

Programme d'études sur la planification écologique

Financer les transitions : Les modèles économiques réinterrogés

Nicolas Portier, Professeur affilié à l'École urbaine de Sciences Po et consultant indépendant (STRATEE)

JUIN 2025

Rapport n°2



Table des matières

Introduction	3
Chapitre 1 – Entre coûts des transitions et risques de l'inaction	5
1.1. Les besoins de financement des transitions : à la recherche du chiffre légitime	5
1.2. La mesure des coûts d'abattement du carbone.....	9
1.3 Evaluer le coût de l'inaction climatique et des risques de la mal-adaptation	12
Chapitre 2 – Changer de modèle énergétique	20
2.1. Les soutiens à la production future d'électricité.....	21
2.1.1. : Le financement des capacités nucléaires.....	21
2.1.2. : Les soutiens aux renouvelables électriques.....	26
2.1.3 : Quels investissements dans la production hydro-électrique ?	32
2.2. Adapter et conforter le réseau	34
2.3. Financer les énergies renouvelables thermiques	38
Chapitre 3 – Les défis des mobilités bas-carbone	43
3.1. Les soutiens publics à l'électrification du parc de véhicules	44
3.2. Les transports collectifs terrestres	50
3.3. : Les émissions « apatrides » : quelles solutions pour décarboner le trafic international ?	59
3.4. Les coûts d'entretien des patrimoines routiers	61
Chapitre 4 – Réduire l'empreinte énergétique des bâtiments	65
4.1. Agir sur l'enveloppe, les équipements et les usages.....	65
4.2. Quel avenir pour les certificats d'économie d'énergie (CEE) ?	67
Chapitre 5 – Effacer les émissions industrielles : calibrer les aides publiques.....	71
5.1 La décarbonation comme levier de réindustrialisation	73
5.2. Le choix de prioriser 50 sites.....	76
5.3. Les enjeux de l'économie circulaire : la réduction de l'empreinte matière	79
Chapitre 6 – Sols, forêts, biodiversité : la bataille du vivant	82
6.1 Relier émissions agricoles et séquestration	83
6.2. Quel modèle de régénération de la forêt ?	84
6.3. Comment rémunérer les services rendus par la biodiversité ?	87
Chapitre 7 – Le financement des politiques de l'eau	90
7.1. Qui paie l'eau ?	90
7.2. Un constat de sous-financement	92
Chapitre 8 – Répartir les efforts contributifs	103
8.1 : Enrôler les capacités d'action des collectivités : entre incitation et contrainte	103
8.2. La question du payeur en dernier ressort	113
Conclusion	115
Liste des personnes rencontrées dans le cadre du programme (rapports n°1 et n°2) – Mandats ou fonctions au moment de l'entretien.....	137

Introduction

Le présent rapport s'inscrit dans un programme d'études sur la planification écologique et à sa mise en œuvre dans les territoires conduit au sein de l'École urbaine de Sciences Po, avec le soutien de l'Institut pour la recherche de la Caisse des dépôts et consignations. Il en constitue le second volet centré sur les besoins de financement des politiques publiques chargées de décliner opérationnellement la planification.

Il nous a semblé utile de proposer une lecture transversale des différents enjeux des transitions en cherchant à en explorer les soubassements budgétaires et les modèles économiques en gestation. Comme nous le verrons, il s'avère en pratique difficile de les aligner sur une métrique commune et de les agréger dans une même comptabilité. Certains chantiers appellent un effort élevé d'investissement (à l'instar de la rénovation thermique des parcs de logements et bâtiments anciens) mais transitoire, porteur d'économies futures de fonctionnement et de réduction des vulnérabilités climatiques. En revanche, d'autres présupposent de réagencer les systèmes de tarification de filières entières et d'anticiper des besoins de financement persistants qui impacteront les finances publiques et renchéiront certains postes de dépenses des ménages et des entreprises.

Sur plusieurs sujets, nous constaterons en outre que le pari de la sobriété et de la réduction des consommations (eau, énergie, déchets...) réinterroge des tarifications historiquement fondées sur la croissance des volumes. **Là où l'amortissement des infrastructures était absorbé par la croissance des usages, les trajectoires de sobriété imposent de nouvelles formes de financement** mais aussi une réflexion sur les vecteurs les plus appropriés. Entre la fiscalité directe ou indirecte, les redevances, les tarifs, les mécanismes extra-budgétaires ou les marchés de certificats... nous interrogerons l'adéquation des outils en vigueur au regard de leur rendement mais aussi d'enjeux d'équité sociale et territoriale.

Ce rapport n'a ni l'ambition ni la capacité technique de proposer un nouveau chiffrage global du « coût de la transition écologique » ou de ses effets sur le PIB. Une littérature savante déjà très dense s'efforce de documenter le sujet et d'éclairer les décisions publiques. Les résultats et conclusions de ces travaux seront évoqués dans un premier chapitre pour en décrire à la fois la richesse et l'hétérogénéité. Celle-ci provient notamment de la différence des périmètres d'analyse observés. De nombreux travaux n'évoquent que les seuls enjeux d'atténuation du changement climatique et de « décarbonation » de l'économie. Les sujets d'adaptation, de biodiversité, de qualité de l'eau et de l'air... font l'objet de sources d'information plus éparées.

Les chapitres suivants seront justement consacrés aux **différents enjeux sectoriels de la planification écologique**, tout en nous portant au-delà de la seule décarbonation. Seront examinés tour à tour les coûts prévisionnels de notre changement de modèle énergétique, du chantier de la décarbonation des mobilités, de l'effort de réduction des émissions d'origine industrielle, des enjeux de rénovation thermique des bâtiments résidentiels et tertiaires (avec changements des flux énergétiques), du financement des politiques de l'eau et de celles visant la protection de la biodiversité et de nos « puits carbone ». Alors que de multiples rapports soulignent le « mur d'investissement » auquel doivent faire face les transitions, au risque d'alimenter une éco-anxiété incapacitante, nous chercherons à en sonder la soutenabilité et les conditions de succès.

Notre dernier chapitre sera consacré à la **répartition des efforts de financement entre niveaux d'autorités publiques** d'une part et entre catégories de contributeurs d'autre part. En synergie avec l'axe de notre programme d'études spécifiquement consacré à la « descente d'échelle » de la planification écologique, il est utile d'analyser les périmètres de mobilisation des ressources fiscal-financières mises au service des transitions. Quels sont les **mécanismes de mutualisation et de péréquation** favorisant une certaine solidarité entre territoires ? Quels sont ceux dont l'assise repose sur des tarifications ou impositions décentralisées, adressant un « signal-prix » plus clair et direct aux populations ? Ce chapitre abordera également la répartition des efforts contributifs entre consommateurs, contribuables, usagers... en interrogeant l'efficacité et l'équité des équilibres actuels.

Chiffrer les « besoins » d'investissement public et privé renvoie par ailleurs aux **valeurs-cibles poursuivies par les politiques publiques** et à des arbitrages qui restent encore à rendre à l'issue de débats publics complexes, marqués par des exigences environnementales accrues d'un côté et par des rejets de l'écologie dite « punitive » de l'autre. A titre d'exemple, le sujet des polluants éternels (PFAS) et des seuils de dépollution à atteindre (pour des raisons de santé publique) aura un impact considérable sur les coûts de traitement et les besoins de financement des politiques de l'eau.

Comme nous le verrons, la plupart des chantiers seront sensibles à des choix politiques et réglementaires qui ne sont pas encore effectués, et qui resteront soumis à une certaine réversibilité en fonction des orientations de la vie publique nationale, des standards préconisés par les autorités de santé et des découvertes scientifiques. Le coût

marginal du « dernier pas » est le plus souvent exorbitant, surtout s'il est question de viser le risque zéro. C'est notamment le cas en matière de lutte contre la pollution de l'air, de gestion quantitative et qualitative de l'eau, de prévention du risque inondation, de reconstitution des fonctions écologiques des sols.

Identifier les difficultés de « bouclage »

Notre rapport vise justement à identifier les **points de sensibilité** qui affectent les politiques publiques en question et les font claudiquer. Ces remarques n'invalident nullement l'intérêt d'une démarche de planification. C'est au contraire l'anticipation et la prospective qui peuvent permettre de **réduire progressivement les incertitudes** et l'hyper-volatilité auxquelles les décideurs doivent aujourd'hui faire face. Beaucoup d'acteurs économiques reportent leurs projets voire les déprogramment faute de visibilité suffisante. Le marché redevient myope. Les choix des individus et des organisations restent en outre marqués par ce que les économistes appellent la « *préférence pour le présent* » qui rend certains plans d'action inefficients¹. La promesse de bénéfices futurs ne suffit pas à modifier les comportements et à modifier l'allocation de l'épargne. Il est possible d'y voir la rationalité limitée des agents économiques mais aussi une propension naturelle, et compréhensible, à l'attentisme en période confuse. L'éco-anxiété peut devenir elle-même un carburant de l'inaction climatique.

La projection des besoins à long terme, adossés de surcroît à une spatialisation, permet de repérer les difficultés de « bouclage » des trajectoires des transitions, des conflits et tensions qui peuvent se manifester sur certaines ressources au risque d'en renchérir les prix, d'en provoquer les pénuries ou d'amplifier nos dépendances matérielles. Même si elle s'inscrit dans une logique de regain de notre autonomie énergétique et d'une économie circulaire, fondée sur des taux de réemploi-recyclage beaucoup plus élevés et des approvisionnements de rayon plus court, **la planification écologique ne peut pour autant se concevoir dans une perspective autarcique**. Elle doit ainsi examiner la **criticité des ressources** sollicitées auprès de partenaires extérieurs, tant en Europe qu'ailleurs. Des optimisations de flux restent à agencer sur des matériaux comme le bois et les autres gisements de biomasse, les métaux recyclés (cuivre, aluminium, acier...), les matières plastiques.

De nombreux pays, en application de l'accord de Paris ou d'autres engagements internationaux, se sont engagés dans des démarches de planification écologique ou de stratégie énergie-climat. La plupart s'efforcent d'en chiffrer les objectifs et les moyens affectés². La précision des modèles tend à se dégrader assez vite au-delà de 2030, avec la multiplication des aléas de toute nature à prendre en compte. **L'ambition d'un chiffrage global, à l'horizon temporel de 2050 qui fixe le cap du « net zéro », peut sembler hors d'atteinte**. Les approches secteur par secteur, en entrant dans les ambitions et contraintes spécifiques à chacun d'entre eux, permet de repérer les variables auxquelles ils demeurent les plus sensibles.

L'objet de ce document est de **rassembler les savoirs disponibles** sur les circuits de financement actuels des transitions et comprendre la répartition des efforts budgétaires entre les différents acteurs et niveaux institutionnels. Il est aussi de mesurer l'évolutivité des outils de politiques publiques privilégiés par les décideurs, les choix de priorités, les évaluations de leur efficacité.

¹ Luc Arrondel, André Masson, Daniel Verger, « *Mesurer les préférences individuelles pour le présent* », Economie et Statistiques n°374-375, 2004, pp. 87-125.

² Barbara Pompili et Virginie Dumoulin, *La planification écologique dans le monde. Parangonnage sur la démarche de planification écologique dans les pays du G20 et de l'Union européenne*, mars 2025, 60 p. et annexes fiches pays, 338 p.

Les premiers travaux macro-économiques de chiffrage des besoins d'investissement et des impacts des transitions sur la croissance et les finances publiques sont apparus en France assez récemment, centrés pour l'essentiel sur les enjeux d'atténuation du changement climatique et l'effet de renchérissement des coûts lié aux tarifications du carbone. Ils tendent néanmoins à se multiplier depuis la crise pandémique et à faire l'objet d'investigations de plus en plus approfondies. L'expérience de la **Net Zero Review** conduite depuis 2020 par le Trésor britannique a notamment inspiré le gouvernement français pour bâtir ses propres modélisations et accompagner la mise en place du « budget vert » qui, de purement quantitatif, doit être progressivement doté d'une dimension qualitative.

Un article de l'économiste Jean Pisani-Ferry, paru à l'été 2021, a ouvert un cycle dense de publications³ en mettant en avant les « **chocs économiques potentiels** » à anticiper avec les prix croissants donnés au carbone : actifs déclassés, reports de consommation, charges d'investissements publics et privés, incidences fiscales, réduction des capacités productives... Cette publication a contribué à modérer l'enthousiasme « vert » qui avait escorté la présentation de la stratégie nationale bas carbone de deuxième génération (SNBC2) et multiplié les annonces enthousiastes. Sans prudence ni démonstration étayée, celles-ci promettaient de manière très performative un « **double dividende** » de la transition avec des pronostics de supplément de PIB de 2,5% à l'horizon 2030 et 3,4% en 2050. Appelant à la nuance, Jean Pisani-Ferry suggérait dans son article de mesurer plus sérieusement les mesures d'impact et de scénariser les effets socio-économiques des transitions en fonction des vecteurs retenus pour décarboner efficacement. Dit autrement, la fameuse « croissance verte » ne pouvait résulter du seul déploiement spontané d'aides publiques massives ou de mécanismes de marché. Un scénario « stagflationniste » n'était pas à exclure du champ des possibles et devait être conjuré par des politiques optimisées.

Etudes d'impact macro-économiques des transitions : les progrès des savoirs

Dans le sillage de l'économiste, un rapport de l'Inspection générale des finances (IGF)⁴ a également réévalué à la baisse (+1,9% en 2030 et +1,2% en 2050) ce « double dividende » de la transition en matière de croissance tout en l'assortissant de prérequis : un déploiement graduel et cohérent de ses différents chantiers, une affectation intégrale du produit de la taxe carbone à des investissements publics avisés et à la réduction de la dette publique. En synergie avec les travaux conduits au sein de France stratégie dans le cadre de la commission Quinet sur la valeur de l'action pour le climat (VAC)⁵ et des groupes de travail de la Commission Criqui sur les coûts d'abattement du carbone, une réflexion s'est engagée au sein de la direction du Trésor pour **approfondir l'analyse des effets des transitions énergie-climat sur différents paramètres de l'économie** : investissements publics et privés, valeur des patrimoines, endettement, emploi, balance commerciale...

En parallèle, la Banque de France a procédé à ses propres évaluations des impacts sur le PIB et l'inflation de différents scénarios de transition (concept d'« *inflation verte* »), en fonction des instruments utilisés et du rythme emprunté pour les actionner. Ses modélisations l'ont conduite à prévenir qu'une hausse brutale de la tarification carbone, non-accompagnée d'une disponibilité suffisante de technologies bas-carbone à des prix accessibles, aurait des effets négatifs. Des investissements publics massifs financés par la taxation des énergies fossiles seraient également de nature à susciter des effets inflationnistes notables. La banque centrale française a de fait préconisé à son tour une **transition graduelle**, économe de « chocs » et assortie d'une prévisibilité maximale pour les agents⁶. Le scénario le plus favorable consistait à soutenir l'investissement privé par des mesures fiscales financées par la taxation des ménages et une forte incitation à l'épargne, synonyme d'une baisse de la consommation courante.

1.1. Les besoins de financement des transitions : à la recherche du chiffre légitime

A la demande du gouvernement, **Selma Mahfouz et Jean Pisani-Ferry** ont proposé au printemps 2023 une première estimation des flux additionnels d'investissement nécessaires à l'atteinte des nouveaux objectifs du Pacte vert européen et de l'ajustement 55 (« Fit 55 »), à savoir le rehaussement à 55% des baisses d'émissions attendues en 2030 par rapport à 1990. Leurs travaux ont conclu à des **besoins d'investissement en capital de 66 milliards d'euros par an jusqu'en 2030**, dont 34 milliards portés par la puissance publique, principalement en soutien de la

³ Jean Pisani-Ferry, « *Climate Policy is Macroeconomic Policy, and the Implications will be significant* », Policy brief, Peterson Institute for International Economics, 21-20, Août 2021.

⁴ Selma Mahfouz, Charles Murciano, Thomas Brand, Aude Costa de Beauregard, *Enjeux macroéconomiques et budgétaires de la neutralité carbone*, Inspection générale des finances, août 2022, 121 p.

⁵ Alain Quinet, « *La valeur de l'action pour le climat – Une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques* », France stratégie, 2019.

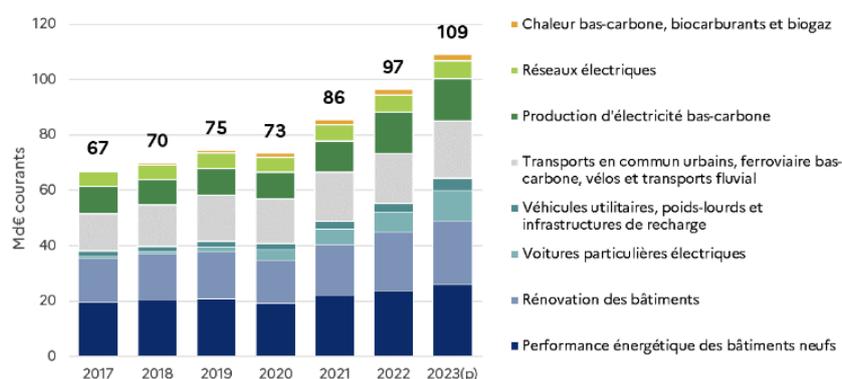
⁶ Bulletin de la Banque de France, 245/3, mars-avril 2023, Stéphane Dees, Oriane Wegner, Annabelle de Gayen, Camille Thubin, « *Transition vers la neutralité carbone : quels effets sur la stabilité des prix ?* ».

rénovation thermique des parcs tertiaires et résidentiels⁷. Les investissements additionnels à prévoir pour renforcer la part électrique du « mix énergétique » étaient évalués à parts égales pour la filière nucléaire et celle des énergies renouvelables électriques (3 milliards chacune en termes de soutiens publics annuels). Ce rapport très détaillé, adossé à des monographies thématiques, a également mentionné les pertes de recettes à attendre de la baisse des consommations de produits fossiles. Il a en outre mis en garde contre un usage excessif des tarifications du carbone, exposées à un problème d'acceptabilité politique et sociale. Etait préconisé en conclusion un recours massif à l'emprunt (250 à 300 milliards d'euros d'ici 2030) pour couvrir un besoin d'investissements nets évalué à 2,3% du PIB jusqu'en 2030. Un effort très conséquent.

En s'inspirant de la démarche britannique évoquée plus haut, une sous-direction dédiée a été en parallèle installée au sein du ministère de l'Economie et des Finances (Trecu, Direction du Trésor) pour affiner ces chiffrages. Un rapport intermédiaire⁸ publié en 2024 a inspiré la première réalisation de la **Stratégie pluriannuelle des financements de la transition écologique et de la politique énergétique nationale (SPAFTE)**⁹, présentée au Parlement dans le cadre de l'examen des projets de lois de finances, conférant ainsi une valeur très officielle à ses travaux. Ces documents proposent un certain nombre de repères utiles, sans être encore très détaillés :

- En 2023, **109 milliards d'investissements publics et privés bas carbone** ont été mobilisés pour les véhicules électriques, la production d'électricité, la décarbonation de l'industrie, la rénovation énergétique des logements...
- **7 à 8 milliards d'euros de dépenses des collectivités** sont considérés « à destination verte »,
- 43 milliards d'euros de financements de l'Etat en faveur de la transition écologique sont programmés en 2025 (dont 34 Mds consacrés à la seule décarbonation),
- Les **besoins de financement annuels supplémentaires sont évalués à 110 milliards d'euros « bruts » et à 63 milliards d'euros « nets »** (une fois prises en compte les réorientations de dépenses existantes) jusqu'en 2030.

Graphique 2 : Investissements bas-carbone en France, par secteurs



NB : Les montants renseignés dans ce graphique sont établis à périmètre et méthodologie SPAFTE. Ils diffèrent à ce titre des montants originaux calculés par I4CE dans leur Panorama des financements climat 2023.

Source : Données : I4CE (2023), « [Édition 2023 du Panorama des financements climat](#) ». Calculs Trésor à périmètre et méthodologie SPAFTE.

La SPAFTE, comme les documents de la nouvelle sous-direction de Bercy, font état d'un déficit de données relatives aux actions déjà conduites en matière d'industrie, de biodiversité, d'agriculture, de forêt, de gestion des déchets. Tout en contribuant à un certain progrès de l'état des savoirs, ces exercices révèlent néanmoins « en creux » l'étendue des domaines demeurant à renseigner. Des travaux analogues conduits par la Commission

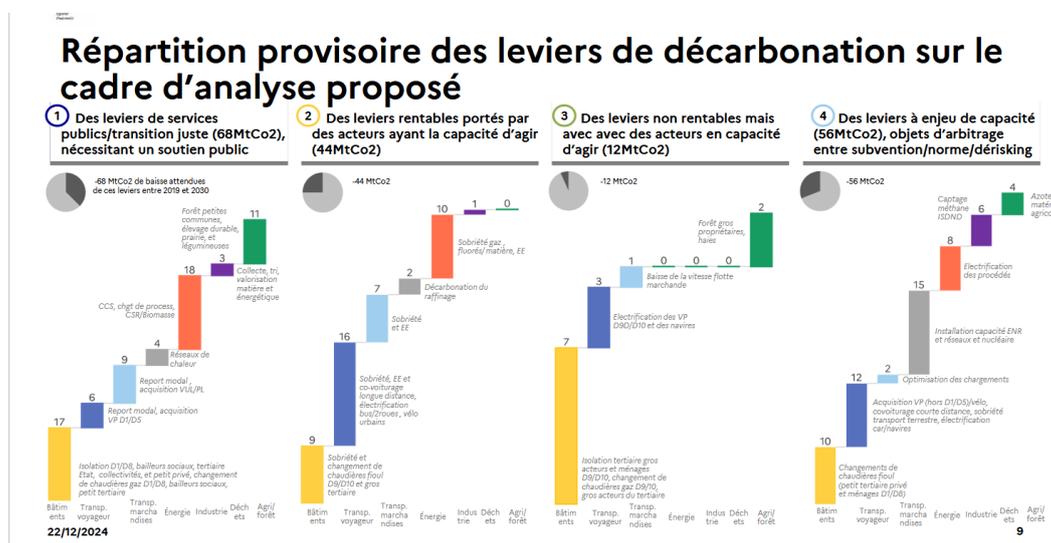
⁷ Un travail de réactualisation du rapport Pisani-Ferry Mafhouz a été publié par France stratégie mais limité aux secteurs du bâtiment et de la mobilité. Il évalue la rentabilité des investissements des particuliers et leur besoin de soutien public pour atteindre les objectifs de la trajectoire carbone. Le besoin de financements publics « bruts » entre 2024 et 2030 dans ces deux secteurs est estimé à 85 milliards d'euros sur le fondement des jeux d'hypothèses retenus (pris de l'énergie, coûts moyens des matériels...). Voir François Belle-Larant, Grégory Claeys et Alain Durré, « *Investissements bas carbone : comment les rendre rentables ?* », France stratégie, La note d'analyse, octobre 2024, n°144, 16 p.

⁸ Direction générale du Trésor, *Les enjeux économiques de la transition vers la neutralité carbone, rapport intermédiaire*, décembre 2023, 128 p. Logan Gourmand, « *Quels besoins d'investissement pour les objectifs français de décarbonation en 2030 ?* », Trésor-Eco, n°342, avril 2024. La version définitive du rapport a été présentée en janvier 2025. Voir France nation verte, *Les enjeux économiques de la transition vers la neutralité carbone*, Rapport final, 2025, 260 p.

⁹ Stratégie pluriannuelle de financement de la transition écologique et de la politique énergétique nationale, 2024, 88 p.

européenne à l'échelle de l'Union (UE27), évaluent les besoins d'investissement à 487 milliards d'euros par an pour atteindre les objectifs des différentes transitions (RepowerEU, économie circulaire, décarbonation...)¹⁰.

En charge des aspects plus opérationnels, le secrétariat général à la planification écologique (SGPE) a repris à son compte les hypothèses budgétaires du Trésor dans ses propres modélisations tout en cherchant à identifier les leviers d'action les plus efficaces pour décarboner l'économie française et conforter les capacités des acteurs (ménages, entreprises...) à s'en emparer de manière effective¹¹. L'ambition affichée est de proposer, pour chaque levier identifié, des politiques publiques cohérentes et optimisées. Ce travail s'est limité initialement aux politiques de décarbonation mais doit être progressivement étendu aux enjeux de biodiversité et d'adaptation.



