptage, régulièrement brandie contre toute référence aux mécanismes de l'Article 6, ne s'applique pas au cadre actuel. Les ITMOs (*Internationally Transferred Mitigation Outcomes*), qui constituent l'unité de transfert dans ce cadre, ne peuvent, par définition du mécanisme, être comptabilisés que par une seule Partie. Cette clarification est le préalable nécessaire à toute discussion sérieuse sur le potentiel de l'Article 6 pour la stratégie climatique française.

Potentiel économique et climatique des échanges internationaux

Un ITMO (*Internationally Transferred Mitigation Outcome*) est l'unité de base des échanges autorisés par l'Article 6.2 de l'Accord de Paris. Il représente le résultat d'**une réduction d'émissions réalisée sur le territoire d'un pays hôte, officiellement autorisée par ce pays, et transférée à un pays acquéreur qui peut l'utiliser pour contribuer à la réalisation de sa propre contribution déterminée au niveau national (CDN)**. Le terme est volontairement neutre : un ITMO peut correspondre à un projet d'énergies renouvelables, à un programme d'efficacité énergétique, à une réduction des émissions de méthane agricole, ou à tout autre type d'action d'atténuation, dès lors qu'elle est mesurable, vérifiable et autorisée par les deux parties. Ce que l'Article 6.2 encadre, c'est moins la nature des projets que l'architecture comptable des transferts, assurée par les ajustements correspondants décrits dans la sous-section précédente.

La logique économique qui justifie ce mécanisme repose sur l'hétérogénéité des coûts marginaux d'abattement entre pays. Le sixième rapport d'évaluation du GIEC (Groupe III, chapitre 12, 2022) établit que plus de la moitié du potentiel mondial de réduction d'émissions réalisable d'ici 2030, évalué entre 32 et 44 GtCO₂-eq, est disponible à un coût inférieur à 20 dollars par tonne de CO₂, toutes options confondues et dans tous les secteurs. Ce seuil contraste avec le prix constaté sur le marché européen du carbone, qui oscillait entre 65 et 85 euros par tonne en 2025. L'écart, d'un facteur trois à quatre, transpose au niveau mondial la structure exponentielle que connaît la France au niveau national : une grande partie du potentiel mondial à faible coût est localisée dans des pays où le mix énergétique reste fortement carboné, où l'efficacité industrielle est peu développée, et où les gisements de réduction n'ont pas encore été exploités. **Dans les pays en développement disposant encore d'un accès insuffisant à des technologies propres, une installation solaire ou un programme d'efficacité industrielle peut éviter des émissions à un coût unitaire très inférieur à celui des réductions résiduelles disponibles en France, où les leviers accessibles ont en grande partie déjà été mobilisés au cours des trois dernières décennies.**

Many options available now in all sectors are estimated to offer substantial potential to reduce net emissions by 2030. Relative potentials and costs will vary across countries and in the longer term compared to 2030.



Source : IPCC AR6 WGIII Figure SPM 7

Ce graphique, issu du sixième rapport d'évaluation du GIEC, représente le potentiel de réduction des émissions mondiales associé à différentes options d'atténuation, exprimé en milliards de tonnes d'équivalent CO₂ par an à l'horizon 2030. Chaque barre est décomposée par tranches de coût net sur le cycle de vie de l'option considérée : en bleu les options dont le coût est inférieur à celui de la solution de référence (coût négatif, c'est-à-dire économiquement avantageux), puis en dégradé de l'orange au rouge foncé les options dont le coût net s'échelonne de 0 à 200 USD par tonne de CO₂ évitée. En France, nombre d'options de décarbonation ont un coût à la tonne évitée qui dépasse 200 \$/tCO₂ (Commission Quinet, Commission Criqui). Cette analyse souligne donc l'intérêt d'une approche climatique qui ne se limite pas aux seules émissions territoriales de chaque pays, mais qui oriente les financements et les coopérations vers les abattements mondialement les plus efficaces.