Source : Secrétariat général à la planification écologique (SGPE)

Jouant un rôle de juge de paix et de tiers de confiance en matière de finances publiques, la Cour des Comptes ne s'est pas encore livrée – à notre connaissance – à une modélisation approfondie et transversale des besoins futurs de financement. Elle a néanmoins commencé à inventorier au sein du budget de l'Etat les dépenses qui concourent à la transition écologique (les dépenses dites « vertes ») mais aussi celles qui la contrarient ou lui font obstacle (les dépenses classées comme « brunes »)¹². Cette initiative vient ainsi apprécier la sincérité du *Rapport sur l'impact environnemental du budget de l'Etat*, obligatoirement annexé au budget depuis la loi de finances pour 2020 (article 179).

Sous la forme d'une note thématique produite à l'été 2023, dans le cadre de la revue des dépenses publiques¹³, la Cour a regretté le caractère restrictif du périmètre donné à ce « budget vert » de l'Etat, suggérant de le compléter par l'étude des moyens mobilisés par les opérateurs nationaux et les collectivités. Elle recommandait que l'analyse porte davantage sur l'exécution budgétaire et les arbitrages effectifs plutôt que sur les seules prévisions. **Au sein de la loi de finances pour 2023, étaient recensés près de 34 milliards de dépenses favorables à l'environnement (« dépenses vertes ») pour 19,6 milliards de dépenses considérées comme « brunes »** (temporairement accrues par le « bouclier énergétique » mis en place pour faire face à l'explosion des prix liés à la guerre d'Ukraine). Tout en saluant l'augmentation des dépenses « vertes », elle estimait de fait à 10 milliards d'euros les besoins d'investissement supplémentaires pour la seule transition climatique.

La Cour considérait que les différents plans d'investissements publics restaient encore à chiffrer par grands objectifs (transports, bâtiments, industrie...), assortis d'une programmation pluriannuelle et assortis de précisions sur les modes de financement envisagés. En termes prospectifs, la note des magistrats financiers a souligné la nécessité de mieux tracer le périmètre des dépenses rattachables à la transition écologique et de consolider les informations

¹⁰ En lien avec plusieurs think tanks européens, l'Institut Rousseau a conduit un travail qui parvient à des besoins financiers moins élevés (360 milliards d'euros par an pour la seule trajectoire de décarbonation), par des efforts accrus sur la sobriété. Institut Rousseau, *Road to net zero*, Rapport condensé, janvier 2024, 50 p.

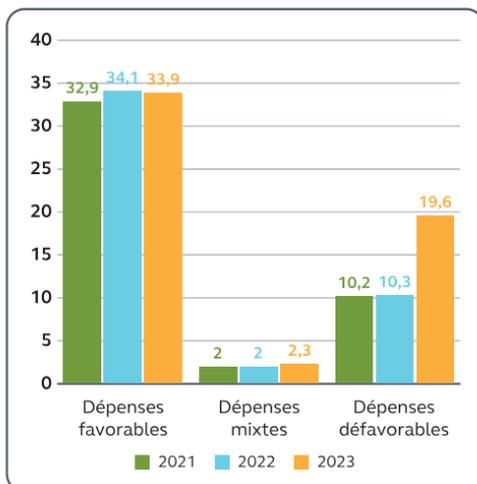
¹¹ Secrétariat général à la planification écologique (SGPE), *Cadre d'analyse pour les financements de la planification écologique*, document provisoire, décembre 2024.

¹² La Cour a en outre produit de très nombreux rapports thématiques qui évaluent, champ par champ, les enjeux de financement des transitions (nucléaire, soutien aux énergies renouvelables, biomasse, adaptation au changement climatique, transports, forêt, eau, déchets...). Nombre d'entre eux sont utilisés et mentionnés dans le cadre de notre étude.

¹³ Cour des Comptes, *Apprécier la contribution de la dépense publique à la transition écologique*, juillet 2023, 22 p.

pour prendre en compte les différents moyens de financements et contributeurs. Elle a ainsi rappelé que la décarbonation du seul système énergétique (production, réseaux, stockage, gestion des déchets radioactifs...) allait représenter des montants de plusieurs centaines de milliards d'euros d'ici 2050, auxquels devaient être ajoutés les investissements de transformation des équipements et des usages ; autant de dépenses peu prises en compte dans le « budget vert » de l'Etat. Elle a également confirmé l'intérêt d'une véritable cotation des dépenses pour éviter le « greenwashing » budgétaire (risque d'« écoblanchiment ») mais en souhaitant que cet effort soit accompagné d'une réelle évaluation de la performance environnementale.

Graphique n° 1 : évolution des dépenses à impact environnemental entre 2021 et 2023



Source : Rapport sur l'impact environnemental du budget de l'État annexé au PLF 2023, octobre 2022.

N.B. : Données retraitées pour 2021 pour une comparaison à périmètre constant, sans retraitement des impacts exceptionnels liés à la hausse des prix de l'énergie et hors plan de relance. Pour 2022 et 2023, il s'agit des chiffres annexés aux projets de loi de finances initiaux.

Source : Cour des Comptes

Nombre de dépenses publiques s'avèrent en pratique difficiles à rattacher au « budget vert » ou sont neutres. **Sur 465 dépenses fiscales**, par exemple, **120 sont cotées comme « vertes »** (3,7 milliards d'euros) ou « brunes » (11,35 milliards d'euros) mais sans offrir d'information détaillée sur l'intensité de leurs effets réels, dans un sens ou dans l'autre. Les magistrats financiers ont ainsi plaidé pour une granularité beaucoup plus fine des analyses et une cotation propre à chaque « brique budgétaire » tout en plaidant pour l'extension de la méthode aux collectivités et aux opérateurs de l'Etat. Elle a surtout invité à une évaluation des effets concrets des investissements publics afin de mesurer l'efficacité des euros dépensés au regard des trajectoires adoptées dans les différents documents de planification.

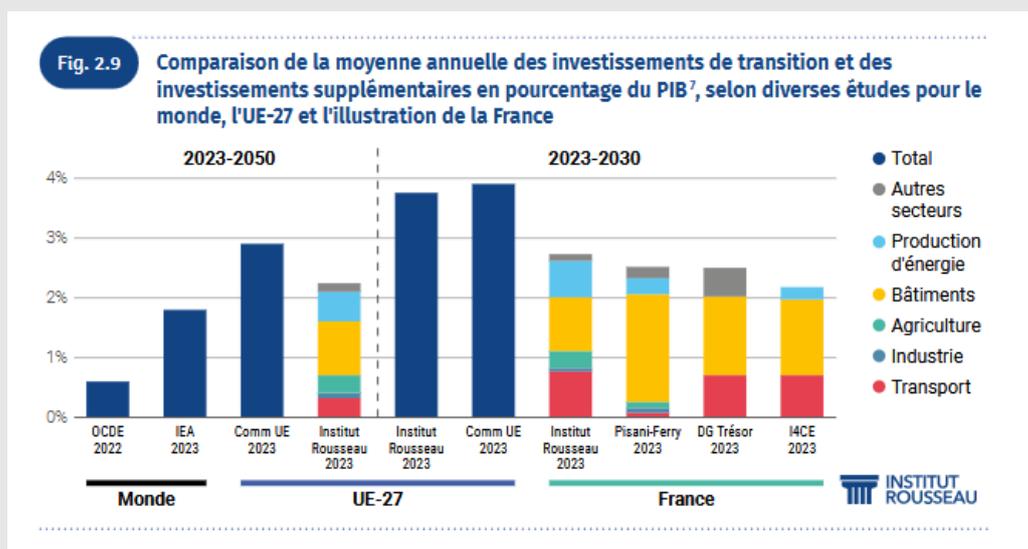
Les expertises complémentaires

Think tank réputé en matière de financement des politiques climatiques, l'**institut I4CE** (Institute For Climate Economics) a procédé à sa propre évaluation des besoins d'investissement supplémentaires à l'horizon 2030 pour respecter la trajectoire dessinée par le programme national intégré énergie-climat (PNIEC). Il a tout d'abord estimé les **montants additionnels nécessaires à 58 Md€** par an (par rapport à 2022) dans les secteurs des bâtiments, des transports et de l'énergie. Dans un travail réactualisé à la fin 2024, l'institut propose une fourchette de 37 à 70 milliards d'efforts supplémentaires en dépenses publiques, en fonction des efforts demandés aux agents privés et des économies de dépenses publiques réalisées¹⁴. I4CE s'est par ailleurs efforcé de traduire en besoins de financements les différents scénarios de transition proposés en 2021 par l'Ademe. Sur les périmètres étudiés, l'appel de moyens passait de + 13 milliards d'euros par an dans le scénario reposant sur une sobriété très élevée (« frugal ») à une trentaine de milliards additionnels pour les scénarios les plus gourmands (scénarii « technologies vertes » et « pari réparateur »).

¹⁴ I4EC, *Financement de la transition : quelles marges de manœuvre autour du besoin de financement public ?*, 2024, 20 p.

Le pôle énergie-climat du cabinet **Rexecode**, organisme proche des organisations patronales, a également produit des analyses sur les enjeux économiques de la décarbonation qui concluent à des besoins d'investissements supplémentaires de l'ordre de 2,1% à 2,9% du PIB, soit un surplus de 58 à 80 milliards d'euros par an. L'impératif d'accélérer le découplage entre objectifs de croissance et de neutralité carbone conduit à un dilemme entre ambition climatique et maîtrise de la dette publique.

Le **Conseil économique, social et environnemental (CESE)** s'est également penché sur les besoins de financement de la stratégie française énergie-climat. Le Palais d'Iéna situe entre 2 et 4 points de PIB la valeur des investissements publics et privés nécessaires pour respecter la trajectoire « net zéro », en finançant les besoins nouveaux par une suppression progressive des aides fiscales et « boucliers » tarifaires concernant les usages fossiles¹⁵. Le CESE a procédé utilement à une lecture comparée de différents travaux conduits par l'Institut I4CE, l'Ademe, le cabinet Rexecode, l'Institut Rousseau, l'OFCE qui scénarisent les transitions énergie-climat en termes de flux d'investissements publics et privés (cf. annexes).



1.2. La mesure des coûts d'abattement du carbone

A l'analyse, les chiffrages des besoins « bruts » et « nets » de financements peuvent sembler des évaluations très frustes si ne sont pas plus finement analysées et évaluées **la qualité des actions conduites et leur efficacité au regard des objectifs de décarbonation** ou d'autres enjeux des transitions écologiques. Dans un contexte post-pandémique marqué par des mesures de relance extrêmement généreuses en termes de masses budgétaires, un certain nombre de recommandations ont été formulées pour en assurer le meilleur emploi et un rendement optimisé.

La **question du « coût-efficacité »** est progressivement venue compléter les approches purement volumétriques des financements affichés. Les travaux approfondis conduits au sein de la Commission Criqui, adossée à France stratégie, ont permis de mesurer les coûts d'abattement du carbone propres aux différentes politiques publiques pour identifier les leviers d'action aux meilleurs retours sur investissement (cf. encadré). Le ministère de l'Economie et des finances s'est inspiré de ces travaux pour proposer une analyse des performances des mesures et de les comparer aussi bien entre secteurs qu'à l'intérieur de chacun d'entre eux¹⁶. Ont ainsi été identifiées les actions au plus fort effet de levier en termes de décarbonation. Plusieurs limites ont été néanmoins soulignées par les auteurs :

¹⁵ Conseil économique, social et environnemental, *Financer notre stratégie énergie-Climat : donnons-nous les moyens de nos engagements*, rapporteure Julia Grimault, Février 2023, 138 p.

¹⁶ Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, *Les coûts d'abattement : euros dépensés par tonne de CO₂eq éliminée. Un outil d'analyse des leviers de décarbonation de l'économie : application aux secteurs de la rénovation des logements, des véhicules routiers et de l'industrie*, 2024, 17 p.

- Le **périmètre d'analyse reste encore restreint** à certains secteurs, les informations manquant pour les actions conduites en matière de biodiversité, d'agriculture, de gestion des déchets,
- **L'enjeu de la décarbonation ne peut être le critère exclusif** pour dresser un « scoring » des politiques publiques, certaines présentant des co-bénéfices élevés pour d'autres enjeux environnementaux, économiques et sociaux,
- La planification doit également tenir compte du « **bouclage physique** » de la transition, de la disponibilité réelle de ressources (matériaux, main d'œuvre...), de la capacité des programmes à « monter à l'échelle », de l'interdépendance systémique entre certaines actions malgré leur coût-efficacité inégal...
- Les chiffrages des **coûts d'abattement de la dépense publique** restent soumis à une meilleure évaluation de son « **additionnalité** » effective **par rapport à la dépense privée** (dans quelle mesure suscite-t-elle des effets de substitution et/ou des effets d'aubaine ?)
- L'évaluation des coûts d'abattement doit être régulièrement actualisée pour tenir compte des évolutions technologiques, des baisses ou hausses des prix d'équipement, des effets d'apprentissage.

A cette métrique des « coûts d'abattement », les auteurs préconisent désormais d'ajouter des indicateurs complémentaires au sein d'un outil plus large : **le référentiel ABCDE**. Comme l'explique le tableau ci-dessous, ce référentiel prend en compte le coût et le potentiel d'abattement, les enjeux de bouclage physique de la transition (en termes de disponibilité des ressources), la cohérence des mesures et dispositifs, la capacité d'une aide à déclencher les investissements ou comportements attendus des agents, les effets indirects suscités par une action donnée (éventuels co-bénéfices).

Tableau 1 : Principes du référentiel ABCDE

Critère	Principe	Exemple illustratif des effets à considérer pour une hypothétique subvention de soutien à la conversion de chaudières au fioul en pompes à chaleur (PAC)
Abattement	Quel sont les coûts d'abattement et le potentiel d'abattement du geste encouragé par le dispositif ?	Coût d'abattement financier : Différentiel de coût, soit CAPEX (investissement initial dans la PAC) + OPEX (différentiel de facture énergétique, différentiel de coûts de maintenance) Potentiel d'abattement : différence entre les émissions induites par le chauffage au fioul et par l'électricité de la PAC, y compris effet rebond, en inventaire ou empreinte
Bouclages	Le dispositif accroît-il l'usage de ressources limitées et essentielles à la transition ?	Bouclage physique : tension supplémentaire sur la production d'électricité, notamment lors des pics de consommation en hiver
Cohérence	Le dispositif est-il cohérent avec la stratégie de décarbonation ?	D'autres mesures existantes ou planifiées incitent déjà à l'installation d'une PAC (e.g. MaPrimeRénov', les CEE, l'interdiction de location de passoires thermiques, la composante carbone) tandis que l'installation de nouvelle chaudière au fioul est interdite
Déclenchement	Le dispositif permettra-t-il effectivement de déclencher les gestes attendus ?	Du fait du niveau et de la volatilité des prix du fioul, les ménages qui le peuvent pourraient choisir spontanément d'investir dans une PAC. Pour éviter un effet d'aubaine , le dispositif pourrait être ciblé en priorité sur les ménages plus modestes pour lesquels l' additivité de la dépense publique associée pourrait être meilleure, s'ils sont davantage sujets à des défaillances de marché non-climatiques .
Effets indirects	Quels sont les autres effets induits et sont-ils désirables ?	Risque de verrouillage technologique (lock-in) : peut désinciter un raccordement ultérieur à un réseau de chaleur urbain dans certaines zones denses. Autres effets indirects socio-économiques : lutte contre la précarité énergétique, diminution des pollutions locales, confort d'été, amélioration de la balance commerciale dans le cas de PAC produites en France, amélioration de la souveraineté énergétique via la diminution d'imports de combustibles fossiles.

Source : DG Trésor (2023), "Les enjeux économiques de la transition vers la neutralité carbone", rapport intermédiaire.

Source : Direction du Trésor

Le chiffrage du coût d'abattement privé et des besoins de cofinancement public a été effectué sur trois secteurs essentiels : la rénovation des logements, l'électrification des transports routiers, la décarbonation de l'industrie (voir document n°4 en annexe). Ce sont ces chiffrages qui ont éclairé les travaux parlementaires pour effectuer les recentrages des aides publiques et maximiser leurs effets.

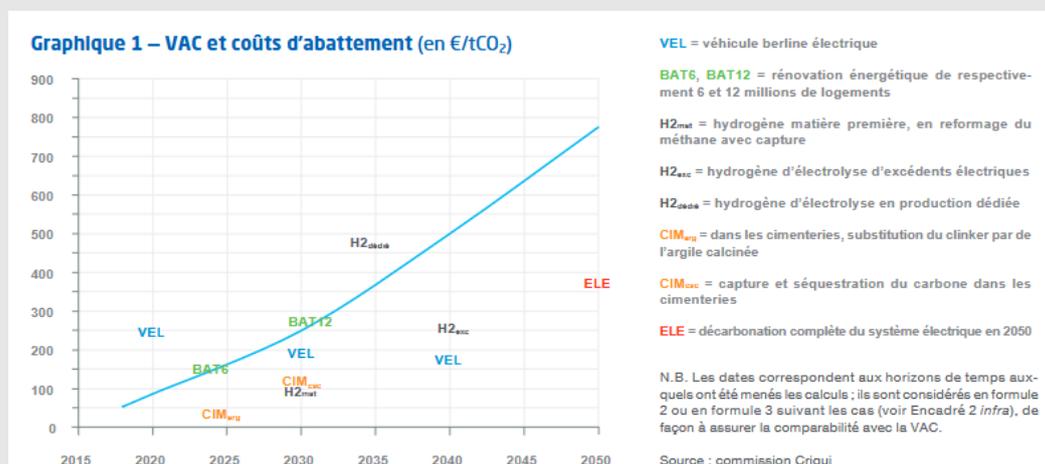
Malgré la persistance de débats méthodologiques et de zones d'ombre, on peut néanmoins dresser le constat des **progrès rapides de l'évaluation des politiques publiques** relatives aux enjeux de décarbonation. Ces travaux

ont provoqué des recentrages des aides publiques et des stratégies industrielles sous-jacentes dans des délais relativement courts.

Les conclusions des groupes de travail de la commission sur les coûts d'abattement¹⁷

Présidée par le chercheur **Patrick Criqui**, la commission sur les coûts d'abattement du carbone a offert un cadre d'approfondissement remarquable pour éclairer les travaux d'évaluation en entrant dans leurs divers enjeux sectoriels et en recontextualisant les leviers d'action à disposition. Des évaluations thématiques, produites par différents groupes de travail *ad hoc*, ont été consacrés aux mobilités, à l'énergie, à l'hydrogène, au logement, au ciment... pour identifier les **solutions au meilleur coût-efficacité** ; à savoir celles qui maximisent l'effacement d'émissions pour chaque euro investi. L'approche de la commission a été « micro-fondée » à partir d'expertises et de témoignages d'ingénieurs sur les coûts **techniques** et la maturité des innovations. Elle s'est voulue complémentaire, en « *logique inversée* », des modèles macro-économiques fondés sur la valeur tutélaire donnée au carbone. La commission a de fait pu intégrer les questions de disponibilité des solutions technologiques alternatives et des ordres de préséance (*merit order*) à agencer dans la mobilisation des ressources. Elle s'est aussi souciée de la planification temporelle des transitions en mettant l'accent en priorité sur les actions aux effets les plus élevés ou les plus capables de débloquer certains verrous socio-techniques. La commission s'est également ouverte aux **logiques de « coûts systèmes »** qui sous-tendent des redéploiements massifs d'usages, notamment dans le domaine énergétique.

En synthèse, la Commission a conclu à la **performance socio-économique** (rapportée à la valeur de l'action climatique) de l'électrification des mobilités, en initiant le mouvement à travers les véhicules électriques urbains (citadines), puis, à partir de 2040, le soutien aux berlines électriques dont le coût d'abattement aura baissé. Le véhicule hydrogène deviendrait coût-efficace à un horizon plus éloigné, sous réserve d'une baisse de coût d'acquisition de 40%. L'usage des biocarburants ne serait coût-efficace qu'en mobilisant les produits de « deuxième génération » (taillis, résidus, déchets) et en étant prioritairement orienté vers les mobilités sans réelle solution alternative à court terme (aérien, transport maritime...) et responsables d'émissions considérées comme « apatrides » (car non comptabilisées dans les inventaires territoriaux). **Les actions visant le report modal se heurtent à des coûts d'investissements élevés** mais peuvent intégrer des bénéfices jumeaux sur les réductions des congestions et la santé publique. Le coût-efficacité des actions de report modal n'est pas le même entre celles qui favorisent le basculement de mobilités individuelles vers des transports collectifs, tant sur des distances moyennes ou longues, marqués par d'importants coûts-systèmes, et celui qui caractérise le report modal vers des mobilités actives (marche, vélo...).



Source : Commission sur les coûts d'abattement, France stratégie

Commentaire : Ce graphique positionne les coûts d'abattement de diverses actions de décarbonation au regard de la trajectoire (en bleu) de la valeur de l'action pour le climat (VAC) qui confère un prix croissant au carbone à l'horizon 2050. Le coût-efficacité des leviers progresse avec la baisse de coûts des technologies et la progression de la VAC dont la valeur-cible est fixée à 775 €/tCO₂ à l'horizon 2050.

¹⁷ Patrick Criqui, « Les coûts d'abattement en France », France stratégie, Les notes de synthèse, mai 2023. La note donne accès aux différents rapports sectoriels.

Chiffrer le coût d'évitement de la tonne carbone

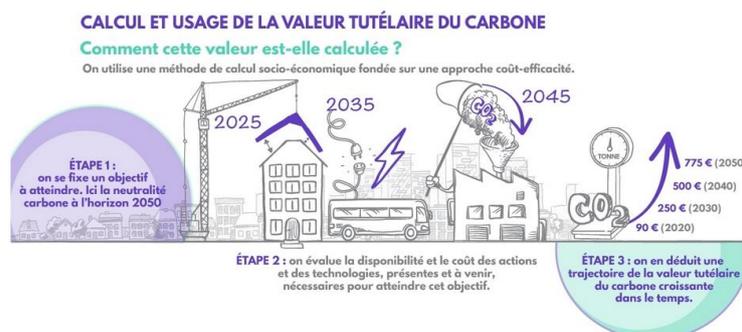
Cette notion de « coût-système » est également au centre du changement de modèle énergétique, marqué par un doublement programmé de la part de l'électricité dans le mix national. Outre les soutiens publics nécessaires tant au développement des énergies renouvelables qu'aux nouvelles capacités nucléaires, **le recalibrage du réseau et la gestion de la flexibilité globale du système électrique** conduisent à estimer entre **350 et 390 euros le coût d'évitement de la tonne de CO² à l'horizon 2050**, soit la moitié de la valeur de l'action pour le climat (775 €/t CO²). Le calcul était fondé avec un mix électrique de référence composé de 30% de nucléaire, 25% de photovoltaïque, 25% d'éolien, 10% d'hydro-électricité et 10% de gaz naturel, ce qui n'est plus réellement aligné avec les cibles du projet de PPE de troisième génération. Une conclusion forte de la commission était d'anticiper l'augmentation du coût d'abattement des productions additionnelles par rapport au coût moyen. Dit autrement, la nouvelle production d'électricité tend à renchérir sensiblement le prix de l'électron en raison des enjeux d'adaptation de l'infrastructure de réseau. Par ailleurs, la commission soulignait **le coût d'abattement encore très élevé des solutions fondées sur l'hydrogène (H²)**, à l'exception de celles visant à décarboner l'H² « gris » des usages industriels actuels. A moyen terme, seuls les usages efficaces des surplus de production d'électricité devraient permettre de fournir de l'hydrogène à des coûts compétitifs. L'hydrogène dit « bleu » obtenu par capture et séquestration du carbone d'origine industrielle (en sortie de cheminée) est alors jugé comme une solution plus mature que la production d'hydrogène par électrolyse (H² « vert »). Des espoirs reposent à moyen terme sur les capacités d'exploitation des gisements d'hydrogène naturel dit « blanc ».

Dans le bâtiment résidentiel et tertiaire, responsable de 44% des consommations énergétiques (mais seulement 17% des émissions directes de GES), la Commission concluait des coûts d'abattement très faibles d'actions ciblées sur la rénovation prioritaire des passoires thermiques et le report du gaz vers l'électricité. Le coût-efficacité d'un ciblage vers la classe B serait maximisé pour 6 millions de logements (logements chauffés au fioul et passoires chauffées au gaz). A l'horizon 2030, 12 millions de logements pourraient être orientés vers la classe B à un coût raisonnable. Enfin, la commission a confirmé la pertinence en termes de coûts-efficacité d'un ciblage prioritaire des soutiens à la décarbonation des 50 sites industriels les plus émissifs, 20 sites représentant 90% des émissions du ciment, deux sites 70% de celles de la métallurgie et 12 sites 50% de celles de la chimie.