Pour un budget public donné consacré à la politique climatique, le recours partiel à des ITMOs permet donc d'éviter beaucoup plus d'émissions mondiales qu'une allocation exclusivement domestique. Cette logique est solidement établie dans la littérature économique : elle est au fondement même de la conception historique des mécanismes de flexibilité de Kyoto et de l'Article 6 de l'Accord de Paris, comme une possibilité de maximiser l'effet des actions de mitigation par euro dépensé.

Ce mécanisme génère également des co-bénéfices pour les pays hôtes. Les projets financés dans le cadre de l'Article 6 transfèrent non seulement des capitaux, mais aussi des technologies et des capacités institutionnelles vers des pays qui en ont précisément besoin pour amorcer leur propre transition, ce qui distingue structurellement ce mécanisme d'une simple externalisation de l'effort. La gouvernance internationale, avec l'autorisation préalable du pays hôte et les exigences de vérification indépendante, garantit que ces co-bénéfices sont réels.

Si la mise en œuvre finale des crédits issus de l'article 6 reste nécessairement liée aux engagements des États, leur développement gagnerait en force et en cohérence si leur utilisation était rendue possible au niveau le plus large. Rien ne justifie a priori d'en priver les entreprises : leurs émissions font partie intégrante de l'inventaire territorial national, et leur réduction, qu'elle s'opère domestiquement ou via un crédit article 6 comptabilisé dans la CDN française, contribue aux mêmes objectifs climatiques, sous réserve des ajustements comptables nécessaires pour éviter tout double comptage. Élargir le périmètre des utilisateurs aux acteurs privés ne diluerait donc pas la responsabilité souveraine de l'État, mais en démultiplierait les vecteurs de mise en œuvre. Une telle orientation apporterait de surcroît de la profondeur et de la liquidité à un marché encore embryonnaire, en élargissant la base des demandeurs, et renforcerait les apports stratégiques de la coopération internationale à la décarbonation française en mobilisant les ressources et les réseaux des entreprises au service de projets à haute valeur climatique dans les économies partenaires. Les modalités précises d'une telle ouverture restent à construire, mais l'enjeu de principe mérite d'être posé.

Réponses aux objections

Le recours aux mécanismes de coopération internationale suscite des objections récurrentes dans le débat public.

La première porte sur la qualité et la permanence des réductions certifiées. Elle est légitime au regard de l'expérience du MDP, dont certains projets ont souffert de faiblesses sur l'additionnalité. L'Article 6.2 a précisément été conçu pour corriger ces défauts : les ajustements correspondants obligatoires rendent le double comptage structurellement impossible, et les standards de certification consolidés sous l'égide de la CCNUCC, dont les règles opérationnelles ont été finalisées à Belem en 2025, imposent des exigences d'audit et de suivi plus strictes que celles du Protocole de Kyoto. La solidité comptable du mécanisme en est renforcée.

La deuxième objection, peut-être la plus fréquente, est celle de la déresponsabilisation domestique : recourir aux ITMOs reviendrait à acheter des indulgences plutôt qu'à transformer réellement l'économie française. Cette lecture méconnaît la structure de la stratégie proposée. La révision porte d'abord sur le niveau de réduction territoriale visé à l'horizon 2050, là où le caractère exponentiel des besoins d'investissement rend les gisements résiduels les plus coûteux et les moins efficaces climatiquement. L'effort domestique de transformation structurelle que cette trajectoire révisée implique reste considérable, et peu de pays dans le monde se sont fixé des objectifs de réduction comparables dans leurs contributions déterminées au niveau national. La réduction domestique demeure le pilier principal du dispositif : les ITMOs n'interviennent que pour couvrir l'écart résiduel que les puits disponibles ne permettent pas de combler à horizon 2050, et permettraient même d'amplifier la contribution climatique mondiale à besoin d'investissement constant. Il ne s'agit pas de substituer complètement l'international au domestique, mais de combiner intelligemment et raisonnablement les deux pour augmenter l'efficacité climatique de chaque euro mobilisé.