La Commission Cricqui a par conséquent proposé un premier **panorama relativement complet des coûts que représente le chantier de la décarbonation**, tout en le priorisant à l'horizon 2030 au profit des actions les plus efficaces et les plus matures. A cet horizon, les coûts de la tonne de CO² évitée se situent entre 150 euros et 250 euros ce qui les rendrait compatibles avec la trajectoire de la valeur de l'action pour le climat (VAC) mais n'en représentent pas moins un effort conséquent par rapport à un scénario sans contrainte. Les différents chapitres thématiques de notre rapport permettront de revenir sur ces questions de coût efficacité propres à chaque secteur.

1.3 Evaluer le coût de l'inaction climatique et des risques de la mal-adaptation

Dans la plupart des travaux d'évaluation, les dépenses imputables à la transition et aux politiques d'atténuation sont désormais mises en balance avec les « *coûts de l'inaction climatique* ». Ce sont ces derniers, de plus en plus étroitement scrutés par les banques centrales ou les professionnels de l'assurance, qui accréditent le caractère « sans regret » des efforts de décarbonation et s'efforcent de donner un prix au carbone. Le problème méthodologique majeur que pose cette mise en balance des coûts est celui du saut d'échelle qu'il présuppose. Le coût de l'inaction climatique ne prend sens qu'à une échelle mondiale, en s'assurant que chaque économie nationale accomplit réellement sa part d'effort, conformément aux clefs de répartition adoptées lors des sommets internationaux et notamment celle de l'accord de Paris.

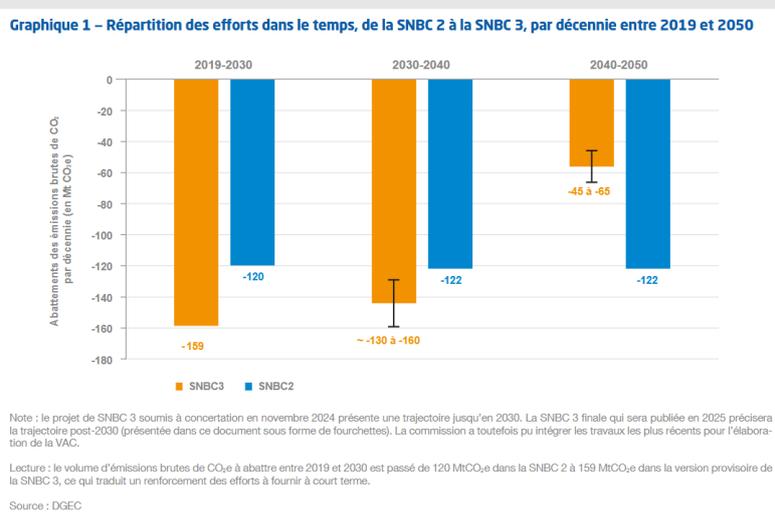


Source : France stratégie

Une valeur d'action pour le climat ajustée aux nouveaux objectifs de la stratégie nationale bas carbone

Un rapport et une note publiés en mars 2025 par **Alain Quinet** présentent une actualisation des calculs de la valeur de l'action pour le climat (VAC) en l'adaptant aux nouveaux objectifs du Pacte vert européen et de la stratégie française énergie-climat de troisième génération. L'auteur rappelle que cette VAC, ou valeur « tutélaire » du carbone, correspond à une valeur fictive qui sert de référence pour mesurer la valeur socio-économique à donner à des actions publiques et privées de décarbonation (tonne d'eqCO² évitée).

Avec le Royaume-Uni, la France est l'un des rares pays au monde à avoir développé et adopté ce type d'instrument. La VAC peut servir de référence pour taxer les émissions de carbone, ou organiser les systèmes d'échanges de quotas, mais ne doit pas être confondue avec un outil fiscal chargé de réinternaliser des coûts externes. C'est essentiellement un **instrument de mesure de la rentabilité des actions engagées**. Peuvent être rapportés à la trajectoire de la VAC des estimations de coûts de programmes d'action dont l'efficacité marginale peut elle-même décroître dans le temps (les premières tonnes à effacer étant les plus accessibles) ou au contraire bénéficier d'innovations incrémentales (sans même avoir à parier sur des innovations de rupture encore incertaines). La commission Quinet s'appuie sur des modèles développés par des administrations ou institutions scientifiques¹⁸. Le seuil de départ de la VAC de 2025 est réhaussé de 187 € à 256 € (par tonne effacée d'eqCO²) et la trajectoire réajustée pour tenir compte de l'effort d'accélération poursuivi par le nouveau projet de SNBC3. Alain Quinet souligne les incidences potentiellement négatives des changements de trajectoires qui modifient les calculs de rentabilité des projets d'investissement public au regard de la VAC.



Source : Alain Quinet, *La nouvelle trajectoire de la valeur de l'action pour le climat*, France stratégie,

Dans la mesure où les émissions domestiques françaises ne représentent que 0,74% des émissions mondiales, l'effort de décarbonation national pourrait voir sa portée rapidement annulée par l'inaction climatique des autres pays. Un raisonnement en « empreinte carbone », en place de l'inventaire territorial, élargirait l'effet de levier en incitant les fournisseurs et partenaires commerciaux de l'économie française à se décarboner. La prise en compte du « scope 3 » (dans la logique de la directive européenne CRSD) jouerait ce rôle, en limitant ce que les spécialistes appellent une « fuite de carbone » (poursuite des délocalisations des approvisionnements vers des pays climatiquement « moins-disants »). Dans l'absolu, le **coût-efficacité des euros dépensés pour l'atténuation pourrait être maximisé par des actions de coopération internationale** visant à accélérer la décarbonation de sites de production à l'étranger. A défaut de garanties sur le caractère coopératif de la négociation climatique mondiale, les programmes de décarbonation des activités productives domestiques peuvent amplifier les flux d'importations de produits et biens plus intenses en carbone¹⁹. Au lieu d'un « double dividende », la transition se transforme alors en « double peine » (déficits commerciaux + élévation de l'empreinte carbone). En sens inverse,

¹⁸ Les modèles TITAN et Vulcain développés par le Commissariat général au développement durable (CGDD), le modèle ThreeME développé par l'ADEME et l'OFCE et utilisé par la Direction générale du Trésor.

¹⁹ Jean-Paul Albertini et Baptiste Perrissin-Fabert, « *Analyse économique des négociations climat : décryptage d'un jeu d'incitations à participer, à agir et à s'engager* », Annales des Mines – Responsabilité et environnement, 2015/1, n°77, pp. 33-38. Voir aussi Stephen J. De Canio et Anders Fremstad, « *Game theory and climate diplomacy* », Ecological Economics, Vol. 85, janvier 2013, pp. 177-187

la **relocalisation de fonctions de production au profit d'usines et d'installations bas carbone** peut être un accélérateur puissant des politiques d'atténuation, en conférant une prime aux procédés propres.

Le fait que l'Union européenne, avec ses 450 millions d'habitants, se présente groupée et solidaire dans les trajectoires de transition, atténue sensiblement les risques de « fuite ». Dans ses rapports avec le reste du monde, le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF), bien qu'imparfait, est destiné à accompagner la montée en puissance du système des quotas d'émissions et la fin programmée des quotas gratuits. Par ailleurs, il doit être fait état de récents travaux universitaires qui, à partir d'une significative réévaluation à la hausse du coût de l'inaction climatique (intégrant les effets systémiques complets du réchauffement)²⁰, parviennent à la conclusion que même une action unilatérale conduite à l'échelle de grandes économies de poids systémique mondial telles que l'Union européenne ou les Etats-Unis trouve aujourd'hui sa propre rentabilité intrinsèque²¹.

Les coûts de l'inaction climatique en chiffrages

Les premiers chiffrages du coût économique de l'inaction climatique sont en général attribués au rapport de **Nicholas Stern**, ancien chef économiste de la Banque mondiale, publié en 2006 (*The Review of Economics on Climate Change*)²². Malgré les controverses méthodologiques suscitées à l'époque par ses présupposés et la cible affichée en termes de concentration de GES (550 ppm d'eqCO₂), le rapport Stern a ouvert la voie à de nombreux travaux de modélisation des pertes de production de richesses à l'échelle mondiale en fonction des trajectoires de réchauffement²³. La dimension très abstraite de tels chiffrages, proposés à l'horizon 2100 (et même 2200), a vraisemblablement moins marqué les esprits que l'estimation, assez modérée, du coût des politiques d'atténuation. Il a de fait facilité la conversion progressive de la communauté des économistes et des gouvernements à la sortie du monde fossile et de l'économie du siècle passé. Sur ses pas, **l'OCDE a procédé à ses propres chiffrages des coûts de l'inaction au moment des Accords de Paris** (entre 1% à 3,3% de PIB en 2060, 10% en 2100). Depuis lors, ces estimations sont régulièrement proposées par les Banques centrales et les compagnies d'assurances.

La **Banque centrale européenne (BCE)** s'est engagée de son côté dans des exercices de test de résistance climatique²⁴. Après avoir estimé des pertes possibles de PIB de 10% à l'horizon 2050 en cas d'inaction climatique puis engagé son propre programme d'action pour le climat, elle a publié des études qui confirment que le coût des programmes de décarbonation exigés par le Pacte vert (l'ajustement 55) reste inférieur aux pertes de valeur et de croissance à attendre d'une attitude de procrastination. Ces travaux incitaient même à accélérer très fortement le rythme des investissements à partir de 2025²⁵. Parmi ses hypothèses de travail le scénario dit « accéléré » est celui qui abaisse le plus le risque de crédit et sécurise l'investissement.

Le **réseau pour le verdissement du système financier** (*Network for Greening the Financial System* ou NGFS), créé fin 2017 lors du *One Planet Summit* et hébergé par la Banque de France pour son secrétariat permanent, rassemble 114 banques centrales et superviseurs financiers. Ses travaux ont sensibilisé les acteurs financiers aux risques climatiques sur l'économie mondiale et suscité la réalisation de stress tests. Certaines de ses études concluent à une perte de 15 points de PIB à l'horizon 2050 et 30 points à l'horizon 2100 en cas de maintien d'une trajectoire de réchauffement de + 3° d'ici la fin du siècle ; estimations à nouveau évaluées à la hausse en mai 2025 (et enrichies par une anticipation de pertes de 1,3 points de PIB mondial dès 2030). En ce qui concerne la France, on notera que les modélisations proposées en 2023 par l'Ademe sur les incidences du réchauffement sur l'économie française convergent avec ces divers travaux en évaluant les pertes de rendements agricoles, les coûts des catastrophes naturelles, la montée du niveau de la mer... à une perte potentielle de dix points de PIB à la fin

²⁰ Adrien Bilal et Diego R. Känzig, « *The macroeconomic impact of climate change : Global vs local temperature* », National Bureau of Economic Research, Working paper n° w32450, mai 2024.

²¹ Adrien Bilal et Diego R. Känzig, « *Does unilateral decarbonization pay for itself ?* », National Bureau of Economic Research, Working paper n° w33364, janvier 2025. Les auteurs définissent un « coût domestique » du carbone calculé à partir d'une action conduite unilatéralement par un pays (comme s'il était seul à agir). Les auteurs concluent qu'il devient aujourd'hui économiquement « rentable » pour l'Union européenne, y compris dans une hypothèse égocentrique, de décarboner 84% de son économie. Ce taux monte à 86% aux Etats-Unis.

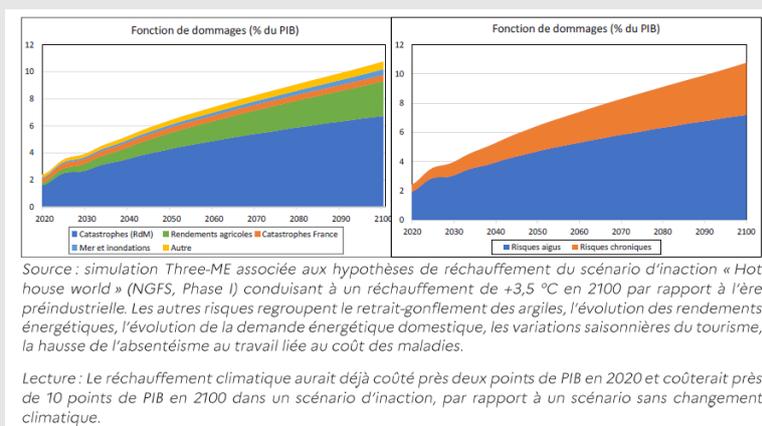
²² On peut également faire remonter les premiers chiffrages des impacts macroéconomiques du changement climatique aux travaux de William Nordhaus au cours des années 1990.

²³ Sur les conclusions du rapport et les controverses suscitées voir Olivier Godard, « *Le rapport Stern sur l'économie du changement climatique était-il une manipulation grossière de la méthodologie économique ?* », Revue d'économie politique, 2007/4, vol. 117.

²⁴ Sur l'émergence de ces exercices de « stress test » des banques centrales voir Florian Baudoin, *Les stress tests climatiques, entre politique de stabilité financière et tentative de transition écologique*, mémoire de recherche, Université Paris Nanterre, novembre 2022, 96 p.

²⁵ BCE, *The road to Paris : stress testing the transition towards a net-zero economy*, 2023, 97 p.

du siècle dans un scénario d'inaction. Ses modèles simulent également les impacts d'un scénario de transition « retardée ».²⁶

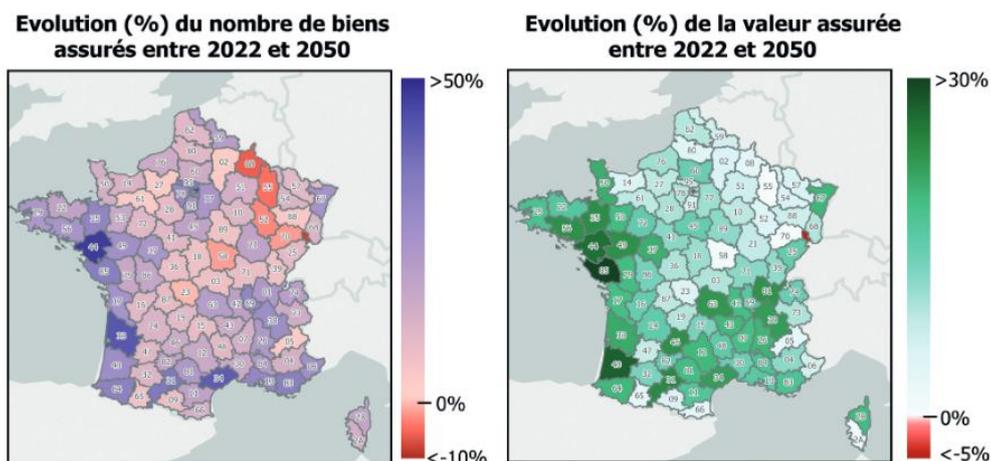


Source : Ademe

Stratégie d'adaptation

Présenté à l'automne 2024 par le gouvernement et mis en débat, le **Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC)** repose sur un scénario d'augmentation de la température mondiale moyenne de + 3° (par rapport à l'ère pré-industrielle) à l'horizon 2100, ce qui équivaudrait en France à une élévation de + 4°. Ce scénario de « vigilance climatique » peut sembler trahir une faible confiance dans les politiques d'atténuation actuellement conduites à l'échelle mondiale. Le seuil haut retenu pour les hypothèses de travail ne se veut pourtant pas prédictif. Il obéit davantage au **principe de précaution** tout en invitant à accorder la priorité, au stade actuel de réchauffement, à des actions combinant des effets positifs tant pour l'atténuation que l'adaptation, aucune politique ne devant cannibaliser les moyens de l'autre.

Figure 8 : Exemple de la spatialisation du scénario central sur le territoire national utilisé dans le modèle de dommages : évolution du nombre de bien assurés et de la valeur assurée (%) à horizon 2050 des biens assurés de particuliers et de professionnels.



Source : Caisse centrale de réassurance, 2023

A travers 5 axes et 51 mesures, le PNACC traite des sujets majeurs au sein desquels les effets du changement climatique sont les plus saillants. Productions agricoles et forestières, résilience des réseaux et des bâtiments, disponibilité de la ressource en eau et épisodes d'inondations, risques d'incendies et de tempêtes, inassurabilité

²⁶ Ademe, *Les risques climatiques et les coûts pour la France. Une évaluation macroéconomique*, Décembre 2023, 68 p.

croissante des biens les plus exposés, enjeux de santé publique et de maintien de la vie sociale durant les pics caniculaires, menaces sur les activités touristiques... sont les thèmes placés au cœur des travaux²⁷.

Des biens inassurables ? Les risques de multiplication des actifs échoués

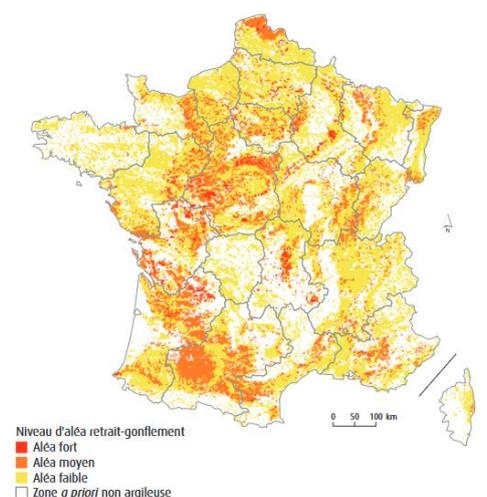
Le rapport « Langrenay » remis au gouvernement fin 2023 sur l'assurabilité des biens a mis en évidence les tendances à la **progressive segmentation territoriale des risques** et à leur démutualisation²⁸. Étaient à cet égard recommandés le renforcement du dispositif Cat Nat et un abondement du fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM), souvent appelé « Fonds Barnier », à hauteur de 1,3 milliard d'euros par an. L'objectif était de financer les actions de prévention et de soutenir des programmes de recherche sur les phénomènes de retrait gonflement des argiles (RGA) qui fragilisent les infrastructures et les patrimoines bâtis dans de nombreux territoires, spécifiquement les constructions récentes des zones périurbaines. Les rapporteurs suggéraient d'indexer les primes à hauteur de 1% par an pour tenir compte de l'évolution des risques climatiques. Était également suggérée la création de deux fonds :

- Un **fonds de soutien des démarches individuelles** actuellement non couvertes, par un prélèvement de 12% sur les hausses des cotisations additionnelles liées aux garanties des catastrophes naturelles²⁹.
- Un **fonds pour accompagner la relocalisation des biens** avec recul du trait de côte sableux.

Le rapport alertait sur la propension de certains assureurs privés à se retirer des territoires et situations surexposés (tout en préservant des marges techniques sur les contrats à aléas faibles), multipliant **les risques d'inassurabilité** des biens et de « *déserts assurantiels* » mais aussi l'inflation des primes³⁰. Il était préconisé de multiplier les initiatives de formation (élus, notaires, syndicats...) et de financement de la prévention, de soutenir en recherche-développement les solutions fondées sur la nature, de généraliser des diagnostics (avec création d'une plateforme de diagnostiqueurs de résilience) dans les régions les plus exposées à l'aléa RGA (sols argileux expansifs) et de rendre le diagnostic de résilience post-sinistre obligatoire dans les zones à forte exposition. La commission a par ailleurs souligné le rôle très incitatif et accélérateur que pouvaient avoir les assureurs pour encourager leurs affiliés à basculer vers la mobilité électrique ou procéder à la rénovation thermique de leur résidence.

L'aléa retrait-gonflement des argiles

Aléa retrait-gonflement des sols argileux



Source : © BRGM, 2013. Traitements : SOeS, 2013

Source : CGEDD

²⁷ Sur le recensement des enjeux d'adaptation et les premiers efforts de chiffrage voir notamment Adrien Delahais et Alice Robinet, *Coût de l'inaction face au changement climatique en France : que sait-on ?*, Document de travail, France stratégie, mars 2023, 76 p.

²⁸ Thierry Langrenay, Gonéri le Cozanet, Myriam Merad, *Adapter le système assurantiel français face à l'évolution des risques climatiques*, Rapport au gouvernement, novembre 2023, 116 p.

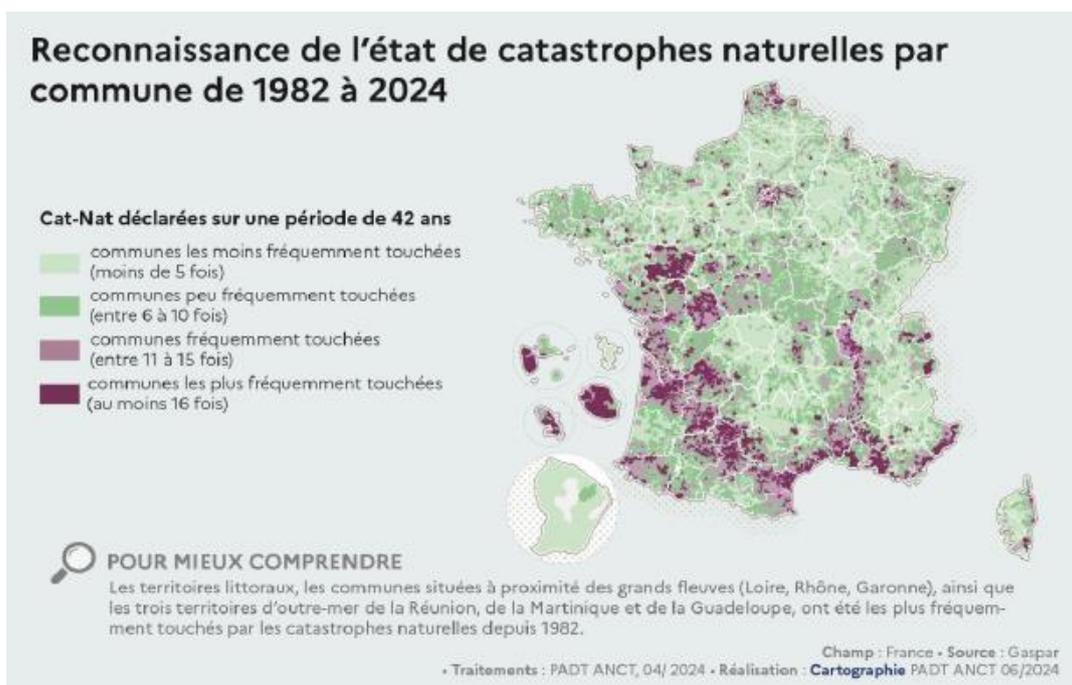
²⁹ La hausse (de 12% à 20%) de la surprime des contrats d'assurances multirisques habitation est entrée en vigueur au 1^{er} janvier 2025 et vient couvrir le déficit du régime Cat Nat tout en abondant le fonds « Barnier » centré sur les actions de prévention. Cette hausse fait suite à une plage de stabilité du tarif depuis 25 ans mais renchérit le coût des assurances. Les primes d'assurances restent cependant d'un niveau modéré en France, avec une moyenne d'un euro pour 800 euros de valeur des biens, ce qui les situe favorablement en Europe. La tentation d'agir sur le levier assurantiel pour financer les politiques d'adaptation au changement climatique, notamment l'aléa RGA et les le risque inondation, est de plus en plus forte.

³⁰ Selon l'Observatoire des finances et de la gestion publique locales (OFGL) les primes d'assurance des collectivités ont augmenté en moyenne de 50,6% entre 2020 et 2024.

Le **retrait-gonflement des argiles (RGA)**, phénomène éligible au régime de catastrophe naturelle depuis 1989, prend une place centrale dans les dommages attribuables au changement climatique. **La France est le seul pays qui voit ce risque couvert par les régimes d'assurance privée** (couverture assurantielle obligatoire) même si d'autres pays sont exposés à ce phénomène de changements significatifs de taux d'humidité des sols (Espagne, Italie). La France est marquée par une vulnérabilité spécifique de ses maisons individuelles, notamment en secteur périurbain. En accroissant l'évapotranspiration et en diminuant les précipitations automnales, le réchauffement augmente les contrastes entre périodes sèches et humides, ce qui fragilise les structures. D'un coût moyen d'environ 800 millions par an dans les années 2000, la sinistralité tend à franchir le milliard d'euros annuel en moyenne, avec des pics lors des sécheresses exceptionnelles comme celles de 2022 (3,5 milliards d'euros), ce qui a conduit le péril sécheresse à devenir plus coûteux que le risque inondation.

Il est en général calculé **qu'un degré de réchauffement supplémentaire** se traduit par une **augmentation du taux d'humidité d'environ 7%** ce qui provoque des **moments pluvieux plus intenses**, accompagnés de phénomènes de ruissellement plus importants générant les inondations principales (les inondations par débordement étant en revanche moins nombreuses). Les épisodes de grêle peuvent s'avérer très destructeurs (5,2 milliards de dégâts en 2022) mais leur lien avec le changement climatique est moins documenté à ce jour. Leur intensification au cours des prochaines décennies n'est pas certaine mais les événements de juin 2025 ont confirmé l'amplification des sinistres par les dômes de chaleur (dimension accrue des grêlons).

Si l'on observe la carte d'exposition aux risques Cat Nat (voir ci-dessous), on s'aperçoit de manière assez frappante que les communes les plus fréquemment affectées par des catastrophes naturelles se concentrent dans les grands corridors fluviaux de l'axe rhodanien et de la Garonne ainsi que sur les littoraux méditerranéens et atlantiques, à savoir les espaces marqués par les plus fortes attractivités économiques et démographiques au cours des dernières décennies.



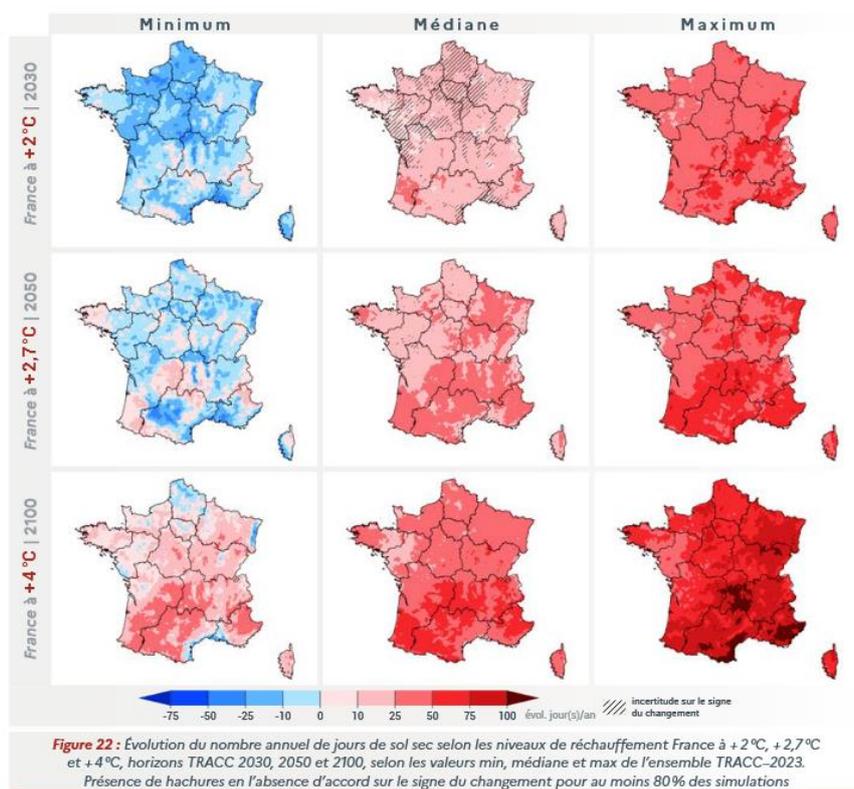
Source : *Observatoire des territoires, Territoires et transitions. Enjeux environnementaux. Juillet 2024, 110 p.*

Les cartes de la CCR présentées plus haut montrent que ce sont ces territoires qui voient s'accroître le nombre de biens assurés mais aussi leur valeur. **Le coût assurantiel de ces patrimoines exposés est une donnée qui interroge les logiques de mutualisation des risques et d'aménagement du territoire.** Le bassin méditerranéen est particulièrement exposé au risque sécheresse mais également aux épisodes de pluies intenses de type « cévenol » comme l'ont connu à de nombreuses reprises le Gard, les Pyrénées-Orientales, l'Aude, l'Hérault ou, en 2024 en Espagne, la région de Valence (phénomène de « *gota fría* »). La région Ile-de-France est également

marquée par des vulnérabilités au risque sécheresse dont l'OCDE a récemment évalué les coûts induits (1,4 milliard d'euros en 2050 à 2,45 milliards en 2100)³¹ en analysant les pertes de valeur ajoutée de son économie.

Dans le prolongement du rapport Langreny et d'autres travaux (Parlement, Cour des Comptes), le gouvernement a procédé à l'augmentation de la surprime « catastrophes naturelles » (« Cat Nat ») afin de garantir la pérennité du régime d'indemnisation³². Les crédits du **Fonds « Barnier »** (FNPRNM) ont été à nouveau revalorisés en 2025 après avoir augmenté à plusieurs reprises depuis 2021, moment où ils ont été « budgétisés » et rattachés au programme 181 de prévention des risques. Créé en 1995, le fonds couvre désormais des missions plus larges qui comprennent l'information préventive, les études et travaux, la réduction de la vulnérabilité... Il est devenu le **principal outil financier de l'Etat** (300 millions d'euros) en matière de prévention des risques naturels. Des moyens ciblés sont en outre dégagés au niveau national, dans le cadre de France 2030, pour financer certaines expérimentations.

Comme nous pourrons le constater plus loin, les politiques et stratégies d'adaptation au changement climatique ont commencé à se structurer dans différents secteurs de la vie économique et sociale, notamment les plus exposés. Les volets adaptation des plans climat air énergie territoriaux (PCAET), naguère introuvables, prennent plus de consistance avec les progrès des modélisations³³, les effets d'apprentissage (phases caniculaires de 2022) et les exigences des assureurs. **Les appels d'offre des marchés publics témoignent de cette inscription sur l'agenda des questions d'adaptation** et des politiques préventives. Une étude conduite par la Fédération nationale des travaux publics (FNTP) recense plus de 4000 appels d'offre par an consacrés au sujet, pour une valeur de marchés de 3,5 milliards d'euros en 2022 (dont environ 500 millions d'ingénierie)³⁴. Les sujets inondation, risque sécheresse et vague de chaleur concernent plus de 80% de ces marchés. A leur image, les grands gestionnaires de réseau (RTE, SNCF Réseau...), les groupes industriels et les détenteurs de patrimoines immobiliers importants intègrent ce risque climatique sur leurs actifs.



Source : rapport Météo France, La France s'adapte. A quel climat s'adapter en France selon la TRACC ? Partie 2 : Variabilité, extrêmes et impacts climatiques, mars 2025, 46 p

³¹ OCDE, *Adapter l'Île-de-France aux risques de raréfaction de l'eau*, 2025, 222 p.

³² Au 1er janvier 2025, le taux de la surprime Cat Nat est de fait passé de 12 à 20 % pour les contrats d'assurance dommages aux biens d'habitation et professionnels, et de 6 à 9 % sur les garanties vol et incendie des contrats automobiles. Le régime d'indemnisation (« Cat Nat ») dispose ainsi d'une capacité de couverture supplémentaire de 1,2 Md€ par an.

³³ Voir la thèse de Pascale Bosboeuf. *Chercheur.ses et décideur.ses face aux politiques locales d'adaptation aux changements climatiques : les organisations-frontières comme creusets de savoirs actionnables*. Université Paris-Est, 2021, 422 p.

³⁴ Fédération nationale des travaux publics, *Livre blanc. Investir dans les infrastructures face aux aléas climatiques*, 2025, 25 p.

Ce passage en revue des divers rapports consacrés depuis trois ans aux coûts de la transition et de l'adaptation conduit à dégager plusieurs enseignements :

- Le premier est celui d'une abondance nouvelle, très documentée, d'efforts d'anticipation macro-économique tant des effets du réchauffement que des transitions énergie-climat. **Un effet « accord de Paris » s'est indéniablement propagé depuis dix ans**, en conduisant à la mise en place de modèles et de simulations chargés d'évaluer aussi bien le coût de l'action que celui de l'inaction. Les gestionnaires de risques que sont les banques et les assureurs ont également fourni des éclairages de plus en plus fins pour scénariser l'avenir.
- En deuxième lieu, il convient de constater les progrès apportés à l'estimation des coûts d'abattement du carbone et à la hiérarchisation des politiques publiques. Les travaux consacrés au **coût-efficacité** des différents leviers d'action, à solution technique déjà disponible, permettent d'agencer les priorités nationales et de planifier les déploiements dans le temps, en tenant compte des degrés inégaux de maturité des solutions technologiques pour « passer à l'échelle ». Cet enjeu de séquençage apparaît capital pour tester des prototypes industriels et permettre aux filières nationales/européennes de se structurer afin de maîtriser les « fuites » de valeur et de carbone.
- Troisièmement, les chiffrages des besoins de financement assez grossiers et purement « volumétriques » d'il y a quelques années laissent désormais place à des **méthodologies beaucoup plus robustes** pour évaluer l'efficacité des politiques publiques, en préciser les cibles et en maximiser l'effet de levier.
- Quatrièmement, la **planification écologique et énergétique** ne saurait se réduire à la seule comptabilité de l'atténuation climatique (à travers le coût d'abattement du carbone). Elle **doit intégrer ses différentes dimensions pour maximiser les co-bénéfices au sein des politiques publiques** d'une part mais aussi s'assurer que les progrès obtenus d'un côté ne se paient pas de régressions de l'autre.

Un effet « tour de Babel » ?

La pluralité des travaux disponibles est une richesse pour confronter des méthodes et des modèles prédictifs. Pour autant, les écarts très sensibles constatés entre les différents chiffrages, qu'ils soient énoncés au milliard près ou sous forme de proxy (voire de fourchettes indicatives), en points de PIB ou en valeur absolue, sont susceptibles de dérouter les décideurs politiques comme le grand public. Il est naturel et prévisible que les efforts de chiffrage des besoins de financement de la planification se heurtent, en de nombreux domaines, à ce que Clausewitz appelait le « *brouillard de guerre* ». Nous l'avons vu, les périmètres retenus et les hypothèses de travail varient en outre sensiblement d'une organisation à l'autre. Les chiffrages obéissent à des scénarios qui intègrent une part de subjectivité ou de présupposés technologiques, eux-mêmes adossés à des systèmes de préférences.

Il reste que la profusion des évaluations fournies par diverses composantes de l'administration (France stratégie, direction du Trésor, Ademe...) et d'autorités telles que la Cour des Comptes, la Banque de France, les commissions des finances de l'Assemblée nationale et du Sénat, le Conseil économique, social et environnemental (CESE)... sont de nature, s'il n'y est pris garde, à fragiliser le crédit de la puissance publique saisie dans son ensemble. Des jeux concurrentiels traversent les positions d'expertise institutionnelle, au risque d'affaiblir leur fonction collective de tiers de confiance.

Des efforts importants s'imposent pour objectiver la question des coûts des transitions et des efforts d'investissement à fournir. Une instance analogue au comité d'orientation des retraites (COR) ou au Haut comité des finances publiques, serait sans doute utile pour fiabiliser les informations, comprendre les protocoles d'évaluation, stabiliser les périmètres d'analyse. Cette initiative ne contesterait en rien la liberté des organismes indépendants (laboratoires universitaires, think tank, fédérations professionnelles...) à produire des contre-expertises.

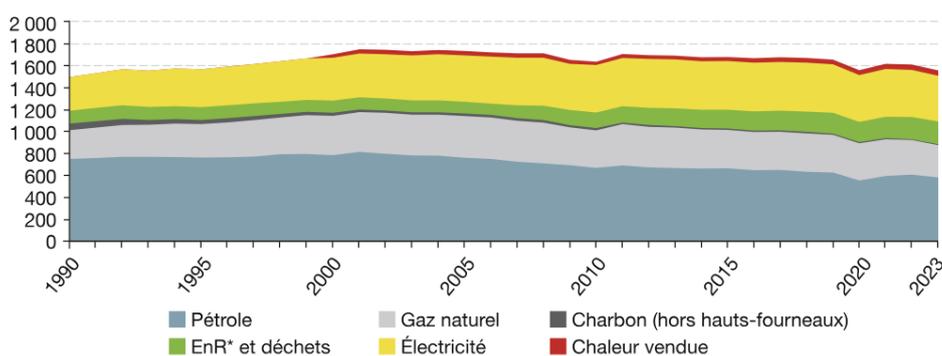
Chapitre 2 – Changer de modèle énergétique

La stratégie française de transition énergétique repose sur une trajectoire de très forte baisse de la demande finale d'énergie et la sortie accélérée des usages fossiles, en réduisant leur part à 42% en 2030 dans le mix français (contre 54%-55% aujourd'hui) et leur effacement quasi-complet à l'horizon 2050. Le « modèle d'affaire » de cette transition est par conséquent fondé sur des économies de flux, donc de baisse anticipée des dépenses futures, mais également sur une relocalisation ambitieuse des sources d'approvisionnement. Pour rappel, **le projet de PPE3**, soumis à un **débat parlementaire compliqué**³⁵, prévoit un passage de 1509 TWh de consommation finale d'énergie (données 2023) à 1243 TWh en 2030 puis 1100 TWh à l'horizon 2035. L'ambition de réduire de moitié la consommation finale d'énergie en 2050 (par rapport à l'année 2012) reste affichée.

Pour une population en légère augmentation, l'intensité énergétique par unité de valeur ajoutée (dans une hypothèse de croissance économique modérée) doit ainsi très fortement baisser, dans des proportions inédites. Les modèles économiques de cette bifurcation énergétique empruntent de fait plusieurs leviers à travers l'efficacité et la sobriété, chargées d'effacer plus de 400 TWh de consommation finale d'énergie en l'espace d'une décennie (ce qui représente plus que le total de la production nucléaire française), et la relocalisation en France de la production de plusieurs centaines de TWh. **Ce « re-shoring » doit contribuer à alléger la facture extérieure de l'économie nationale.** La nouvelle PPE rappelle en ce sens que cette facture a représenté entre 25 et 80 milliards d'euros par an au cours de la décennie 2010 et a même atteint un record de 100 milliards d'euros en 2022 avec la crise ukrainienne et l'indisponibilité d'une partie importante de notre parc nucléaire.

CONSOMMATION FINALE À USAGE ÉNERGÉTIQUE PAR ÉNERGIE TOTAL : 1 549 TWh en 2023 (donnée corrigée des variations climatiques)

En TWh (données corrigées des variations climatiques)



Source : Ministère de la transition écologique, SDES

La part de l'électricité dans le futur « mix » énergétique décarboné doit pour sa part doubler, en passant d'une moyenne annuelle d'environ 25% à plus de 50 %, à travers de nouvelles tranches nucléaires, la consolidation de la puissance hydraulique et le déploiement des énergies renouvelables électriques, principalement à travers les parcs éoliens et les installations photovoltaïques, et secondairement d'autres sources (énergies marines). Le complément énergétique est attendu des énergies renouvelables productrices de chaleur et de froid (bois énergie et autres gisements de biomasse comme les déchets, la récupération de chaleur fatale, la géothermie...), de biogaz et carburants bas-carbone. Selon les scénarios de transition proposés par RTE pour planifier le déploiement des nouveaux réseaux, la production cible d'électricité est d'environ 645 TWh à l'horizon 2050 (555 TWh dans un scénario de « sobriété » poussée, 752 TWh en cas de « réindustrialisation profonde »)³⁶.

³⁵ Censée être adoptée dans le courant de l'année 2023, la nouvelle PPE se heurte aux très fortes divergences de vues entre groupes parlementaires au sujet des équilibres du futur mix énergétique. Le gouvernement a renoncé à soumettre son adoption au Parlement, en espérant la faire adopter par décret, mais ce choix décrié a suscité au Parlement des propositions de loi visant à encadrer l'exercice. Un compromis était en cours de négociation entre l'exécutif et les assemblées au moment où ont été écrites ces lignes, reportant à l'été 2025 le projet final. La version débattue vise à réduire de 60% à 42% la part des énergies fossiles dans le mix énergétique français puis à 30% en 2035, avec une part de l'électricité bas carbone (nucléaire + renouvelables) augmentée de 27% à 39% dans ce mix. Les renouvelables non électriques (géothermie, biomasse...) doivent passer de 15% à 30%.

³⁶ RTE, *Futurs énergétiques 2050*, Panorama 2050 en ligne. Les scénarios combinent 6 scénarios de mix de production avec trois trajectoires de consommation.

Le changement radical de modèle énergétique a nécessairement un coût, mais celui-ci vient se substituer en partie à des coûts effacés, notamment ceux des approvisionnements énergétiques actuels composés majoritairement de produits fossiles. L'extrême volatilité des prix mondiaux du gaz et du pétrole rend aléatoire le chiffrage objectif des gains économiques nets que représentera leur progressif remplacement au sein du mix énergétique national. Il est en outre patent que l'avantage comparatif des ressources fossiles reste élevé en termes d'intensité énergétique, de capacité de stockage, de facilité de transport. Le renoncement à cet avantage sera nécessairement difficile et coûteux tant est forte la « dépendance au sentier » dans les systèmes énergétiques.

Le changement de modèle énergétique, à travers un doublement du poids de l'électricité dans les consommations finales, va surtout se traduire par d'importantes charges d'infrastructure pour recalibrer les réseaux de transport et de distribution, les équipements de transformation et de stockage. Dans la comparaison des coûts des énergies, il est ainsi **indispensable d'intégrer les « coûts-systèmes »** et ne pas s'en tenir au seul coût de production de l'électron à la source. A service rendu comparable, il convient de confronter les surcoûts imputables à l'électrification avec les gains économiques complets à attendre d'une relocalisation à domicile de la production substituée (effets d'entraînement sur l'emploi, les investissements industriels, la fiscalité).

Pour traiter de cette question, il est en premier lieu nécessaire de recenser les différents types de soutiens budgétaires accordés aux installations de production d'électricité pour revenir, dans un second temps, sur les enjeux d'adaptation du réseau de transport et de distribution. Les choix opérés en faveur des premières structurent assez largement les coûts liés à ces derniers tant ils déterminent :

- les **besoins de flexibilité** du système et de recours à des solutions de stockage,
- les **coûts de raccordement** susceptibles d'augmenter avec la dispersion des installations et l'éloignement des côtes de l'éolien off-shore flottant.

2.1. Les soutiens à la production future d'électricité

2.1.1. : Le financement des capacités nucléaires

En faisant le choix de prolonger la durée de vie de ses centrales historiques et de construire de nouveaux réacteurs, la France entend préserver une part importante de nucléaire dans son bouquet énergétique futur. Une question majeure soulevée lors du remplacement du président d'EDF, intervenue à la mi-mars 2025, tient au coût de revient du MWh d'électricité et du tarif qui sera appliqué aux consommateurs à l'avenir, une fois abandonné le prix Arenh (accès régulé à l'électricité nucléaire historique)³⁷ et l'entrée en vigueur, au 1^{er} janvier 2026, d'un nouveau système de rémunération. Depuis de nombreuses années, l'électricien français dénonce cette **évaluation très basse du coût de production des centrales historiques**, sur le fondement de laquelle il est tenu de vendre une part de son électricité à sa propre concurrence³⁸. La fragilisation financière de l'entreprise et le montant de sa dette proviennent notamment de cette **sous-tarifification** qui, en contrepartie, a longtemps fait le bonheur des consommateurs et plus particulièrement des entreprises électro-intensives. La compétitivité de certains sites industriels français est étroitement tributaire de cette électricité peu chère liée au tarif Arenh. C'est la mobilisation des industriels concernés qui a provoqué, en très large part, le nouveau changement de direction à la tête de l'entreprise³⁹. En charge de construire les trois nouvelles paires de réacteurs décidées en 2022 et d'assurer la prolongation de la durée de vie de son parc existant, l'opérateur historique est confronté à des injonctions contradictoires.

Lorsque le 6 mars 2025, EDF a rendu public un **appel à manifestation d'intérêt européen** pour commercialiser des contrats d'allocation de production nucléaire (CAPN) de long terme, les industriels français ont dénoncé ce qu'ils ont perçu comme une rupture des discussions bilatérales et une logique de « plus offrant », sans considération de la stratégie de réindustrialisation nationale. La fédération des industriels électro-intensifs

³⁷ L'Accès régulé à l'électricité nucléaire historique (Arenh) est un dispositif créé par la loi n°2010-1488 du 7 décembre 2010 portant nouvelle organisation du marché de l'électricité (loi NOME) qui impose à EDF de vendre à un tarif fixe (42 € par MWh) l'équivalent de 100 TWh de sa production à des fournisseurs alternatifs. Ce dispositif, qui va disparaître en 2026, repose sur une évaluation des soutiens publics reçus pour financer le parc nucléaire historique et permettre aux concurrents d'EDF d'en bénéficier. EDF considère ce prix inférieur à ses prix de revient augmentés par les coûts de mise en sécurité des centrales et les contraintes pesant sur sa production.

³⁸ La notion de « coût de production » du nucléaire est tributaire de la méthode utilisée, à savoir si l'on emploie une méthode comptable pour évaluer les dotations aux amortissements du parc ou une méthode en coût courant économique (CCE). Avec cette seconde méthode, la Cour des Comptes chiffrait en mai 2014 à 53,8 € le MWh, constatant une forte augmentation imputable aux mesures de sûreté post-Fukushima et la progression des coûts aval (retraitement, stockage) de la filière. Cour des Comptes, *Communication à la commission d'enquête de l'Assemblée nationale*, mai 2014, 227 p.

³⁹ Dans un entretien accordé au Figaro, le PDG remercié déplorera l'attitude de l'Etat qui tend à confondre l'entreprise EDF avec une simple régie. La passe d'armes avec les industriels se traduit par une charge ciblée à l'encontre du dirigeant de Saint-Gobain, qui avait dénoncé quelques jours plus tôt le « *bras d'honneur* » fait par EDF à l'industrie française. « *EDF n'a pas de leçon de patriotisme industriel à recevoir*, riposte alors Luc Rémond, *en particulier de la part d'une entreprise qui vit depuis des décennies de politiques publiques à la rénovation et à l'efficacité énergétiques* ».

(UNIDEN) a aussitôt rappelé le rôle anticyclique de leurs sites et leur contribution active au lissage des pointes de consommation, variable-clef du pilotage de la demande finale⁴⁰. Par un communiqué de presse virulent, la fédération soulignait les bénéfices (et la marge d'Ebitda) réalisés par EDF en 2024 tout en rappelant l'Etat à ses engagements de garantir aux industries électro-intensives un volume de 40 TWh de production à des prix internationalement compétitifs.

EDF : une crise structurelle ?

En engageant son **système d'enchères en direction des grands acheteurs d'électricité européens** (entreprises ayant un besoin annuel d'au moins 7 gigawattheures) avant même d'avoir finalisé le plan de financement des nouveaux réacteurs nucléaires, EDF s'est exposée aux critiques immédiates des pouvoirs publics et des industriels hexagonaux. Même si l'appel à manifestation d'intérêt ne portait que sur 10 TWh à partir de 2026, beaucoup d'acteurs ont dénoncé une décision précipitée et unilatérale pour la tarification post-Arenh. Cette initiative a été prise par l'électricien en raison du faible succès des contrats long terme proposés aux industriels sur le fondement d'un accord établi fin 2024 entre le gouvernement et EDF, pour un prix de 70 €/MWh sur 15 ans. Ce tarif est apparu trop élevé aux acheteurs industriels par rapport au tarif en vigueur de 42 €/MWh et n'a pas rencontré le succès attendu. Le coût de la production « historique » est l'objet de controverses récurrentes entre l'opérateur et les régulateurs publics.

La commission de régulation de l'énergie (CRE) avait remis en juillet 2023 au gouvernement un rapport dans lequel elle évaluait le **coût complet de la production nucléaire** à 60,70 € par MWh pour 2026-2030, 59,10 € sur 2031-2035 et 57,30 € sur 2036-2040. EDF avait contesté ces chiffrages en déclarant des coûts complets de 20 à 25% supérieurs (74,80 € par MWh sur 2026-2030 par exemple). Les écarts s'expliquaient notamment par les présupposés différents des deux institutions sur les coûts de financement⁴¹. L'autre motif de désaccord tenait au volume de « productible » à attendre du parc historique et de la mise en service de Flamanville, EDF proposant des hypothèses plus basses que la CRE pour anticiper les aléas liés au vieillissement du parc et les périodes de sous-capacité. En tout état de cause, l'évaluation du prix du MWh par la CRE était fortement redressé par rapport à son évaluation précédente pour tenir compte de l'inflation, de l'augmentation du prix du capital et du renchérissement des coûts aval de la filière (traitement du combustible) mais aussi des charges à attendre de la prolongation de la durée de vie des centrales (50 à 60 ans)⁴².