La troisième objection touche à la souveraineté et à la dépendance vis-à-vis de pays tiers. Elle est réelle à court terme, mais se gère par la diversification géographique du portefeuille de projets, par l'ancrage dans des partenariats bilatéraux stables et par la participation active à la gouvernance internationale du mécanisme. La France, en tant qu'acteur important dans les négociations climatiques, est assez bien placée pour peser sur les règles du jeu et garantir la fiabilité des projets auxquels elle contribue.

La quatrième objection, enfin, est celle du calendrier : les projets Article 6 prennent du temps à monter, à certifier et à déployer, et leur contribution ne peut être que modeste pour les premières années. Mais cette contrainte de court terme est précisément un argument pour commencer dès maintenant à construire les partenariats, les capacités institutionnelles et les portefeuilles de projets qui permettront de monter en puissance à l'horizon 2035-2050, quand le caractère exponentiel des besoins d'investissement domestiques sera le plus fort et le différentiel d'efficacité capitalistique avec l'action internationale le plus décisif.

Proposition illustrative pour la France : tableau comparatif de scénarios

Les sections qui précèdent ont posé les fondements analytiques de la stratégie alternative : la logique économique qui justifie une révision de l'objectif territorial, les principes d'optimisation de la répartition sectorielle de l'effort, le potentiel de la réindustrialisation bas-carbone comme levier de décarbonation mondiale, et enfin le cadre juridique et économique des ITMOs. Il reste à montrer comment ces trois piliers s'articulent concrètement, et ce que leur combinaison change, en termes de besoins d'investissement et de contribution climatique, par rapport à la trajectoire actuelle de la SNBC 3. Le tableau ci-après propose à cette fin une comparaison illustrative de quatre configurations, raisonnée sur deux horizons distincts, 2030 et 2050. Elle ne constitue pas une modélisation au sens strict : les chiffres mobilisés sont des ordres

de grandeur, et les hypothèses retenues sont explicitées dans la note méthodologique. L'objectif est de rendre visible, de manière synthétique, la structure des arbitrages en jeu et le gain potentiel, climatique comme économique, d'une stratégie qui combine révision de l'ambition territoriale de long terme, optimisation sectorielle et coopération internationale.

	SNBC 3	Etape 1 Trajectoire révisée, sans optimisation	Etape 2 Trajectoire révisée, avec optimisation	Stratégie nouvelle proposée Trajectoire révisée, avec optimisation, réindustrialisation, et contribution à l'étranger renforcée
Emissions territoriales brutes				
2030	279 Mt (-50 % / 1990)	Entre 279 Mt et 307 Mt (entre -50 % et -50 % / 1990)		
2050	62 Mt (-89 % / 1990)	~90 Mt (-84 % / 1990)		
Puits naturels et technologiques				
2030	46 Mt			
2050	59 Mt			
Emissions territoriales nettes				
2030	233 Mt (-55 % / 1990)	Entre 233 Mt et 261 Mt (entre -55 % et -50 % / 1990)		
2050	~0 Mt (neutralité carbone)	~31 Mt (-94 % / 1990)		
Empreinte carbone				
2030	426-464 Mt (-34 / -39 % / 1990)	Comparable à SNBC 3		Améliorée vs SNBC 3 (substitution d'importations carbonées par production domestique bas-carbone)
2050	160-215 Mt (-69 / -77 % / 1990)			
Réductions certifiées à l'étranger				
2030	0 Mt			~10-15 Mt ~30-40 Mt (voire davantage)
2050	0 Mt			
Contribution mondiale en émissions directes en 2050	~0 Mt	~31 Mt	~31 Mt	Nulle ou négative
Contribution mondiale en empreinte en 2050	160-215 Mt	Comparable à SNBC 3		Améliorée par rapport à SNBC 3
Besoin d'investissement supplémentaire annuel moyen	~96 Md€/an	~42 Md€/an	~32-37 Md€/an	~33-39 Md€/an
Effets macroéconomiques	Investissement complexe à boucler, risque sur la compétitivité, l'acceptabilité sociale et la dette	Moindre pression sur l'investissement, moindre risque sur la compétitivité, l'acceptabilité sociale et la dette	Idem Variante 1, avec gain d'efficacité par concentration de l'effort sur les gisements les moins capitalistiques	Idem Variante 2, avec co-bénéfices industriels liés à la réindustrialisation et débouchés à l'export pour les solutions de décarbonation françaises
Synthèse simplifiée	Ambition maximale sur les émissions territoriales / Financement très difficile / Contribution mondiale non optimisée	Moins ambitieux sur les émissions territoriales / Deux fois moins coûteux / Écart résiduel non couvert en 2050	Idem Variante 1, avec besoin d'investissement encore réduit / Écart résiduel non couvert en 2050	Au moins aussi ambitieux que la SNBC 3 sur la contribution mondiale / Financement soutenable / Empreinte améliorée