Années	EDF (€/MWh)	CRE (€/MWh)
2026-2030	74,80	60,70
2031-2035	73,90	59,10
2036-2040	69,90	57,30

Source : Révolution énergétique

Le programme d'investissement nécessaire à la **prolongation de la durée de vie des centrales nucléaires** historiques a été décidé au milieu des années 2010, dans le cadre de la première programmation pluriannuelle de l'énergie. Intitulé « **Grand carénage** », ce vaste programme de maintenance et de renforcement a été initialement chiffré par l'opérateur historique à 55 milliards d'euros, alors que la trajectoire retenue était encore celle d'une fermeture graduelle d'un nombre important de réacteurs. La proportion de nucléaire dans le mix électrique projeté était alors fixée à 50%. Dans ses analyses ultérieures des coûts-système de production électrique, la Cour des Comptes a évalué à la hausse (près de 100 milliards d'euros) le chiffrage du plan de maintenance mais en l'étendant jusqu'à 2030 et en intégrant les coûts d'exploitation du parc prolongé⁴³, ce qui représente un périmètre élargi.

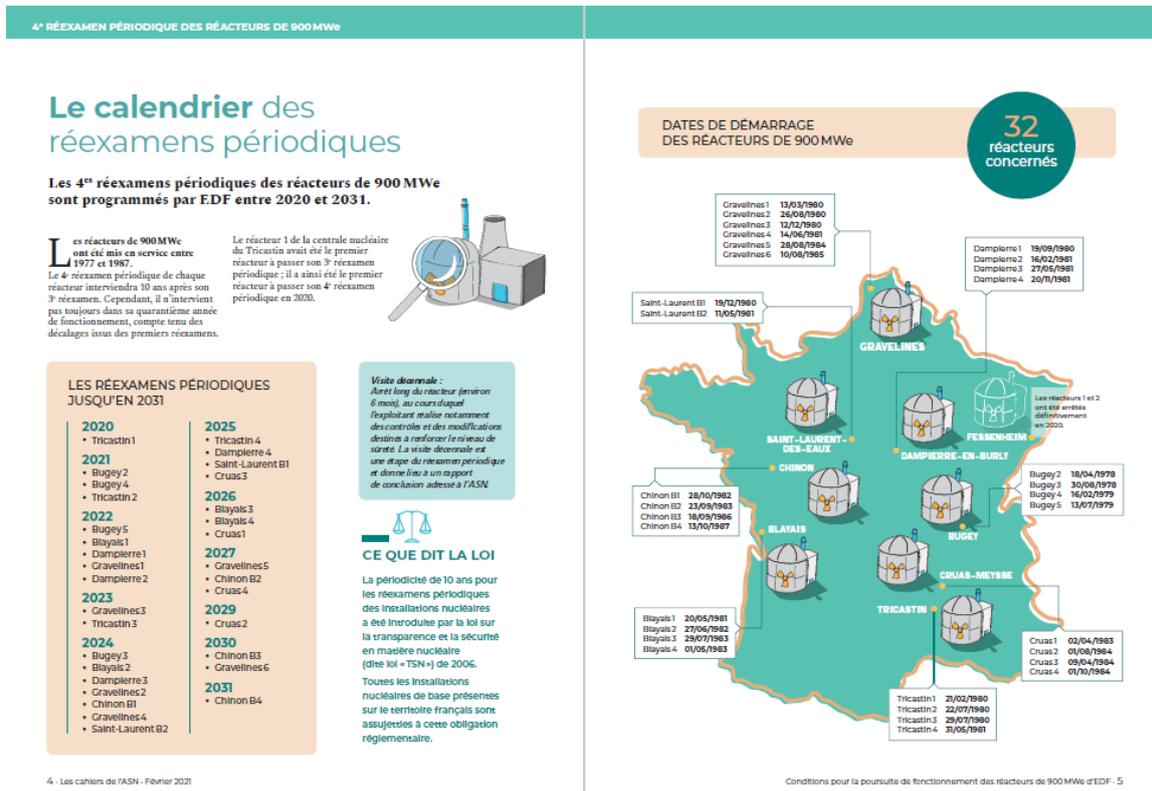
⁴⁰ Voir Uniden, communiqué de presse du 7 mars 2025, « Appel à manifestation d'intérêt pour la commercialisation de CAPN : EDF ne doit pas tourner le dos à l'industrie française ». Deux mois plus tard, le président du MEDEF Patrick Martin demande devant la Commission des affaires économiques du Sénat que le tarif d'achat pour les industries électro-intensives ne dépasse pas 50 euros par MWh.

⁴¹ EDF raisonnait à partir d'une exposition intégrale de son activité aux prix de marché et de son obligation de s'engager dans des contrats de gré à gré à long terme (PPA) alors que la CRE fondait son chiffrage à partir de mécanismes de prix de vente garantis (systèmes de contrats pour différence). La CRE a ainsi expliqué que ses estimations, plus basses, tenaient compte d'un coût moyen pondéré du capital plus faible grâce à la réduction des risques par les garanties.

⁴² Synthèse du rapport de la CRE sur le coût de production du nucléaire existant d'EDF ; juillet 2023, 22 p.

⁴³ Cour des Comptes, Rapport public annuel 2016, « La maintenance des centrales nucléaires : une politique remise à niveau, des incertitudes à lever », pp. 111-143. Dans sa réponse, le PDG d'EDF déclare partager sur l'essentiel les analyses et évaluations de la Cour. Le rapport indique une progression des flux d'investissements de maintenance sur les centrales de 600 millions d'euros en 2003 à plus de 4,3 milliards d'euros en 2014.

En tout état de cause, les divers rapports des magistrats financiers mettent en exergue l'extrême sensibilité des résultats aux méthodes de calcul utilisées mais surtout à la combinaison finale, au sein du futur parc nucléaire, d'équipements de nouvelle génération et de réacteurs amortis⁴⁴. Ces combinaisons déterminent le **coût actualisé (LCOE) de la production issue de la filière électronucléaire** et sa comparaison avec les coûts de production estimés des autres filières de production d'électricité. L'avis rendu par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en février 2021⁴⁵ pour valider la prolongation de 40 à 50 ans de la durée de vie des réacteurs des années 1980 (32 réacteurs de 900 MW), tout en fixant le cahier des charges à respecter, a permis de redimensionner le programme et en évaluer le coût approximatif. Lorsque EDF s'est engagée en mai 2024 dans la signature de prêts bancaires verts pour financer la poursuite du plan, l'entreprise a proposé une nouvelle estimation à 66 milliards d'euros des deux premières phases de Grand carénage (2015-2021 et 2022-2028).



Source : Autorité de sûreté nucléaire

Le **coût complet du nouveau programme électronucléaire** pour les finances publiques et le consommateur **est de fait encore très incertain** et matière à controverses. La renationalisation d'EDF a été décidée, après l'abandon de son projet de réorganisation-scission (projet Hercule), pour lui permettre de faire face à sa dette historique et de réemprunter pour les projets futurs. L'entreprise a retrouvé une rentabilité élevée après l'*annus horribilis* de 2022 (nombreux réacteurs mis à l'arrêt pour contrôles et maintenance, faible production hydro-électrique en raison de la canicule...) qui l'avait vu essuyer 17,9 milliards d'euros de pertes et menacer son avenir. Dès 2023, l'entreprise a en revanche dégagé un bénéfice de 10 milliards d'euros, suivi d'un record historique l'année suivante (11,4 milliards d'euros en 2024), année de production exceptionnelle. La reprise des investissements massifs (EPR2, Hinkley Point C au Royaume-Uni) tend néanmoins à affecter l'excédent brut (Ebitda) et le résultat.

La capacité d'EDF, entreprise nationale en situation de monopole, à mener à bien les chantiers de construction de nouvelles paires de réacteurs (trois déjà programmées, quatre en réflexion à travers le mot d'ordre « 6+8 ») tout en prolongeant la durée de vie des centrales existantes, n'est pas remise en cause sur le plan juridique⁴⁶. Elle

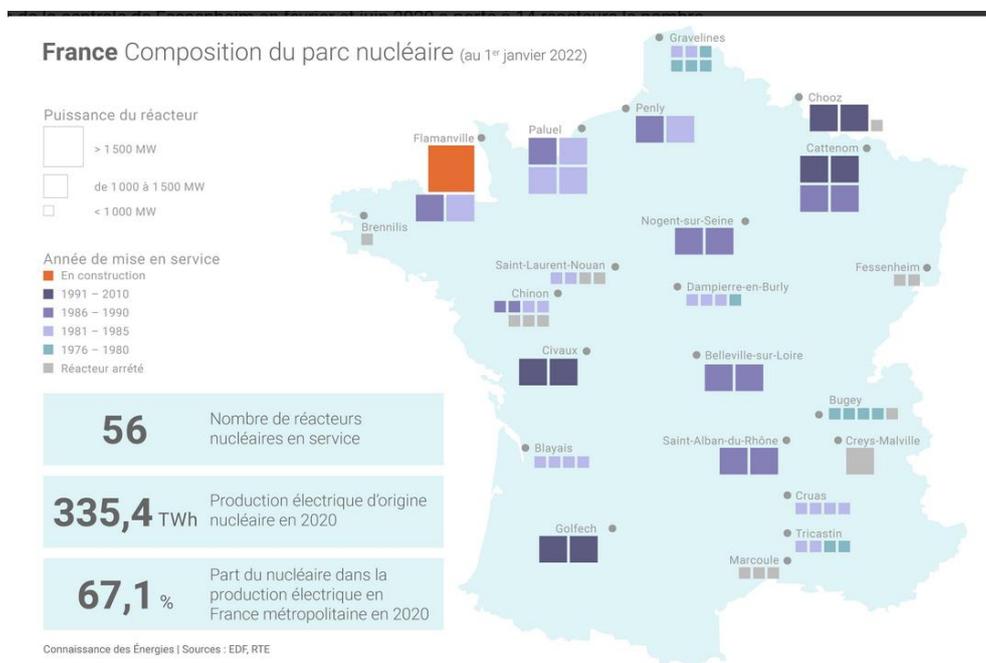
⁴⁴ Pour la Cour, la trajectoire de réduction à 50% du nucléaire dans le mix électrique futur devait conduire à la fermeture de 17 à 20 réacteurs, donc à un redimensionnement à la baisse du programme Grand carénage.

⁴⁵ Cf. la décision de l'ASN n° 2021-DC-0706 de l'ASN du 23 février 2021. Voir aussi Les cahiers de l'ASN n°2. *Les conditions pour la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe d'EDF*, Février 2021, 32 p.

⁴⁶ Après de nombreux mois de bras de fer et de blocages décisionnels, la France est parvenue, avec une quinzaine d'autres Etats-membres (Pays-Bas, Suède, Pologne, Estonie, Croatie, Bulgarie, Hongrie...), à faire reconnaître le 16 juin 2023 le nucléaire comme énergie « bas carbone » au sein de l'Union européenne dans le cadre de la préparation de la directive Red III sur les énergies renouvelables. Le contentieux portait notamment sur le statut « décarboné » de l'hydrogène produit avec de l'électricité nucléaire.

intègre également la possibilité de développer des petits réacteurs modulaires (dits SMR) à partir de 2030, dans un cadre potentiellement plus ouvert à la concurrence. Le modèle de financement envisagé est en revanche encore soumis à arbitrage, pour des montants prévisionnels en cours de précision avant la prise de décision finale fixée en 2026.

La fragilité du modèle économique du nucléaire tient aux incertitudes qui persistent sur les coûts unitaires des nouveaux réacteurs et les contraintes techniques de sécurisation des parcs anciens pour en prolonger la durée de vie. Les chantiers d'EDF en Finlande et en Grande Bretagne n'ont pas rassuré les spécialistes du sujet⁴⁷. L'expérience de la tête de série de Flamanville a marqué les esprits, avec des coûts et délais qui, selon le chiffrage effectué par la Cour des Comptes en 2020, ont été respectivement multipliés par 3,3 et 3,5 au regard du schéma initial, manifestement irréaliste⁴⁸. Commissions d'enquêtes parlementaires, rapports publics, investigations des autorités de sûreté... se sont multipliés sur le sujet de la **dérive des coûts** et les **ratages industriels** d'un chantier de Flamanville exposé à de multiples rebondissements avec le retrait de Siemens en 1998, les déboires d'Areva, la crise économique de 2008, la pandémie de 2020... La Cour des Comptes a de fait interrogé la rentabilité future de l'EPR de Flamanville⁴⁹ et le risque que ce prototype renchérisse le coût de production futur de l'électricité. Les magistrats financiers ont également évalué à **46 milliards d'euros le coût de construction de trois paires d'EPR2** et souligné la nécessité d'adosser ce nouveau programme à des financements sécurisés, confortés par une garantie publique. Parmi ses neuf recommandations figure celle de préciser la rentabilité opérationnelle des nouveaux réacteurs et leurs incidences sur le coût futur de l'électron.



Source : Connaissance des énergies

⁴⁷ En avril 2025, la présidente de la commission des affaires économiques de l'Assemblée nationale et le rapporteur général du Budget ont fait état d'un coût complet à l'horizon 2030 de la centrale de Hinkley Point de 54 milliards d'euros, dont 85% à la charge d'EDF. Ils ont demandé que l'exposition de l'entreprise publique à l'international soit réduite.

⁴⁸ Dans un rapport de 2020, la Cour soulignait que le délai de réalisation prévu de 54 mois ne correspondait en rien à la moyenne des temps de construction des réacteurs dans le monde (121 mois). Les besoins en ingénierie de construction ont été multipliés par plus de quatre (22 millions d'heures à la place des 5 millions initialement prévus). 4500 modifications ont été apportées sur des chantiers très complexes. Était critiqué le pilotage du chantier par EDF et sa difficulté à jouer son rôle d'architecte-ensemblier par confusion des tâches de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre. La réponse du PDG d'EDF reconnaît les problèmes rencontrés par l'entreprise et ses failles d'organisation tout en soulignant l'effet d'apprentissage du pilote de Flamanville et les réorganisations engagées au sein de la filière suite au rapport remis par l'industriel Jean-Martin Folz. Dans le même temps, la Cour souligne que les projets d'EPR2 vont se distinguer technologiquement de l'EPR de Flamanville qui ne peut plus jouer pleinement le rôle de tête de série. Voir Cour des Comptes, *La filière EPR, Rapport public thématique*, juillet 2020, 148 p.

⁴⁹ Cette préoccupation est amplifiée par le démarrage compliqué de l'EPR avec 76 jours d'arrêt sur les 100 premiers de mise en service.

Revenant sur ce dossier au début de l'année 2025 dans un rapport dit de « suites »⁵⁰, la Cour prend acte des choix du chef de l'Etat d'engager la construction des trois nouvelles paires et constate la mise en œuvre effective de plusieurs de ses recommandations concernant le pilotage de la filière⁵¹. Elle déplore néanmoins l'absence de suite donnée à sa recommandation portant sur **l'évaluation de la rentabilité opérationnelle des futurs EPR2**. Elle préconise de fait de **différer la décision définitive de lancement de la construction jusqu'à la sécurisation complète de son plan de financement** et la production d'études de conception détaillée. Est soulignée en outre dans son rapport l'ampleur de ce chantier industriel qui nécessitera de l'ordre de 100 000 recrutements d'ici 2033 et la reconstitution d'importantes capacités techniques.

Le coût dit « overnight » (hors coût du financement) de construction des trois paires programmées avait été évalué initialement, avec l'appui d'un cabinet d'audit, par le gouvernement mais devait être complété pour tenir compte des conditions d'emprunt. En fonction de différentes hypothèses de travail de coût moyen pondéré du capital (1%, 4%, 7%), le coût de production d'un MWh était anticipé à 40 euros, 60 euros ou 100 euros, ce qui illustre la sensibilité du modèle économique aux charges d'intérêts de la dette. Après de nouvelles réévaluations puis la prise en compte de l'inflation des années 2022-2023, le coût estimatif a été réhaussé à 79,9 milliards d'euros. Avec un coût moyen pondéré du capital (CPMC) de 4%, le coût de production d'un TWh remonte à 92,9 euros, soit un montant supérieur de plus 50% à la première estimation. **La rentabilité du futur parc nucléaire comme le prix de l'énergie de demain seront ainsi étroitement dépendants du modèle de financement des chantiers d'EDF.**

La renationalisation de l'opérateur est destinée à permettre, en restant compatible avec les règles européennes relatives aux aides d'Etat, de garantir ses emprunts afin de baisser le CPMC et bonifier une partie des taux. Le rôle systémique du parc nucléaire dans le mix électrique de 2050 conduit la Cour des Comptes à plaider pour que soit sécurisé le revenu de l'exploitant à long terme mais que soit également proposée une **analyse complète de ce futur mix électrique** en intégrant tous les paramètres : sécurité d'approvisionnement, adaptation des réseaux, gestion des déchets radioactifs et coûts de démantèlement des centrales, organisation des flexibilités...

Une question centrale est de savoir si l'intégralité de ces coûts sera répercutée sur la facture énergétique ou partiellement prise en charge par d'autres apports contributifs. Un autre élément déterminant à prendre en compte dans le coût de revient du nucléaire tient au facteur de charge des centrales françaises, qui s'est fortement dégradé au cours des dernières décennies. **La production se situe en moyenne sous le seuil de 70% par rapport au maximum théorique**, ce qui est l'un des moins bons scores des pays nucléarisés. Les séquences de maintenance ou de rechargement de combustible y sont certes plus longues qu'ailleurs. Les pertes de compétences tant au sein de l'entreprise que de sa sous-traitance sont régulièrement soulignées⁵². C'est également la part très élevée qu'occupe le nucléaire dans le mix électrique national qui explique la récurrence des épisodes de mise à l'arrêt ou de sous-utilisation des capacités en période de faible consommation. Le coefficient de disponibilité comme le coefficient d'utilisation en sont affectés. Par ailleurs, la priorité d'accès donnée aux énergies renouvelables sur le réseau affectent la productivité des centrales, invitées à servir de variables d'ajustement en raison de la **forte capacité de modulation du parc français**, assez singulière dans le monde⁵³, conçue pour tenir compte de sa place hégémonique dans le mix électrique hexagonal. Le parc nucléaire est structurellement conduit à moduler à la baisse sa production en milieu de journée, lorsque la demande est faible et l'offre tirée par la production solaire (prix très bas sur le marché), avec une amplitude de modulation du parc qui devrait passer de 2 GW à 7 GW selon les estimations de RTE⁵⁴.

Les hésitations et polémiques qui escortent au premier semestre 2025 la présentation de la nouvelle programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE3) témoignent de la complexité de la trajectoire à adopter, dans un moment marqué de surcroît par une production d'électricité abondante, largement exportée, mais qui ne trouve pas d'écho suffisant

⁵⁰ Cour des Comptes, *Une dynamique nouvelle, des risques persistants*, Rapport de suites, janvier 2025, 97 p.

⁵¹ Le programme de relance du nucléaire se traduit par la loi n°2023-491 d'accélération du 22 juin 2023. La renationalisation d'EDF, décidée pour éviter le scénario de démembrement (projet Hercule), est entérinée par la loi n° 2022-1411 du 11 avril 2024. La filière nucléaire est réorganisée autour d'Orano et d'EDF qui intègre Framatome et Arabelle solutions, après son rachat à General Electric.

⁵² Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection, *Rapport de l'ASN sur l'état de sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2024*, 2025, 412 p.

⁵³ Sénat, *Eclairer l'avenir : l'électricité aux horizons 2035 et 2050*, rapport n°714 de la Commission d'enquête sur la production, la consommation et le prix de l'électricité aux horizons 2035 et 2050, Rapporteurs : Franck Montaigué et Vincent Delahaye, juillet 2024. 821 p. Cette capacité de modulation s'accompagne au demeurant de risques de fragilisation et de vieillissement accéléré des réacteurs sous l'effet des changements fréquents de pression. Dans un récent essai de ton polémique, l'ancienne dirigeante du groupe Areva, aujourd'hui démembré, fait du redressement du facteur de charge des centrales françaises l'enjeu stratégique prioritaire pour produire une électricité abondante, de prix compétitif pour la réindustrialisation, sans surinvestir dans de nouvelles installations. Cf. Anne Lauvergeon, *Un secret si bien gardé*, Grasset, 2025, 208 p. Le nouveau président d'EDF fait de cette amélioration l'une de ses priorités.

⁵⁴ Sur les enjeux de modulation du parc français et les moyens d'augmenter sa production voir Valérie Faudon, « *Décryptage : augmenter la disponibilité du parc nucléaire français* », SFEN, juin 2025

du côté de l'électrification des usages et de la substitution de l'électron aux fossiles⁵⁵. Le gigantesque « black-out » survenu dans la péninsule ibérique à la fin du mois d'avril 2025, d'origine encore mal connue au moment où sont écrites ces lignes⁵⁶, interroge la **résilience des systèmes électriques du futur** et la dépendance accrue des organisations à l'électricité. Après un épisode similaire intervenu en août 2019, les Britanniques ont fait le choix d'investir dans des batteries géantes.

2.1.2. : Les soutiens aux renouvelables électriques

Le « coût » que représente pour les finances publiques le soutien au déploiement des énergies renouvelables électriques a longtemps apprécié à partir de **l'évolution des charges de service public de l'électricité**, instituées en 2000⁵⁷. Ces charges étaient auparavant répercutées directement sur le consommateur à travers la contribution au service public de l'énergie (CSPE) aujourd'hui disparue et transformée sous forme de taxe depuis 2015. Fusionnée avec la taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité (TICFE) qui transite par le budget de l'Etat, cette fiscalité répond aux directives européennes concernant les droits d'accises. Depuis 2022 est ainsi privilégié le terme d'accises sur l'électricité (le gaz ayant un équivalent). Ces accises représentent une part importante de la facture des consommateurs. Abaissées à un niveau quasi-nul en 2022 et 2023 dans le cadre du « bouclier énergétique », elles retrouvent un niveau élevé (21€ par MWh) en 2024 et connaissent une forte augmentation en 2025 (33,7€ par MWh). **Les soutiens aux énergies renouvelables relèvent de fait désormais du budget de l'Etat** (programme 345 « service public de l'énergie ») et sont déconnectés des montants des accises, comme l'a montré la période de fonctionnement du bouclier.

Les anciens mécanismes de **soutien aux énergies renouvelables**, via l'ex-CSPE, ont connu une **progression rapide à partir du Grenelle de l'environnement** et se sont retrouvés exposés à des évaluations très critiques de leur modèle. La Commission de régulation de l'énergie (CRE), dans un rapport de 2014⁵⁸, en avait mesuré les incidences et plaidé pour réformer les systèmes de soutien, trop uniformes dans l'espace et la durée à travers les tarifs d'obligation d'achat. Elle préconisait des dispositifs fondés sur des appels d'offre et des échéances de contrat correspondant mieux à la durée d'exploitation des équipements. L'objectif était de parvenir à des incitations capables de garantir une rentabilité minimale des projets sans multiplier les situations de rente excessive, en intégrant notamment le paramètre des chutes des coûts d'investissement. La compétitivité des productions d'énergies renouvelables électriques a en effet très fortement progressé avec la baisse fulgurante du coût des équipements mis sur le marché, notamment ceux en provenance de Chine (suspectés de pratiques de dumping et de ventes à pertes), et l'amélioration continue de leur rendement. Conformément aux recommandations de la CRE, les installations sont désormais soumises soit à des **barèmes tarifaires** pris par arrêtés pour les systèmes d'attribution dits en « guichets ouverts » (réservés aux installations de petite dimension qui disposent d'un prix d'achat garanti), soit à des **contrats de rémunération** dans le cadre des appels d'offre lancés par la Commission de régulation elle-même. Ces « dialogues concurrentiels », lancés de manière régulière, lui permettent de **mieux capter les évolutions des coûts de revient et les progrès technologiques**. Plusieurs dizaines d'appels d'offres ont déjà été diffusés au sein des différentes filières, aussi bien dans l'hexagone que dans les zones dites non-interconnectées (ZNI)⁵⁹.

Les soutiens publics aux énergies renouvelables doivent de fait être observés dans la durée, en tenant compte de leur baisse tendancielle. Au fur et à mesure de l'arrivée à échéance des premiers contrats avec prix de rachat garanti, les montants des soutiens publics sont conduits à fléchir voire à être partiellement compensés par les écrêtements des surprofits plafonnés. **Chaque filière dispose de son propre barème de soutiens publics** fixé par le gouvernement après avis de la CRE. L'autorité indépendante produit des analyses régulières pour évaluer les conditions de marché et proposer des soutiens ajustés, à la fois garants de la rentabilité des installations nouvelles mais attentifs à ne pas offrir des rentes exorbitantes aux producteurs ou surdimensionner les appels d'offres.

⁵⁵ Parmi les critiques les plus vives peuvent être mentionnées celles formulées par l'Académie des sciences, institution au magistère imposant, qui met en cause les hypothèses de demande d'électricité et les risques de surproduction auxquels conduisent les objectifs d'installation d'EnR, au caractère peu pilotable. Se retrouvent dans cet avis la plupart des arguments des partisans les plus convaincus de la relance du nucléaire. Avis de l'Académie des sciences du 8 avril 2025 sur la version révisée de la Programmation pluriannuelle de l'Energie (PPE3). Le ton de cet avis se révèle beaucoup plus virulent et critique que la première contribution adressée lors de la concertation sur le pré-projet fin 2024 (voir cahier d'acteurs)

⁵⁶ Si l'explication précise est encore attendue, le mécanisme en chaîne intervenu à travers les chutes brutales de tension sur le réseau et la propagation des problèmes à l'ensemble du système électrique ibérique ainsi qu'au sud-ouest de la France (mise à l'arrêt de la centrale de Golfech) a conduit les pouvoirs publics espagnols à mesurer la fragilisation croissante des infrastructures et à souhaiter un renforcement rapide des interconnexions européennes.

⁵⁷ Loi n°2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité.

⁵⁸ Commission de régulation de l'énergie, *Coûts et rentabilités des énergies renouvelables en France métropolitaine. Eolien terrestre, biomasse, solaire photovoltaïque*, avril 2014, 62 p.

⁵⁹ Commission de régulation de l'énergie, *Etat des lieux et premiers enseignements tirés à fin 2022 des résultats des appels d'offres PPE2 éoliens terrestres et photovoltaïques*, Rapport, septembre 2024, 104 p.

Soutiens aux EnR : entre 120 et 192 milliards d'euros d'engagements à l'horizon 2048

Une évaluation régulière des charges répercutées sur le service public de l'énergie est assurée par un comité de gestion (CGCSPE) créé en 2015 par la loi TECV et placé auprès du ministre de l'énergie. Dans ses rapports, ce comité souligne la sensibilité des charges à l'évolution des prix de marché, marqués par une forte volatilité. La surchauffe des prix de gros lors de la crise énergétique de 2022-2023 a totalement modifié l'équation⁶⁰ et rendu les énergies renouvelables, longtemps bénéficiaires nettes des systèmes de tarification, fortement contributrices au budget de l'Etat, provoquant même des résiliations anticipées des contrats de soutien public⁶¹. Les charges de long terme s'en retrouvent très difficiles à modéliser. Le comité de gestion a néanmoins pris l'initiative de tester un jeu d'hypothèses pour anticiper les niveaux d'engagement de l'Etat pris en amont de la crise ukrainienne. Pour les engagements contractuels datant des années 2000-2021 (soit un total de puissance installée de 32 GW), et exerçant des effets jusqu'en 2048, le comité a ainsi évalué **les charges de service public de l'énergie entre 119 et 192 milliards d'euros** (selon les hypothèses d'évolution des prix de marché). Le soutien accordé aux filières électriques représentait la part principale des soutiens (105 Mds€ à 174 Mds€ soit 75%), répartis entre le photovoltaïque contractualisé avant le moratoire de 2010 (entre 35 Mds€ et 38 Mds€), l'éolien terrestre (entre 12 Mds€ et 44 Mds€), l'éolien en mer (entre 18 Mds€ et 28 Mds€) et le photovoltaïque post-moratoire (entre 13 Mds€ et 25 Mds€). En termes de soutien unitaire, en euros par MWh produit, les écarts étaient considérables entre le premier photovoltaïque et les installations récentes ; plus encore avec les éoliennes terrestres.

Type de projets	Coûts de soutien unitaires
PV pré-moratoire	437 à 464 €/MWh
PV post-moratoire	33 à 62 €/MWh
Eolien terrestre	13 à 46 €/MWh
Eolien offshore	Non disponible

De fait, **la majorité des engagements restent encore à honorer** et rétroagiront sur le coût final de l'énergie. 49 milliards d'euros d'engagements étaient déjà soldés fin 2021 mais entre 70 Mds et 143 Mds d'euros (59% à 74%) sont encore à prévoir à l'horizon 2048 sur le périmètre des seuls contrats historiques ; les valeurs extrêmes de la fourchette étant liées aux hypothèses les plus basses et les plus hautes dans les scénarios du comité de gestion.

M€ (euros courants)	Paielements passés à fin 2021	Scénario haut	Scénario PPE 56 haut	Scénario PPE 56	Scénario PPE 42
		Reste à payer	Reste à payer	Reste à payer	Reste à payer
Solaire pré-moratoire	20 119	15 232	15 875	17 035	17 381
Solaire post-moratoire	4 560	8 672	13 279	16 596	20 197
Eolien terrestre	11 609	875	14 316	23 648	32 249
Eolien en mer	0	18 245	23 759	24 419	28 202
Biomasse & biogaz	4 286	7 526	9 876	12 032	13 175
Centrale au gaz naturel	5 732	4 830	6 292	8 658	9 021
Hydraulique	1 769	470	1 748	2 892	3 529
Autres électriques	373	831	1 119	1 366	1 513
TOTAL EnR électriques et cogénération	48 447	56 680	86 263	106 646	125 267
Biométhane injecté	650	12 386	12 763	13 209	14 754
TOTAL toutes filières	49 097	69 603	99 730	122 620	142 904

Fig. 10 : Graphiques et tableau relatifs à l'évaluation de l'impact financier des engagements existants à fin 2021

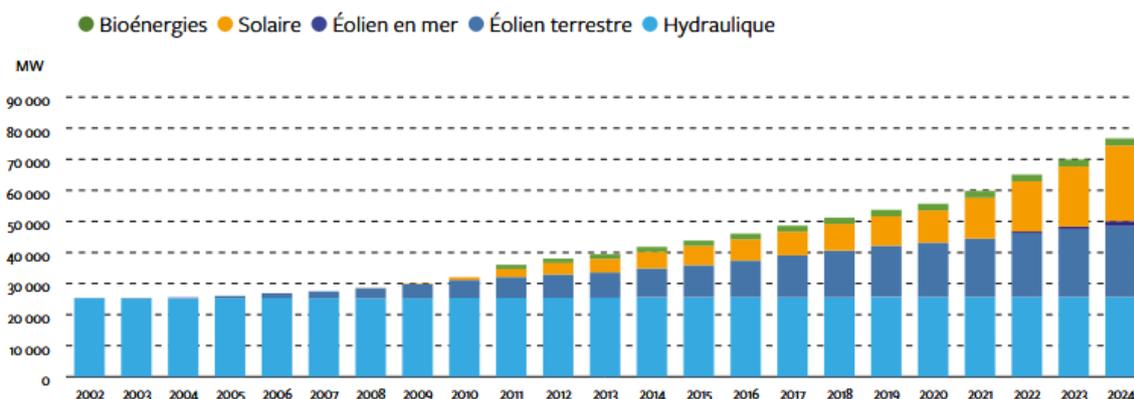
Source : CGSPE

⁶⁰ La crise énergétique liée à la guerre en Ukraine est consécutive à une longue séquence de prix très bas. Le MWh d'électricité passe de 40 à 50 euros sur la période 2011-2019 à 245 euros en décembre 2021 (avec un pic à plus de 400 euros) sous l'effet d'entraînement du prix du gaz sur le marché Spot.

⁶¹ En août 2022, le comité de gestion recensait 3,6 GW de puissance installée ayant fait l'objet de résiliations de contrats. Les évaluations prospectives des CSPE effectuées par la CRE s'avèrent très difficiles lors des périodes de forte volatilité des prix de marché. Les CSPE négatives anticipées en novembre 2022 par la CRE pour les années 2022 et 2023 ont fait état d'une contribution attendue initialement de 35,7 milliards des producteurs, des montants astronomiques qui ont été quelques mois plus tard (septembre 2023) réévalués à 10,7 milliards. Voir Sénat, rapport général n° 128 (2023-2024), tome III, annexe 11, volume 1, déposé le 23 novembre 2023.

Les barèmes indiquent ainsi implicitement les types d'installations que les pouvoirs publics entendent favoriser. Options technologiques, dimensionnement des installations et puissance installée, localisation des équipements, profils des investisseurs... sont influencés par ces barèmes et/ou les appels d'offre. Négociée au premier trimestre 2025, la dernière révision du barème des soutiens aux installations photovoltaïques a notamment fait l'objet de discussions et transactions complexes. Les filières industrielles plaident, en toute logique, pour la stabilité des règles et des trajectoires quand les pouvoirs publics cherchent d'une part à modérer le coût des soutiens publics (refacturés *in fine* aux consommateurs) mais aussi à **maîtriser le rythme de déploiement des nouvelles installations pour éviter toute surchauffe** de la production au regard de la demande effective et des capacités de stockage⁶².

Évolution de la puissance installée*



Source : Panorama de l'électricité renouvelable au 31 décembre 2024, RTE-ENEDIS-Syndicat des énergies renouvelables, ORE.

Les modèles économiques des énergies renouvelables sont ainsi sensibles à la fois aux mécanismes de soutien public, dégressifs avec le temps, à la volatilité des prix sur les marchés de gros de l'énergie, et aux coûts de production. Le coût actualisé de production net d'un électron peut fortement varier au sein d'une même filière en fonction du rendement des matériels utilisés et de leur localisation, des coûts de raccordement au réseau, des loyers payés aux propriétaires des terrains... Les **comparaisons de la performance des filières** reposent le plus souvent sur un coût moyen annualisé (LCOE) qui occulte l'hétérogénéité des équipements, des différentes générations de matériels et des périodes d'installation, des coûts-systèmes associés. Par exemple, le choix de programmer les futures générations de parcs éoliens off-shore loin des rivages, avec des parcs flottants, aura un coût de raccordement très sensiblement supérieur aux premiers parcs. Ces nouveaux parcs prévus pour la prochaine décennie pourront en revanche disposer de modèles d'éoliennes de très forte puissance, aux mâts plus hauts, captant des vents puissants et stables (augmentant le productible et le facteur de charge).

Le productible des équipements photovoltaïques dépend des rendements des cellules (en progrès constants), des saisons, des ensoleillements liés à leur localisation ou leur exposition. Il est aussi tributaire de la capacité à suivre la trajectoire du soleil sur des plages horaires plus longues (traceurs). La rentabilité des installations dépendra des prix de vente dont l'oscillation tend à s'accroître avec le poids croissant des productions intermittentes d'une part mais aussi de l'électricité dans le mix-énergétique global.

Dans le cadre de la réforme des marchés de l'énergie, **certain experts préconisent le retour à des marchés nationaux pour tenir compte de l'hétérogénéité des « mix »**, ou de revenir à des acheteurs uniques à travers les gestionnaires de réseau qui devront organiser les flexibilités (stockage, reports de consommation, volants d'inertie des machines tournantes...), éviter les congestions, faire face aux variations de fréquence et lisser les « pointes » de consommation hivernales. L'explosion des prix liée au conflit russo-ukrainien a également réinterrogé la pertinence d'indexer le marché de l'électricité sur celui du gaz⁶³. La réforme adoptée fin 2023 au

⁶² Le projet initial de PPE a prévu un triplement de la puissance photovoltaïque installée (54-65 GW) et de la production attendue à l'horizon 2030 (65 TWh contre 19 TWh en 2023) et une multiplication par 4 ou 5 à l'horizon 2035.

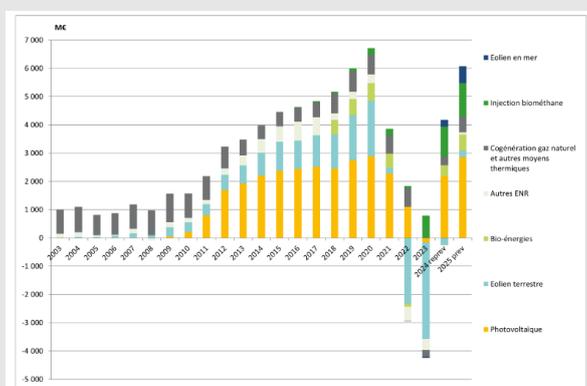
⁶³ Conçu dans une période où l'électricité était très largement tributaire de centrales thermiques fonctionnant à partir de sources fossiles (gaz, pétrole, charbon), l'alignement des prix sur le coût marginal de la dernière installation appelée (logique du « Merit order » qui régit le marché Spot) est fortement réinterrogé par la décarbonation du mix électrique européen et la montée des énergies renouvelables. France, Espagne, Grèce contestent ce modèle et plaident pour le revoir. Voir Jacques Percebois,

niveau européen permet le recours à des « contrats pour différence » (CfD) appelés aussi contrats d'écart compensatoires, de droit public, qui autorisent les Etats à encadrer les prix de gros par un prix-plancher et un prix-plafond. La puissance publique peut alors prélever la rente lors du dépassement d'un certain seuil ou, au contraire, attribuer des subventions aux producteurs en cas de prix de marché en-deçà du seuil plancher. La réduction de la volatilité des prix de gros est également attendue du développement progressif des contrats d'achat à long terme (PPA), de droit privé, souscrits par les grands consommateurs d'énergie auprès de fournisseurs.

La répartition des soutiens entre filières en 2025

Dans ses évaluations les plus récentes des coûts de soutien aux EnR, la Commission de régulation de l'énergie (CRE) indiquait que les soutiens publics sont revenus à partir de 2024 à leur rythme de croisière pré-crise à travers des **montants annuels d'environ 6 milliards d'euros**. La répartition entre filières tend à évoluer avec des besoins de soutiens quasi-nuls prévus en 2025 pour l'éolien terrestre. Etant celle qui a contribué le plus fortement aux recettes de l'Etat dans la période très atypique 2022-2023, la filière de l'éolien terrestre ne devrait plus peser que 5% des contributions en 2025 alors qu'elle assure 50% des volumes soutenus. Le photovoltaïque continue de représenter la moitié des soutiens (avec le poids de l'historique des engagements pré-moratoire), alors que l'éolien en mer et le biométhane progressent fortement et en appellent un tiers⁶⁴. On notera que les charges de SPE atteignent 2,4 milliards d'euros pour les seules zones non interconnectées (ZNI de Corse et d'outre-mer), dont la moitié finance la transition énergétique avec la conversion de centrales thermiques (fioul vers biomasse par exemple).

Constatant les retard pris par le déploiement des nouveaux usages, la présidente de la CRE a indiqué à la fin du mois d'avril 2025 dans un entretien au quotidien *Les Echos* consacré à la prochaine PPE qu'il faudrait sans doute revoir à la baisse les objectifs de soutien aux EnR pour **limiter les décalages offre-demande**. Les barèmes de soutien révisés au printemps 2025 par la CRE (en application du nouvel arrêté du 26 mars 2025) renvoient à la baisse les divers soutiens des installations en « guichet ouvert » afin de mieux maîtriser les volumes développés, constatant des dépassements importants des objectifs fixés sur les tranches de puissance 0-9 kWc et 100-500 kWc. Les nouvelles orientations sont d'inciter les très petites installations à viser l'autoconsommation intégrale (avec solution batterie) et, pour les installations de taille moyenne (100-500 kWc), de les intégrer dans les appels d'offre. Les **projets d'autoconsommation collective** sont également censés bénéficier, jusqu'à 1 MW de puissance, d'une exonération de droits d'accise jusqu'au 1^{er} janvier 2027 (incitation au demeurant encadrée par une instruction fiscale ultra-restrictive).



Source : Commission de régulation de l'énergie

La projet de troisième Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE3) présenté en novembre 2024 proposait un **objectif de 54 à 60 GW de puissance solaire installée en 2030**. Le projet finalement mis en consultation et soumis au débat parlementaire en mars 2025 mentionne un objectif de 54 GW à l'horizon 2035, tout en préservant les mêmes objectifs de production. Cette différence entre puissance installée et production effective s'explique par la priorité donnée à des installations de meilleur rendement (fort facteur de charge). Le texte prévoit une répartition des objectifs de production 54 % pour les grandes installations, (dont 38 % au sol et 16 % en toiture), 41 % pour les petites et moyennes toitures, 5 % pour les petites installations au sol. Les retards pris dans la

« Réforme du marché de l'électricité en Europe. Quand les Capex détrônent les Opex », Connaissance des énergies, novembre 2022.

⁶⁴ Commission de régulation de l'énergie, *Délibération du 11 juillet 2024 relative à l'évaluation des charges de service public pour 2025 et à la réévaluation des charges pour 2024*.

publication de la PPE, à nouveau reportée, déstabilisent les filières industrielles et bloquent les lancements d'appels d'offre sur les grands projets de parcs éoliens en mer.

Outre le rythme de déploiement jugé trop rapide des installations solaires, entrent en ligne de compte des considérations industrielles avec le creusement des déficits commerciaux sous l'effet des importations massives d'équipements d'origine chinoise, à la fois performants mais vendus à des prix suspectés de concurrence déloyale. En quelques mois, malgré la dynamique du marché, deux des six entreprises françaises de la filière sont placées en liquidation (Photowatt, Systovi). Alors que la course semble durablement perdue dans les filières de panneaux dotés de cellules à base de silicium, des espoirs de reconstitution de la filière nationale sont placés dans les technologies à base de pérovskite, minéral assez abondant et synthétisable à partir d'éléments communs comme le plomb ou l'étain. Ces technologies permettent d'accroître les rendements grâce à une meilleure absorption de photons, ce qui permet d'améliorer la rentabilité des installations et optimiser le foncier occupé pour une production identique. La PPE3 affiche l'objectif **de produire en France 10 GW de composants photovoltaïques d'ici 2035**, incluant les lingots, les wafers, ainsi que les cellules et modules.

La gestion de l'équilibre : une complexification accrue

Le fort développement du solaire en Europe, et dans une moindre mesure en France, se traduit par des **épisodes de surproduction d'électricité en milieu de journée**, au pic zénithal, qui provoque des phases de chute de prix sur le marché « au comptant » intra-journalier (marché Spot) et dégradent la rentabilité des grandes centrales. Le prix capturé par le solaire sur le marché par rapport à sa part dans le mix énergétique tend à se déprécier assez rapidement, au risque de dissuader les investissements futurs. Le retard pris dans l'électrification des usages explique une part du phénomène mais ces surplus de production tendent à complexifier la gestion des équilibres offre-demande.

Alors que l'année 2022 a été marquée en France par une sous-production historique d'électricité (nombreux réacteurs mis à l'arrêt pour des problèmes de corrosion sous contrainte, baisse de la production hydro-électrique), 2024 est une année de retour à un seuil haut (536 TWh). Les premiers mois de 2025 confirment cette **situation d'offre excédentaire qui conduit RTE à activer des mécanismes d'équilibrage coûteux**, en forçant certaines installations à cesser de produire. Treize épisodes de coupure ont été recensés en mars-avril 2025. En mai, le prix moyen sur le marché au comptant (spot) chute à un niveau très bas (19 € le MWh) avec des plages de prix nuls ou négatifs neuf jours sur dix (et un record à - 118 euros le MWh le 1^{er} mai). Sans être aussi catastrophiques que ne tendent à le déclarer les contempteurs des énergies renouvelables, ces séquences de surcapacité doivent être contenues pour optimiser la production des différentes installations et garantir leurs retours sur investissement⁶⁵.

La réponse de fond repose sur un déploiement accéléré des solutions de stockage (batteries⁶⁶, stations de pompage turbinage, coordination des machines synchrones « pilotables » ...) ou de valorisation industrielle de ces surplus récurrents d'électricité en milieu de journée. L'organisation de cette flexibilité passe également par des **incitations à des lissages ou déports de consommation** qui peuvent **alourdir le coût-système**. La « solarisation » du mix-électrique, extrêmement avancée dans certains pays, est conditionnée à de nombreux investissements complémentaires pour aplatir la bosse de production de milieu de journée et éviter ce que les Californiens ont appelé le « dos du canard » (« *duck curve* »)⁶⁷. Le succès massif depuis 2012 des politiques de soutien⁶⁸ à l'équipement des ménages (tant pour produire que pour consommer) accélère l'électrification des

⁶⁵ Une renégociation des contrats signés avec les gestionnaires des parcs éoliens off-shore (Saint-Nazaire, Fécamp, Saint-Brieuc) est engagée par le gouvernement au printemps 2025 pour prévoir leur mise à l'arrêt partielle ou totale en période de prix négatif sur le marché Spot et passer d'une logique d'obligation d'achat de l'ensemble de la production à une logique de contrat pour différence. Ce changement de logique renforce la « pilotabilité » des installations renouvelables mais dégrade leur facteur de charge. Une première expérimentation de mise à l'arrêt sur demande du gestionnaire de réseau est conduite les 10 et 11 mai 2025.

⁶⁶ Disposant d'un mix électrique largement dominé par la production nucléaire et hydro-électrique, de caractère pilotable, la France a pris un certain retard dans le déploiement de nouvelles capacités de stockage. Elle peut compter sur le stockage mécanique de ses 6 Step (5,72 GW de puissance installée) mais reste peu engagée dans le déploiement de solutions électrochimiques (batteries). L'inventaire européen recense seulement 0,2 GW d'installations en construction et 0,18 GW en projet en France, contre 57 GW en projet à l'échelle de l'Union européenne et 33 GW au Royaume-Uni. La stratégie française repose essentiellement sur la gestion de la flexibilité de la demande. Les recours aux solutions de stockage résidentiel ou aux batteries à grande échelle sont il est vrai très liés à l'essor des installations solaires, beaucoup plus tardif en France.

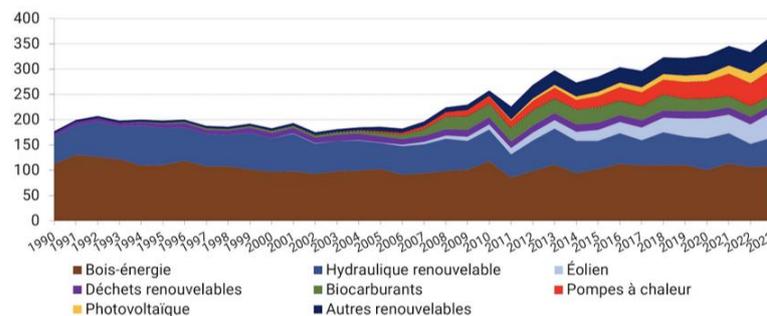
⁶⁷ Sur les différents modes de soutien des énergies renouvelables et la manière de les combiner voir Sharouz Abolhosseini et Almas Heshmati, « *The main support mechanisms to finance renewable energy development* », IZA, mai 2014

⁶⁸ Ces soutiens reposent sur des mécanismes de prix de rachat garantis à long terme (Feed-In Tariff) par les compagnies de distribution.

usages mais sur des plages horaires de consommation décalées des pics méridiens d'ensoleillement et de production.

Confrontés à ce problème, **les pays les plus solarisés revoient leurs tarifications pour renforcer l'autoconsommation** couplée avec des **solutions de stockage intégrées**. L'enjeu est d'étaler la production vendue à prix garantis sur le réseau, en faisant varier des tarifs de rachat dans la journée. Cette péréquation intrajournalière permet de favoriser des installations orientées vers le levant ou le couchant, de rendements plus faibles mais en plus forte adéquation avec les appels de consommation. Progressivement, des organisations se mettent en place pour renforcer la pilotabilité du nouveau mix électrique, maîtriser l'intermittence et la « météo-sensibilité » des productions éoliennes et solaires.