Sources : calculs illustratifs Rexecode à partir de Benoist (2025), SNBC 3 (projet déc. 2025), Criqui / France Stratégie (2023), GIEC AR6 Groupe III (2022).

Note de lecture : les chiffres 2030 présentés illustrent un ajustement possible du point de passage intermédiaire, cohérent avec la révision de l'ambition territoriale de long terme. Cet ajustement n'est pas une nécessité logique du raisonnement : sous l'hypothèse que les actions de décarbonation seraient engagées dans l'ordre strict de leur coût croissant, la révision de l'ambition 2050 n'impliquerait aucune conséquence sur la cible 2030. En pratique, le cadre réglementaire et économique ne garantit pas forcément ce séquençage optimal, ce qui rend cet ajustement intermédiaire cohérent sans le rendre inévitable.

La comparaison de la colonne SNBC 3 et de la Variante 1 met en évidence l'effet le plus décisif : la révision de l'objectif territorial réduit le besoin d'investissement supplémentaire de ~96 à ~42 Md€/an, soit une économie de plus de moitié. Cet écart traduit directement le caractère exponentiel de la courbe des besoins d'investissement : les derniers points de réduction mobilisent des ressources disproportionnées pour un volume d'émissions évitées décroissant. En contrepartie, la Variante 1 laisse en 2050 un écart résiduel de ~31 Mt non couvert par les puits disponibles, et sa contribution mondiale en émissions directes reste positive, ce qui constitue la limite de cette configuration prise isolément.

La Variante 2 montre qu'une concentration de l'effort sur les secteurs et gisements à plus faible intensité capitalistique par tonne évitée permet un gain additionnel estimé à 5-10 Md€/an sur le besoin d'investissement, à objectif d'émissions territoriales inchangé. Ce gain est un ordre de grandeur illustratif, fondé sur les différences d'intensité capitalistique sectorielles documentées dans la littérature, et non une optimisation fine. Il ne résout pas non plus l'écart résiduel de 2050 : l'optimisation sectorielle améliore l'efficacité capitaliste de la trajectoire à émissions inchangées.

La Variante 3 est la configuration centrale de la stratégie proposée. Le recours aux ITMOs, amorcé à 10-15 Mt/an en 2030 avec une montée en charge à 30-40 Mt/an en 2050, est le levier permettant de combler l'écart résiduel territorial tout en maintenant un besoin d'investissement contenu. À ce volume, et au coût unitaire documenté par le GIEC (AR6) pour les réductions disponibles à moins de 20-30 USD/tCO₂e dans les pays en développement, le surcoût des ITMOs par rapport à la Variante 2 est de l'ordre de 1 à 2 Md€/an en 2050, soit une variation marginale du besoin d'investissement total. La contribution mondiale en émissions directes devient nulle ou légèrement négative, ce qui signifie que **la France atteint, via cette combinaison, une ambition climatique mondiale au moins équivalente à celle de la SNBC 3, pour un besoin d'investissement inférieur au moins de moitié. La réindustrialisation bas-carbone, troisième levier de cette variante, améliore par ailleurs l'empreinte carbone en substituant des importations carbonées par une production domestique décarbonée.**

Conclusion générale

Le présent document est parti d'un constat en apparence paradoxal : la France, qui affiche parmi les meilleures performances climatiques des grandes économies développées en matière d'émissions territoriales, se trouve aujourd'hui en difficulté pour tenir la trajectoire qu'elle s'est elle-même fixée. Ce paradoxe n'est pas conjoncturel. Il est le produit d'une logique de planification climatique qui a longtemps négligé la question des coûts et plus généralement du fonctionnement de l'économie. Cette logique commence à se heurter, simultanément et de manière cumulative, aux contraintes budgétaires de l'État, à la compétitivité dégradée des entreprises et à la capacité financière des ménages.

Notre analyse s'est déroulée en quatre temps. L'état des lieux de la section 1 a établi que la baisse des émissions territoriales françaises repose sur des fondements fragiles : elle doit beaucoup à des progrès largement derrière nous (mix électrique décarboné, efficacité industrielle) mais aussi à la désindustrialisation, et s'accompagne d'une empreinte carbone globale qui n'a reculé que de 20 % depuis 1990, contre 33 % pour les émissions territoriales. La section 2 a quantifié l'ampleur de l'effort restant à accomplir pour atteindre l'objectif d'émissions territoriales de la SNBC3 : un besoin d'investissement supplémentaire de l'ordre de 80 milliards d'euros par an, affichant une croissance exponentielle qui rend les derniers 20 % de réduction aussi gourmands en capital que les premiers 80 %. La section 3 a montré pourquoi cet effort ne pourra vraisemblablement pas être financé dans le cadre des contraintes actuelles : l'État ne dispose pas des marges budgétaires nécessaires, les entreprises supportent déjà une pression fiscale et réglementaire qui obère leur compétitivité, et les ménages, notamment les plus modestes, ont atteint les limites de leur capacité à financer une transition dont ils ne maîtrisent ni le calendrier ni le coût.

La section 4 a tiré les conséquences de ce diagnostic en proposant une stratégie alternative articulée autour de trois piliers. Le premier est l'optimisation économique : réviser le niveau de réduction territoriale visé à l'horizon 2050 et concentrer l'effort sur les gisements à plus faible intensité capitaliste par tonne évitée, pour permettre d'abaisser le besoin d'investissement supplémentaire annuel de près de 95 milliards à environ la moitié. C'est à cet horizon que le caractère exponentiel des besoins d'investissement est le plus marqué. Le deuxième pilier est la réindustrialisation bas-carbone : produire en France avec un mix électrique, et bientôt même énergétique, parmi les moins carbonés d'Europe réduit les émissions importées et crée les conditions d'une contribution positive de notre appareil productif à la décarbonation mondiale, au-delà du seul périmètre territorial. Le troisième pilier est la coopération internationale via l'Article 6 de l'Accord de Paris : mobiliser 30 à 40 MtCO₂e de crédits internationaux de réduction d'émissions à horizon 2050 permet non seulement de couvrir l'écart résiduel entre l'objectif révisé et la neutralité carbone, mais d'amplifier la contribution climatique mondiale de la France, à besoin d'investissement moindre, en mobilisant les gisements où le différentiel d'efficacité capitaliste avec l'action internationale est le plus élevé.

Ces trois piliers sont surtout cohérents et mutuellement renforçant. L'allègement du mur d'investissement domestique libère des ressources pour financer les projets internationaux. La réindustrialisation bas-carbone génère les compétences technologiques et industrielles nécessaires pour concevoir et opérer ces projets. Les partenariats Article 6 ouvrent des marchés à l'exportation qui renforcent à leur tour la viabilité économique des filières de la transition. La cohérence d'ensemble de la stratégie est supérieure à la somme de ses parties.