Évolution de la production primaire d'énergies renouvelables par filière
En TWh



© SDES

Champ : jusqu'à l'année 2010 incluse, le périmètre géographique est la France métropolitaine. À partir de 2011, il inclut en outre les cinq DROM.
Source : calculs SDES

Source : Ministère de la transition écologique

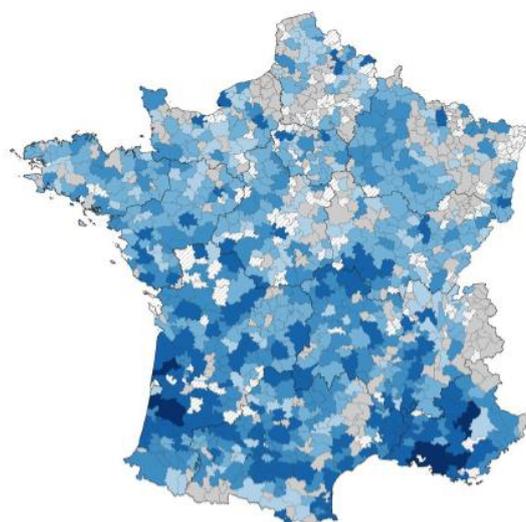
Les tarifications de l'utilisation des réseaux publics d'électricité (Turpe) permettent de **moduler les prix en fonction de la demande** pour favoriser des écrêtements de consommation aux heures de pointe et en déporter le plus possible vers les heures creuses. En France, la nouvelle réforme du Turpe va dans ce sens (voir encadré plus loin). En fonction de la qualité du pilotage de l'équilibre offre-demande, dans un contexte de progression de la part des productions intermittentes, les capacités de production des équipements seront plus ou moins optimisées, ce qui rétroagira sur leur rentabilité. Comme l'avait identifié la commission Cricqui sur le coût de la décarbonation de l'énergie, les solutions mobilisées ne le seront pas à prix marginal constant. Les effets d'apprentissage font certes baisser le coût du déploiement mais celui-ci se doit aussi de composer avec des ressources progressivement moins favorables (les meilleurs emplacements étant déjà occupés par exemple)⁶⁹.

Les chiffrages des dépenses d'équipement (Capex) à engager pour atteindre les objectifs de la PPE varient assez logiquement selon les préférences implicites des auteurs des études. Là où l'Ademe fonde son analyse prospective sur une anticipation de baisses de coûts importantes, les organismes plus hostiles aux énergies renouvelables électriques, notamment les partisans d'une relance volontariste des programmes nucléaires, revoient les évaluations à la hausse. C'est par exemple le cas des travaux d'instituts très militants comme le Céréme qui contestent la fiabilité des travaux de l'agence et demandent une expertise plus neutre⁷⁰. Cet organisme élargit le périmètre de calcul du LCOE aux coûts systèmes et aux besoins de raccordement, tout en signalant les impacts de l'inflation sur les matériaux. De fait, une certaine prudence et un effort d'objectivité s'imposent dans la lecture des chiffrages disponibles, en raison de la très forte évolutivité des coûts, la sensibilité des prix à des marchés très volatiles et les incidences de décisions éminemment politiques sur les localisations des installations ou leur encadrement réglementaire (sûreté nucléaire, classements ICPE pour les EnR...).

⁶⁹ France stratégie. Commission Cricqui. *Les coûts d'abattement. Partie 3. Electricité*. 2022, 128 p.

⁷⁰ Céréme, *Coûts de production des électricités renouvelables – Perspectives*, Juillet 2022, 9 p. Le Céréme conteste la projection de baisse de coûts proposée par l'Ademe ou par les scénarios de RTE et demande la création d'une autorité indépendante, sans faire mention ni de la Commission de régulation de l'énergie (CRE), ni du comité de gestion des charges du service public d'électricité (CGCSPE) ni de la Cour des Comptes. Il analyse notamment les réponses des industriels aux appels d'offre de la CRE pour documenter le ralentissement des baisses de coûts. Le Céréme se présente comme un « cercle de réflexion indépendant » et a été créé dans la perspective des élections présidentielles de 2022. Il a proposé, avec l'aide du cabinet Roland Berger, des contre-scénarios pour la transition énergétique à l'horizon 2050. Céréme & Roland Berger, *Scénario alternatif aux « Futurs énergétiques 2050 » de RTE*. Rapport final, avril 2022, 76 p.

PRODUCTION ANNUELLE TOTALE 2020 PHOTOVOLTAÏQUE À LA MAILLE INTERCOMMUNALE
(DONNÉES ENEDIS)



Photovoltaïque : production annuelle totale à la maille intercommunale (données Enedis 2020)



Les données pour la Corse et les Outre-mer ne sont pas disponibles à date de publication.

Source : Intercommunalités de France

2.1.3 : Quels investissements dans la production hydro-électrique ?

Si elle n'occupe pas une place aussi centrale dans le mix électrique que sous d'autres cieux (Canada, Norvège, Suisse, Brésil...) l'hydroélectricité participe néanmoins de manière non-négligeable à la production française, avec une soixantaine de TWh fournis en moyenne par an (75 TWh en 2024 mais seulement 50 TWh en 2022 en raison des sécheresses) soit environ 12 à 13% de l'électricité produite. Elle contribue également à de nombreux usages de l'eau (loisirs, soutiens d'étiage, irrigation...). **Les sites les mieux disposés à l'accueil d'installations de grande dimension (barrages) étant pour la plupart équipés**, le potentiel de déploiement d'un productible supplémentaire sur nouveau site est assez limité en France continentale⁷¹. Deux évaluations conduites en 2013 puis 2022⁷² ont estimé à 653 MW puis 368 MW le potentiel en sites vierges, en tenant compte des contraintes environnementales, ce qui est assez marginal. Les régions Auvergne Rhône-Alpes et Occitanie continuent, sans surprise, de représenter les plus forts gisements en nouveaux sites exploitables d'une part mais surtout en renforcement de puissance des sites existants.

Pour les petites installations (moins de 4,5 MW), une simple autorisation préfectorale, après avis de l'autorité environnementale, suffit au lancement d'un projet porté par un particulier, une entreprise, une collectivité. Les projets plus importants sont en revanche soumis au **régime des concessions**. Les concessionnaires construisent et exploitent l'ouvrage pour la durée de la concession avant retour dans le patrimoine de l'Etat. Ce régime permet de faire porter une part de l'investissement par des capitaux privés tout en créant de nouveaux actifs publics. 80% des sites vierges repérés par l'évaluation de 2022 relèveraient du régime de la concession en cas d'exploitation maximale de leur potentialité. La mobilisation effective de ce gisement, de même que l'option du renforcement de la puissance des centrales existantes, se retrouvent de ce fait aujourd'hui bloquées par le **contentieux qui oppose depuis près de 20 ans la France à la Commission européenne** (et à des industriels potentiellement candidats)

⁷¹ L'un des principaux projets d'ouvrage de grande taille envisagés en France, Rhôneergia, entre l'Ain et l'Isère, est abandonné fin août 2024 en raison des rejets locaux et de son incompatibilité avec les nouveaux réacteurs nucléaires prévus au Bugey, quelques kilomètres plus au nord.

⁷² Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, *Connaissance du potentiel hydroélectrique français, Synthèse*, 2013, 14 p. Chloé Lestrehan, *Actualisation 2022 du potentiel hydroélectrique français*, août 2023, Synthèse, 19 p.

sur ce sujet des concessions hydro-électriques qui assurent 90% de la production nationale. Deux mises en demeure européennes ont été adressées à la France en 2015 et 2019 sur ce dossier. La France ne souhaitant pas ouvrir à la concurrence ses 400 concessions hydro-électriques (principalement confiées à EDF, à la Compagnie nationale du Rhône et à la Société Hydro-Electrique du Midi), le renouvellement de ces dernières s'en retrouve juridiquement bloqué. Les reconductions tacites des contrats par « délais glissants » ne permettent pas d'en modifier l'économie générale et d'introduire de nouveaux programmes d'investissement. En 2025, 61 contrats de concession auront dépassé leur échéance théorique selon un référé adressé par la Cour des Comptes au gouvernement français afin qu'il débloque au plus vite la situation⁷³ ; référé dont les arguments sont largement repris au printemps 2025 par le rapport des députés Marie-Noëlle Battistel et Philippe Bolo⁷⁴.

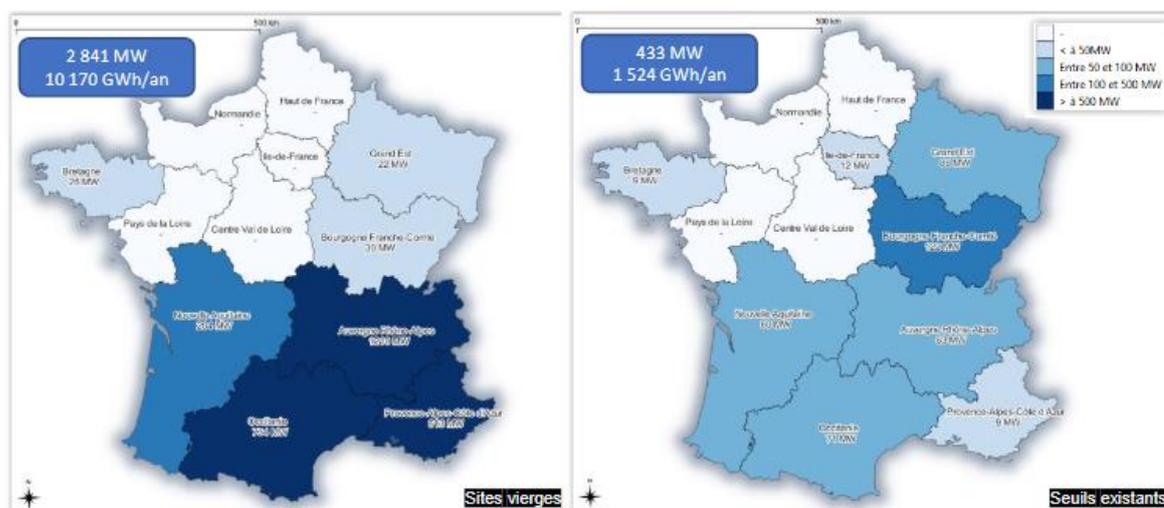


Figure 1 : Gisement brut (sites vierges à gauche) et potentiel (seuils existants à droite) évalués en 2013

Source : Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie

Le « gel » du nouveau gisement disponible se révèle sans doute moins problématique que celui causé aux capacités de stockage. On sait le **rôle essentiel que joue l'hydraulique dans la flexibilité du système électrique en offrant d'importantes capacités d'ajustement offre-demande** grâce aux stations de transfert d'énergie par pompage (STEP). C'est notamment le cas pour la gestion de la variabilité inter-saisonnière qu'il est très difficile de gérer à des coûts raisonnables par des solutions de stockage électrochimique. Utilisant les surplus d'électricité en phase de faible consommation et de prix bas, une STEP remonte de l'eau vers son bassin supérieur pour qu'elle puisse être turbinée vers le bassin inférieur lors des pics de demande. Les STEP d'importance sont au nombre de six en France⁷⁵, créées par EDF dans les années 1970-1980, et nécessitent d'être modernisées. Elles jouent un rôle majeur dans l'équilibre général en pouvant stocker de la puissance sur plusieurs jours. Malgré des pertes d'énergie entre le pompage et le turbinage (environ 70% à 85% de rendement), elles sont parfaitement rentables une fois leur construction amortie et contribuent au soutien des prix en récupérant de l'électricité fatale. Dans ses scénarios de transition énergétique à l'horizon 2050, RTE a évalué à **3 GW la puissance de stockage que pourraient apporter les nouvelles STEP potentielles**. Avec les solutions fondées sur de l'air comprimé, le stockage par le maillage des STEP peut apporter une très forte plus-value pour l'ensemble du réseau électrique et en abaisser le coût-système. Outre les stations situées en montagne, des projets de STEP marines ou côtières

⁷³ Voir le Référé n°S2022-1979 de la Cour des Comptes adressé le 2 décembre 2022 par son Premier président à la Première ministre. Ce référé fait état de l'urgence de définir une solution juridique adaptée pour clôturer le contentieux avec la Commission européenne mais aussi de la nécessité de revisiter le modèle économique des concessions. Il s'agit de i) définir le modèle de rémunération des STEP, ii) choisir entre un mode de renouvellement des concessions par équipement unitaire ou au contraire par regroupements en lots à l'échelle d'un bassin hydrographique cohérent en vue d'optimiser le fonctionnement d'ensemble (sur le modèle de la CNR dont la concession, au délai prolongé, regroupe depuis 2001 les différentes installations de la vallée du Rhône). La parution de ce référé intervient quelques mois après le discours de Belfort du chef de l'Etat (10 février 2022) consacré principalement à la relance du nucléaire, mais à l'occasion duquel fut confirmée l'opposition de la France à la mise en concurrence des concessions hydro-électriques.

⁷⁴ Assemblée nationale, *Mission d'information sur les modes de gestion et d'exploitation des installations hydroélectriques*, rapporteurs : Marie-Noëlle Battistel et Philippe Bolo, mai 2025, 113 p.

⁷⁵ Grandmaison (Isère, 1790 MW), Montézic (Aveyron, 910 MW), Super-Bissorte (Savoie, 730 MW), Revin (Ardennes, 720 MW), Le Cheylas (Isère, 460 MW), La Coche (Savoie, 330 MW). Leur puissance cumulée est de 5 GW en turbinage et de 4,3 GW en pompage.

sont également à l'étude. Les plus gros potentiels restent au demeurant liés aux grands barrages existants, gérés par des opérateurs historiques (EDF, CNR) capables d'assumer le risque de l'investissement et faire face à la volatilité des cours de l'électricité. Même si certains acteurs ont suggéré l'hypothèse d'un dispositif de type « Arenh » adapté aux équipements hydrauliques historiques afin de clore le contentieux (hypothèse qui était en débat en 2010 lors de la discussion de la loi NOME ayant institué le dispositif), cette piste est aujourd'hui délibérément écartée tant par le gouvernement que par les députés Marie-Noëlle Battistel et Philippe Bolo dans le cadre de leur rapport parlementaire.

2.2. Adapter et conforter le réseau

Comme nous l'avons évoqué plus haut, la transformation du mix énergétique national a vocation à se traduire par un doublement de la part de l'électricité au sein des consommations finales. Tout en s'inscrivant dans une trajectoire très ambitieuse de sobriété et d'efficacité énergétique, **l'électrification renforcée des usages présuppose d'augmenter les volumes de production, d'assurer l'adéquation de l'offre et de la demande à tout instant et de sécuriser les acheminements jusqu'à l'utilisateur final.** L'électricité a pour inconvénient d'imposer un coût-système bien plus important que celui nécessaire aux énergies fossiles ; coût-système qui doit être intégré dans les modèles économiques même s'il est mutualisé en étant répercuté sur le consommateur final ou le contribuable. L'électro-dépendance croissante de l'économie nationale va faire du réseau la colonne vertébrale de son alimentation énergétique, dans une interaction plus étroite avec ses homologues européennes. La proportion croissante de la production intermittente des énergies renouvelables dites variables (EnRV) va également conduire à de plus grandes amplitudes des taux d'injection instantanée sur le réseau, imposant des contraintes nouvelles à la gestion de l'équilibre offre-demande et à la stabilité du système électrique⁷⁶. Comme le mettent en évidence les impacts sur l'infrastructure des épisodes extrêmes (orages, canicules, incendies...) de plus en plus récurrents, le changement climatique doit également accélérer des investissements de résilience.

En novembre 2023, la Commission européenne a estimé que la quantité d'électricité consommée sur le Vieux continent augmentera de 60% à l'horizon 2030 et devra s'appuyer sur des capacités de production nouvelles tirées à titre principal par le déploiement accéléré d'installations renouvelables (passage de 400 GW à 1000 GW de puissance installée) et la montée en puissance des usages (mobilités, pompes à chaleur, industrie...). D'ores et déjà **constitués d'un gigantesque linéaire de 11 millions de km, les réseaux européens seront étendus, modernisés, mieux reliés entre Etats-membres.** Les nouvelles interconnexions permettront d'accroître les solidarités continentales et de faire face à la part croissante des productions intermittentes, à travers un maillage plus décentralisé et flexible. Le réseau va notamment devoir intégrer des modes de pilotage très numérisés et de plus en plus « bi-directionnels » (pour accueillir les productions non autoconsommées des collectivités, ménages et entreprises). Le premier chiffrage de la Commission évaluait à 584 milliards d'euros les investissements à financer au cours de la décennie dans l'Union⁷⁷. Le renforcement des interconnexions doit permettre de réduire les phénomènes de congestion qui conduisent à des gaspillages d'électricité renouvelable à travers les réductions de production forcées liées aux contraintes de réseau⁷⁸.

Une directive européenne impose depuis 2019 aux Etats-membres et à leurs opérateurs de réaliser des **plans de développement de réseau** (PDR)⁷⁹. 2500 gestionnaires de réseaux de distribution (GRD) et 30 gestionnaires de réseaux de transport (GRT) sont concernés. La Cour des Comptes européenne a évalué à 1871 milliards d'euros les investissements programmés par les gestionnaires de réseaux en Europe d'ici 2050 ; des montants un peu moins élevés que ceux estimés par la Commission européenne (fourchette de 1994 à 2294 milliards d'euros) mais qui restent extrêmement significatifs pour mettre à niveau des actifs formant « *la plus complexe et la plus vaste des infrastructures mises en place par l'homme dans le monde* »⁸⁰.

Dans le contexte français, **les deux acteurs centraux de ce vaste chantier sont les entreprises RTE et Enedis** chargés de ce qui est souvent présenté comme le troisième grand plan d'électrification national après celui de la reconstruction du pays lors des années 1945-1955 puis le lancement du plan Messmer qui a initié le programme électronucléaire français. En 2022, **le réseau de distribution Enedis a été le premier à annoncer un programme**

⁷⁶ Sur ces enjeux complexes de gestion de la variabilité sur les tensions et fréquences du système électrique voir Caroline Bono, Marie-Ann Evans, Etienne Monnot, Emmanuel Neau et Grégoire Prime, « *Les défis posés par les EnR variables aux systèmes électriques* », La Revue de l'énergie n° 654, janvier-février 2021.

⁷⁷ *Grids, the missing link – An EU Action Plan for Grids*, Communication de la Commission au Parlement, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions, 28 novembre 2023, 23 p.

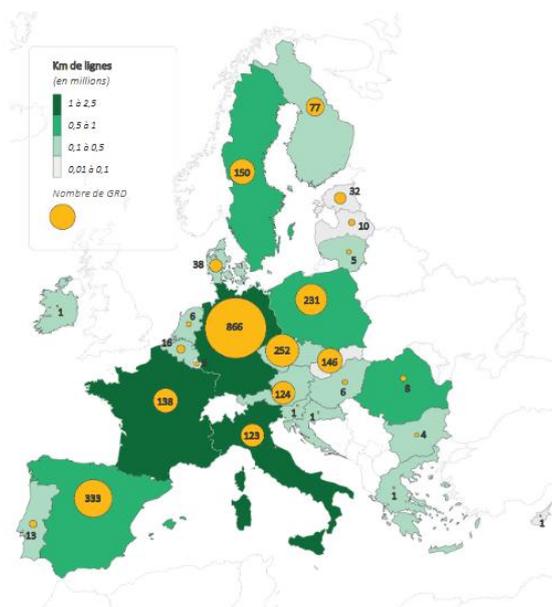
⁷⁸ *Beyond Fossil Fuels*, Ember, E3G et IEEFA (Institute for Energy Economics and Financial Analysis), *How Europe's grid operators are preparing for the energy transition*, 2025, 50 p.

⁷⁹ Cette obligation nouvelle résulte de l'article 32 de la directive européenne 2019/944 sur le marché intérieur de l'électricité, composante du « *Clean Energy Package* ». Il a été transposé en droit français par l'ordonnance du 3 mars 2021 créant un nouvel article L322-11 au Code de l'énergie.

⁸⁰ Cour des Comptes européenne, *Préparer le réseau électrique de l'UE à la neutralité carbone*, 2025, 89 p.

pluriannuel d'investissement de près de cent milliards d'euros (96 milliards d'euros sur la période 2022-2040)⁸¹. En charge de la distribution fine du territoire et des raccordements de millions de bâtiments, Enedis est le gestionnaire d'un réseau d'1,4 million de km dont les communes (ou intercommunalités) sont propriétaires. Concessionnaire unique dans 95% du territoire (aux côtés des entreprises locales de distribution qui couvrent 5% de la production dans 2800 communes)⁸², Enedis modernise le réseau pour l'adapter au changement climatique, incorporer des technologies numériques (37,4 millions de compteurs Linky installés en 2024) et connecter des centaines de milliers d'équipements de production électrique décentralisés (630 000 installations dont 230 000 en autoconsommation fin 2022).

Figure 5 – La plus grande infrastructure de l'UE: réseaux électriques et nombre de gestionnaires (2024)



Source: Cour des comptes européenne, sur la base de la carte de l'entité des GRD de l'Union intitulée *Map the Green Deal's drivers: Distribution grids across the EU (2024)* et d'informations communiquées par les ARN.

Source : Cour des Comptes européenne

En annonçant en 2023, sous forme de « document préliminaire » pour préparer la Nouvelle France électrique à horizon 2027 et 2032, un plan de développement du réseau, Enedis a souhaité éclairer la préparation de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de troisième génération, le schéma décennal de développement du réseau de transport d'électricité (SDDR) de RTE ainsi que la nouvelle génération de schémas régionaux de raccordement au réseau des énergies renouvelables (S3REnR) coordonnée par ce dernier⁸³. Les trois objectifs affichés par Enedis sont le raccordement (en basse ou moyenne tension) des nouveaux producteurs et des points diffus de recharge des véhicules, le renforcement de l'infrastructure (pour faire face aux charges) et le renouvellement (modernisation, résilience). L'opérateur rappelle à cette occasion que :

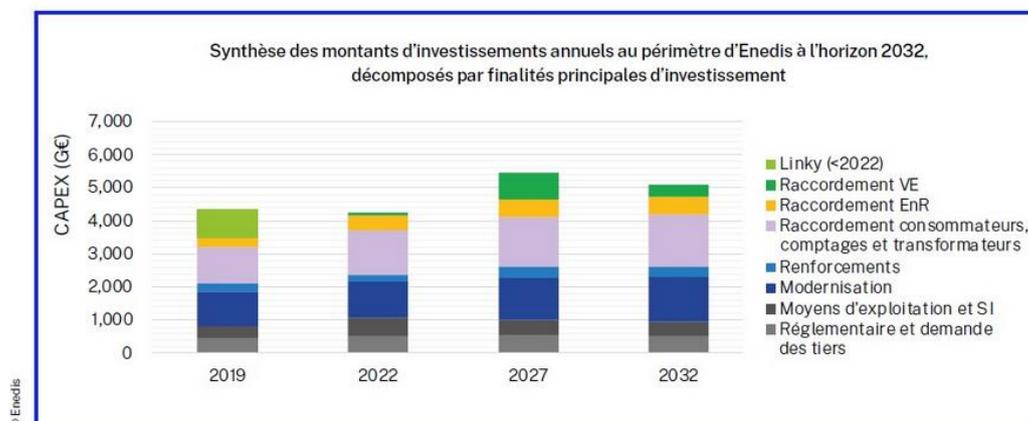
- l'unicité du réseau garantit une **formule tarifaire d'acheminement identique dans toute la France**,
- la **péréquation tarifaire** assure la solidarité entre territoires exportateurs d'Enr et territoires de consommation,
- la **mutualisation** permet d'optimiser et de séquencer les investissements dans le temps long (la durée de vie moyenne des équipements est de 40 ans), pour garantir la fiabilité du réseau au meilleur coût.
- **95% des contrats de concession avec les communes ont été renouvelés** pour 25 à 30 ans.

⁸¹ Si le montant global du programme pluriannuel est très impressionnant, il doit néanmoins être précisé que l'opérateur porte ordinairement des volumes d'investissement déjà très élevés. L'effort supplémentaire d'Enedis représente environ un milliard d'euros par an sur la durée de son plan fixé à l'horizon 2032, sachant que ses dépenses annuelles d'entretien et d'extension étaient déjà de l'ordre de 4 milliards d'euros au cours de la décennie passée.

⁸² Les entreprises locales de distribution (ELD) intervenant dans l'électricité sont environ 130 et desservent 3,8 millions d'habitants environ. Elles peuvent à la fois distribuer l'électricité et jouer un rôle de fournisseur. En cas de défaillance d'une ELD, Enedis est chargée de reprendre l'activité.

⁸³ Enedis, *Plan de développement du réseau*, Document préliminaire 2023, 184 p.

Le pic d'investissement du programme est prévu en 2027 (5,5 milliards d'euros). Les objectifs affichés au sein du plan sont de passer de 0,8 million à 13 millions points de charge pour véhicule électrique, de 16 GW à 28 GW la puissance éolienne raccordée et 12 GW à 42 GW la puissance issue de centrales solaires ; objectifs calés sur la programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2028.