Cette démonstration appelle des inflexions concrètes dans la révision en cours de la stratégie nationale bas-carbone. Non pas une feuille de route opérationnelle, dont l'élaboration appartient aux pouvoirs publics, mais l'énoncé de trois repositionnements stratégiques que la logique économique rend incontournables. D'abord, réviser l'ambition territoriale de long terme, en assumant publiquement que cette révision n'est pas un recul climatique mais une réorientation vers les gisements où chaque euro investi produit le plus de réduction d'émissions mondiales. C'est à l'horizon 2050 que cette révision produit ses effets les plus décisifs. Dans la mesure où le cadre réglementaire et économique ne garantit pas que les actions soient engagées dans l'ordre de leur coût croissant, il n'est pas exclu qu'elle emporte marginalement un ajustement du point de passage 2030, par exemple à -45 % au lieu de -50 %, sans que cela constitue une nécessité logique du raisonnement ni un signal de moindre ambition climatique à court terme. Ensuite, introduire explicitement les mécanismes de l'Article 6 dans la comptabilité climatique nationale, avec un programme de montée en puissance progressive dès 2026-2030, pour que les partenariats et les capacités institutionnelles soient en place au moment où le caractère exponentiel des besoins d'investissement domestiques sera le plus contraignant. Enfin, inscrire la réindustrialisation bas-carbone comme un objectif climatique à part entière, non pas seulement comme un objectif économique annexe à la stratégie climatique, mais en en faisant une stratégie économique générale cohérente avec la stratégie de baisse de notre contribution mondiale aux émissions et de notre empreinte carbone.

Même portée à son maximum, l'action territoriale de la France ne peut suffire à peser sur la trajectoire climatique globale. Ce que la France peut faire en revanche, c'est montrer qu'il est possible de concilier ambition climatique et efficacité économique, de réduire davantage les émissions mondiales pour chaque euro investi, et de faire de la transition une source de compétitivité industrielle plutôt qu'un facteur de déclassement. Le contexte international de 2026, marqué par des tensions géopolitiques persistantes et une volatilité accrue des marchés énergétiques, ne fait que renforcer l'urgence de ces trois repositionnements : une stratégie fondée sur la souveraineté énergétique et la production décarbonée est aussi une stratégie de résilience, dont les deux dernières crises ont mesuré la valeur. C'est à cette condition que la décarbonation sera politiquement soutenable, économiquement viable et climatiquement efficace.

Documents de travail récemment parus

***Etude Rexecode-SKEMA de la compétitivité des exportations
françaises auprès des importateurs étrangers***

N° 101 - mars 2026

La compétitivité française en 2025

N° 100 - janvier 2026

***Bilan d'ensemble de l'expérience française
d'impôt sur la fortune***

N° 99 - janvier 2026

***La durée effective du travail et sa quantité en France
et en Europe en 2024***

N° 98 - décembre 2025

Bilan des prélèvements obligatoires, édition 2025

N° 97 - juillet 2025

***Etude Rexecode-SKEMA de la compétitivité des exportations
françaises auprès des importateurs étrangers***

N° 96 - juin 2025

***Sortir l'économie française de l'enlisement
par une réelle volonté de croissance***

N° 95 - juin 2025

***La compétitivité française en 2024 - un nouvel équilibre :
plus de production, moins d'importation, plus de services,
moins de biens***

N° 94 - février 2025

***La surfiscalisation du travail qualifié en France - Conséquences
économiques et enjeux pour les entreprises des secteurs
représentés par la Fédération Syntec***

N° 93 - janvier 2025

Rexecode

Centre de Recherche pour l'Expansion
de l'Économie et le Développement des Entreprises

Siège social : 24 place du Général Catroux • 75017 Paris

Téléphone : +33 (0)1 53 89 20 89

Association régie par la loi du 1^{er} juillet 1901 • APE 9412 Z • SIRET 784 361 164 00048 • TVA FR 80 784 361 164

www.rexecode.fr • x.com/Rexecode

ISSN : 1956-0486