Source : Enedis

La dimension « bi-directionnelle » du réseau fait d'Enedis le grand opérateur du raccordement des producteurs qui doit le planifier dans des délais les plus restreints possibles en tenant compte des priorités des pouvoirs publics nationaux et locaux. Alors que le distributeur opérait naguère la phase aval du système électrique, il se retrouve repositionné en amont, au contact direct d'une production très diffuse. Les postes sources qui assurent l'interface entre transport et distribution sont à repenser très largement pour « remonter » de l'électricité à partir du réseau de distribution (on parle de « refoulement » lorsque le flux va du bas vers le haut). Les réseaux à déployer sont différents d'une part mais ce sont également les nouveaux producteurs à raccorder qui ont changé de nature, dans un contexte très concurrentiel et évolutif. L'opérateur est soumis à des règles de prudence et doit arbitrer ses investissements sur le fondement d'informations vérifiables et robustes avant de délivrer les accès au réseau. Il est également confronté à des enjeux d'équité dans les tarifications des coûts de raccordement. Les schémas régionaux de raccordement (S3REnR) sont justement chargés de définir les règles du jeu et les priorités même si c'est au risque de rallonger certains délais de procédure⁸⁴. L'opérateur se veut de fait très attentif aux signaux tarifaires qui agiront sur le « design » des demandes de raccordement, sur leur nombre et leur géographie, de manière à assurer la soutenabilité de son plan de charge et la maîtrise globale des coûts qui seront *in fine* repercutés sur le TURPE⁸⁵.

Soumis prochainement à un débat public piloté par la Commission nationale (CNDP), le projet de **schéma décennal de développement du réseau (SDDR) présenté en février 2025 par RTE**, le gestionnaire du réseau de transport de l'électricité, traduit également à l'horizon 2040 un **plan d'investissement évalué à 100 milliards d'euros** pour accompagner l'électrification de l'économie et de nouveaux usages. Il intègre notamment les raccordements des futures centrales nucléaires et de nouveaux parcs éoliens de grande puissance (18 GW prévus par le projet de PPE), la desserte des zones industrielles à forts enjeux de décarbonation, où se concentrent des activités électro-intensives et les projets d'électrolyseurs (hydrogène), ainsi que l'alimentation des centres de données numériques (data centers)⁸⁶.

Dans son projet de SDDR sont notamment visées en priorité les **trois grandes zones industrialo-portuaires de Dunkerque, du Havre et de Fos-sur-Mer** ainsi que sept autres zones d'activité économique (Saint-Avold, Sud Alsace, Vallée de la chimie, Plan-de-Campagne, Loire-Estuaire, Sud Ile-de-France, Valenciennes). Plus de la moitié du plan d'investissement (53 milliards d'euros) est orientée vers ces installations d'envergure. Pièce centrale de la stratégie française de réindustrialisation, le plan de RTE s'inscrit dans une hypothèse haute de besoins futurs d'électricité et incite à la relocalisation d'activités industrielles, notamment de celles nécessaires aux transitions énergétiques (câblers, fabrication d'éoliennes...). Le réseau existant des lignes à haute tension ou très haute tension chargées de transporter l'électricité sur longue distance doit être par ailleurs renouvelé pour faire face à

⁸⁴ Ivan Saillard, « Planification électrique : une histoire d'œuf et de poule », Le Monde de l'énergie, 8 juin 2022.

⁸⁵ Dans sa contribution à la concertation sur l'énergie et le climat lancée par le gouvernement (cahier d'acteur n°325) souligne la dimension « assurantielle » du réseau qui a vocation à être renforcée y compris en cas de fort essor des pratiques d'autoconsommation. Le système de tarification de l'usage du réseau devra être adapté à cette nouvelle équation.

⁸⁶ RTE explique que 65 000 pylônes ont entre 70 et 105 ans et vont être exposés aux aléas climatiques. Un tiers des lignes aériennes sont ou seront exposées aux fortes chaleurs. 20% des postes électriques le seront aux crues et inondations. La géographie du réseau doit également évoluer pour tenir compte de nouveaux besoins et faire face à des risques de congestion sur la haute tension.

son vieillissement et adapté aux incidences météorologiques du changement climatique. Le plan prévoit une régénération de 23 500 km de lignes et 85 000 pylônes mais aussi une modernisation du système de contrôle commande. 24 milliards d'euros seront mobilisés sur cette action de modernisation.

A raison d'un effort annuel de 6,25 milliards d'euros sur une durée de 16 ans, **RTE a déclaré fournir un effort multiplié par quatre par rapport à son plan précédent de 2014**, en anticipant une consommation d'électricité nationale de 580 à 640 TWh en 2035 (pour 475 TWh en 2019) et des capacités d'alimentation de nos voisins européens. L'entreprise a néanmoins précisé que l'effort d'investissement nécessaire en France restait plus modeste que celui auquel se préparent l'Allemagne (250 milliards d'euros d'ici 2037) ou le Royaume-Uni (150 milliards d'euros programmés).

L'enjeu capital du TURPE

Créés en 2000, les tarifs d'utilisation des réseaux publics d'électricité (Turpe) servent à rémunérer les gestionnaires des réseaux de transport (RTE) et de distribution (Enedis ou entreprises locales) pour entretenir les infrastructures d'acheminement (lignes à haute tension ou moyenne tension, postes sources...) du lieu de production au lieu de consommation. Considérés comme des **infrastructures dites « essentielles » relevant de « monopoles naturels »**, les réseaux échappent aux règles de concurrence et s'inscrivent dans le prolongement de la puissance publique. Les tarifs qui les rémunèrent sont définis sous le contrôle de la Commission de régulation de l'énergie (CRE) qui évalue leurs besoins de financement. L'importance capitale du réseau dans le fonctionnement du système électrique national, invité à doubler son rôle dans le mix énergétique français, fait du Turpe un des vecteurs clefs de la planification écologique. Répercuté sur la facture du consommateur, à l'instar des soutiens aux énergies renouvelables, il a vocation à augmenter pour financer les chantiers d'extension et de renforcement du réseau programmés par RTE et Enedis. Les modulations tarifaires introduites entre types d'usages et horaires de consommation jouent également un rôle central dans le pilotage de la demande. Le Turpe représente d'ores et déjà 20 à 30% de la facture d'un client résidentiel, ce qui en fait une composante majeure du « signal prix ».

En mars 2025, **la CRE a publié la nouvelle tarification (Turpe 7)** qui entrera en vigueur le 1^{er} août et couvrira la période 2025-2028. Cette tarification tient compte des orientations énergétiques nationales et des résultats d'une longue concertation conduite avec les parties prenantes. Elle passe par une augmentation moyenne des tarifs de 7,7% (anticipée dès le mois de février via la régularisation de Turpe 6) afin de répondre aux besoins de financement des gestionnaires de réseau pour leurs dépenses prévisionnelles d'investissement (de 2,1 milliards d'euros en 2023 à 6,2 milliards d'euros en 2028 pour RTE et de 5 milliards d'euros en 2023 à 7 milliards d'euros en 2028 pour Enedis) liées aux augmentations des raccordements, à l'adaptation au changement climatique et à la modernisation du réseau, au développement de l'éolien en mer. La CRE a maintenu pour la nouvelle période le même coût moyen pondéré du capital (CMPC) pour RTE et la rémunération d'Enedis basés sur des principes identiques au Turpe précédent, en assurant « *une rémunération raisonnable des capitaux investis* ». La CRE souligne que les dépenses supplémentaires des gestionnaires de réseau seront partiellement couvertes par la hausse des recettes liées aux raccordements des nouvelles installations pour Enedis et aux recettes d'interconnexions pour RTE.

En termes de modulations tarifaires, la CRE a prévu de revoir **le dispositif des heures pleines/heures creuses (HP/HC⁸⁷)**, qui distingue à ce jour essentiellement les heures creuses nocturnes des heures de la journée, pour déplacer davantage d'heures creuses vers les plages horaires de milieu de journée et surtout de l'après-midi en période estivale lorsque les productions d'énergie solaire sont très abondantes. La Corse, suivie de la Réunion, sont les premières régions à expérimenter le nouveau dispositif. Des tarifications favorables seront également proposées aux grands sites d'injection-soutirage pour leur contribution à l'équilibre offre-demande. Du côté des rémunérations des gestionnaires de réseau, des incitations à la performance sont prévues pour l'efficacité de leurs investissements et l'amélioration des délais de raccordement.

En ajoutant la contribution française à ce plan européen de renforcement des interconnexions entre Etats membres, les différents programmes d'investissement sur le réseau électrique devraient atteindre plus de 240 milliards d'euros, soit environ **16 milliards d'euros par an répercutés sur le Turpe**, au risque d'un renchérissement du prix de détail de l'électricité. Un renchérissement qui peut sembler contradictoire avec la volonté de promouvoir l'électrification des usages et rentabiliser rapidement les investissements privés tant dans la rénovation des logements (pompes à chaleur, radiateurs et plaques de cuisson...) que dans l'acquisition de véhicules électriques.

⁸⁷ Le système de tarification HP/HC est choisi en 2025 par 14,5 millions de foyers. 8,8 millions ont placé leurs heures creuses sur la seule période nocturne.

2.3. Financer les énergies renouvelables thermiques

A l'horizon 2050, 46% des consommations énergétiques finales des Français resteraient fondées sur des énergies autres que l'électricité en cas de déploiement fidèle de la trajectoire prévue par le projet de PPE. Les principales énergies seraient liées à la production de chaleur (qui représente 43% de nos consommations finales d'énergie en 2024) à travers notamment :

- le **bois énergie**, qui est la première énergie renouvelable à ce jour mais dont le potentiel sera progressivement limité par les concurrences d'usage sur la biomasse (et les enjeux de séquestration du carbone cf. chapitre 7). Des équipements plus performants peuvent néanmoins améliorer le rendement énergétique à consommation constante.
- les **pompes à chaleur (PAC)** dont le fonctionnement repose sur une source électrique mais pour en démultiplier le flux énergétique et produire de la chaleur (ou du froid),
- les installations de **géothermie**,
- la **récupération de chaleur fatale** (usines d'incinération, stations d'épuration, datacenters...) pour alimenter les réseaux de chaleur ou des équipements collectifs.

Le graphique suivant, extrait du projet de programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), illustre à l'horizon 2035 les progrès attendus des énergies renouvelables pour produire de la chaleur.

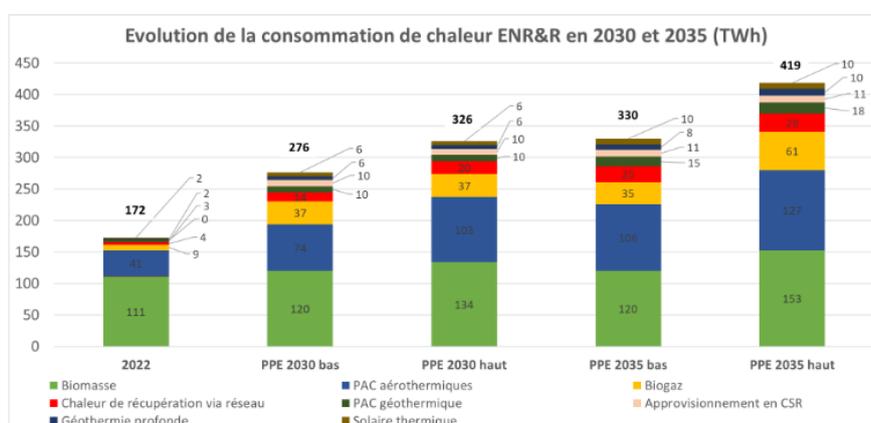


Figure 18. Evolution de la consommation de chaleur ENR&R jusqu'en 2030 et 2035

Source : projet de PPE

Alimentés en partie par des sources fossiles, les **900 réseaux de chaleur urbains** sont engagés dans des stratégies actives d'extension et de décarbonation en mobilisant diverses sources d'alimentation : biomasse (bois énergie, déchets agricoles...), récupération de chaleur fatale (incinérateurs, usines...), géothermie, stations d'assainissement...⁸⁸. Environ les deux tiers du flux énergétique de ces réseaux reposent aujourd'hui sur des EnR.

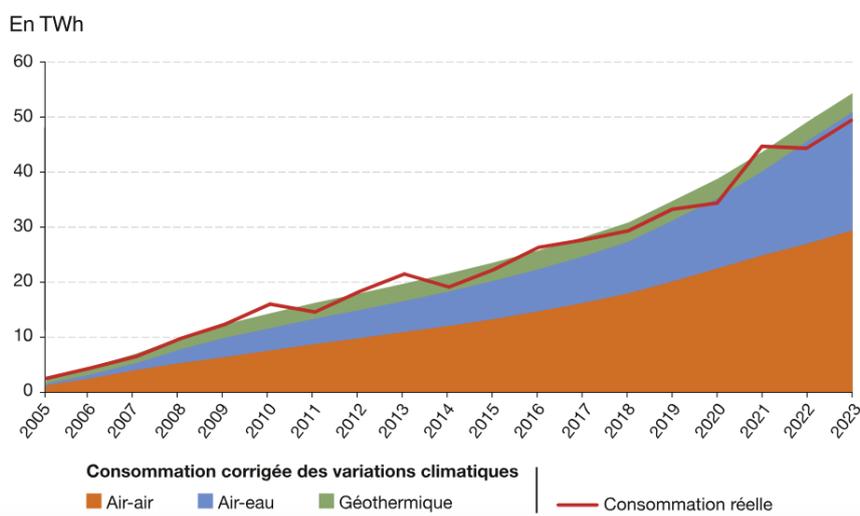
Le potentiel d'expansion, notamment dans les zones denses, est encore important ; seulement 10% des bâtiments sont alimentés en France par des réseaux contre deux tiers au Danemark. La stratégie française est de raccorder environ 360 000 logements supplémentaires par an avec un objectif de 6 à 7 millions de logements desservis en 2035 (contre 1,3 million en 2020). De nombreuses expériences témoignent d'une importante baisse de facture pour les ménages et des valorisations, au profit des collectivités, de ressources jusque-là « orphelines ». **Le modèle économique de ces réseaux est aujourd'hui exposé à la baisse des besoins de chauffage** (notamment lors des hivers doux), aux succès des **efforts de sobriété** et à des **frais d'infrastructures élevés** (maintenance, entretien, travaux de raccordement...) qui représentent d'importants coûts fixes. Pour autant, la production directe par une collectivité de sa propre énergie permet de retrouver des modèles équilibrés, notamment en mobilisant des énergies de récupération.

Que ce soit pour équiper des logements individuels, des bâtiments tertiaires, voire certaines installations industrielles, les **pompes à chaleur (PAC)** constituent un **levier majeur de la décarbonation du mix énergétique** tout en contribuant à la baisse des consommations globales. Leur essor fulgurant depuis une vingtaine d'années a largement contribué au respect de la trajectoire française de décarbonation, en se substituant souvent à des modes de chauffage très émissifs. Résiduelle il y a une quinzaine d'années, leur production atteint désormais environ près

⁸⁸ Intercommunalités de France, *Financement des réseaux de chaleur et de froid dans un objectif de sobriété et de sécurité énergétiques*, Résultats d'une enquête, Juin 2024, 15 p.

de 50 TWh. Il est attendu d'elles une production de 106 TWh à 127 TWh dans une décennie, soit un doublement de leur contribution à l'ensemble de la chaleur décarbonée.

La production croissante des pompes à chaleur (PAC)



Source : Ministère de la transition écologique, SDES

Une installation de PAC voit son retour sur investissement fortement majoré lorsqu'elle est accompagnée d'une rénovation performante. La rentabilité des installations est de fait intimement corrélée à plusieurs facteurs :

- Le **coût** des équipements (fortement orienté à la baisse),
- La **performance thermique** de l'immeuble,
- Le **flux énergétique initial** que la PAC vient remplacer,
- Les **températures extérieures** (notamment pour les PAC aérothermiques),
- Le **prix de l'électricité**,
- Le **coefficient de rendement** de la PAC.

Le **modèle économique des pompes à chaleur** repose sur la baisse de facture d'énergie attendue une fois installée, sur des durées d'amortissement qui varient selon la qualité de l'équipement. Des aides publiques ciblées à travers MaPrimeRenov' ou les certificats d'économie d'énergie, considérées comme coûts-efficaces par les évaluations, ont favorisé leur déploiement à grande échelle. Plus d'un million de pompes à chaleur sont désormais installées chaque année. Malgré la fin de leur éligibilité aux aides de l'ANAH, 800 000 pompes à chaleur air-air ont été achetées en 2024, ce qui témoigne de la maturité du marché. Les aides publiques sont réorientées vers les pompes à chaleur air-eau ou géothermiques et vers des **soutiens aux industriels pour relocaliser en France la production**, avec pour objectif d'atteindre un million de pompes à chaleur produites en France dès 2027. Des progrès des matériels sont attendus pour favoriser leur installation dans des immeubles collectifs, en réduisant leur taille, le bruit émis, tout en améliorant leur ergonomie et en réduisant le poids des fluides frigorigènes. Les pompes à chaleur hybrides, alimentées alternativement par de l'électricité et du gaz (potentiellement décarboné), sont a priori prometteuses pour améliorer les rendements durant les périodes de froid et gagner en rentabilité, avec de nombreuses opportunités de déploiement dans les parcs tertiaires.

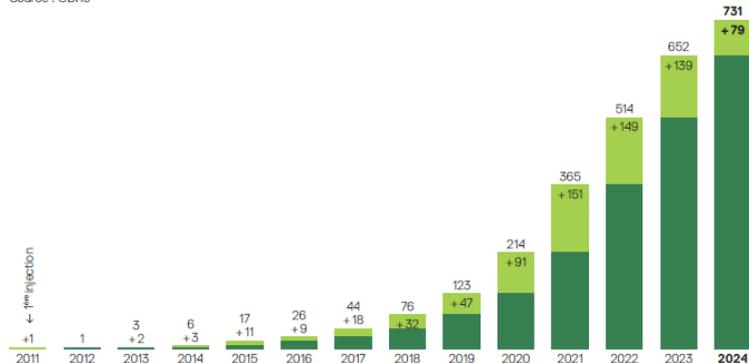
Le sujet complexe du gaz

Représentant une part significative du mix énergétique actuel (18%), tant pour produire de la chaleur que pour d'autres usages (cuisson, procédés industriels...), le gaz est aujourd'hui très largement d'origine fossile. Même s'il est moins émissif que le charbon ou le pétrole, **le gaz naturel doit voir sa consommation très fortement réduite à l'horizon 2050**. La montée des prix liée à la crise ukrainienne a déjà provoqué un effort notable de sobriété et une baisse des consommations (de 474 TWh en 2021 à 361 TWh en 2024). A moyen terme, le gaz importé a vocation à se voir **remplacé par du biogaz** valorisable sous forme de chaleur, d'électricité ou de biocarburant. Le projet de PPE soumis à la consultation du public prévoit à cet effet une augmentation significative de la production de biogaz au cours des prochaines années, afin de le substituer progressivement au gaz fossile (avec un taux moyen de réduction de 83% des émissions de gaz à effet de serre par unité consommée).

Correspondant à 19,5 TWh de consommation finale en 2023 (dont 9 TWh injectés dans les réseaux de gaz naturel et 3 TWh de production électrique), la production cible est fixée à 50 TWh en 2030, et entre 50 et 85 TWh en 2035. Les interrogations relatives à la disponibilité future de la biomasse ont pour autant conduit à laisser très ouverte la fourchette à l'horizon 2035. L'incitation proposée serait le maintien du tarif d'achat garanti par l'Etat et la mise en place d'un système de soutien extra-budgétaire pour l'injection de biométhane sur le réseau (sous forme de certificat de production de biométhane). **La France recense début 2025 un total de 2021 unités de méthanisation (dont 731 en injection), principalement agricoles**, pour beaucoup de taille moyenne. Après un développement rapide, l'heure est aux interrogations. La Cour des Comptes a alerté, dans un rapport publié en mars 2025, sur le coût élevé des soutiens publics de la filière et les contraintes qu'elle poserait à terme sur la ressource biomasse⁸⁹. Ses conclusions rejoignent en partie les analyses formulées par l'autorité de régulation (CRE) quelques semaines plus tôt⁹⁰ sur le coût élevé pour les finances publiques (1 milliard d'euros) des soutiens publics au regard de taux de rentabilité particulièrement élevés des divers types d'installations⁹¹.

Au cours de l'année 2024, 79 mises en service ont été recensées par les acteurs de la filière, ce qui traduit un début de freinage lié en partie à la modification des tarifs de rachat⁹². Principalement centrés sur la production de biométhane, les objectifs de la nouvelle PPE sont jugés insuffisamment précis et incitatifs sur les nouvelles techniques de production (pyrogazéification, gazéification hydrothermale, « *power to méthane* »).

NOMBRE TOTAL D'INSTALLATIONS EN SERVICE ET ÉVOLUTION ANNUELLE
Source : ODRé⁹²



Source : *Panorama des gaz renouvelables en 2024*

Une solution pour les mobilités lourdes

Le biogaz est une énergie essentielle pour engager la décarbonation des mobilités lourdes, que ce soit sous une forme comprimée (BioGNC) ou liquéfiée (BioGNL). Expérimentée avec des bus dans l'agglomération de Poitiers il y a une vingtaine d'années, **le BioGNV commence à se diffuser pour remplacer la gaz naturel de ville (GNV) traditionnel**. La plupart des agglomérations se sont dotées de bus, cars, bennes à ordures fonctionnant au GNV et au BioGNV. 10 000 bus et cars, 5600 bennes à ordures et balayeuses, 13 500 poids lourds fonctionnant au gaz sont recensés en 2025 dans les mobilités urbaines, la grande distribution, la logistique, les travaux publics. **Le parc français est le plus dense d'Europe**. 370 stations d'avitaillement contribuent au déploiement de la filière, dont les coûts se rapprochent peu à peu du diesel. Le BioGNV devrait être reconnu comme neutre en émissions mais reste sous la menace de l'interdiction complète des moteurs thermiques dans les mobilités lourdes à l'horizon 2040.

⁸⁹ Cour des Comptes, *Le soutien au développement du biogaz*, mars 2025, 259 p.

⁹⁰ Commission de régulation de l'énergie, *Bilan technique et économique des installations de production de biométhane injecté*, Rapport, décembre 2024, 132 p.

⁹¹ Sont en général distinguées parmi les installations de méthanisation le type « agricole autonome » qui valorise au moins 90% de matières issues de l'exploitation ou d'un groupe d'exploitations, le type « agricole territorial » (a minima 50% de matières issues de l'exploitation), le type « industriel territorial » qui valorise des matières issues du territoire mais sans lien nécessaire avec l'exploitation, le « type déchets ménagers et biodéchets » qui valorise les déchets ménagers pour le compte d'une collectivité locale.

⁹² *Panorama des gaz renouvelables en 2024*, mars 2025, 48 p. On notera que les 731 installations recensées en France injectent moins de biométhane sur le réseau que les 258 méthaniseurs de dimension industrielle implantés en Allemagne. En Italie, 96 installations produisent à elles seules près des deux tiers de la production française. De nombreux pays européens ne comportent aucune installation.

Un enjeu de réseau

Souvent centrée sur les seuls coûts de production, l'analyse des performances du biogaz doit également s'élargir à ses **coûts de réseau**. A la différence de l'électricité, le gaz est aisément stockable mais son transport peut coûter très cher s'il n'est pas opéré par canalisations. Le linéaire français du réseau de gaz représente plus de 200 000 km de canalisations appartenant aux communes mais concédées à des concessionnaires locaux ou à GRDF (96% du linéaire). Le réseau de transport est partagé entre l'ancien GRTgaz, filiale d'Engie devenue **NaTran** en début d'année 2025, qui entretient 32 000 km de réseaux, et **Terega**, de rayonnement plus régional dans le sud-ouest de la France (5000 km).

Dans un rapport consacré à l'avenir de l'infrastructure gazière, rédigé sous forme de scénarios, la Commission de régulation de l'énergie (CRE) a évalué entre **6 et 9,7 milliards d'euros les investissements à prévoir sur les réseaux** à l'horizon 2050, soit 200 à 300 millions d'euros par an, pour transporter les excédents de certaines régions très productrices vers les zones de consommation et poursuivre les raccordements des installations nouvelles⁹³. Ce volume d'investissement futur serait beaucoup plus faible que le volume actuel, d'environ 1,3 Md par an. La progression de la production de biogaz s'inscrit dans une trajectoire de baisse globale des consommations de gaz mais accompagnée d'un accroissement de la production domestique décarbonée pour atteindre un « verdissement » quasi-intégral. Selon certains scénarios de la CRE, **une partie des actifs actuels pourrait devenir « libérable » mais dans une proportion assez faible** : quelques installations de stockage, stations de compression, canalisations doubles qui deviendront surdimensionnées, réseaux urbains remplacés par des réseaux de chaleur. Une partie des infrastructures de stockage et de transport pourra être convertie au profit de l'hydrogène alors qu'une autre devra être maintenue pour garantir le transit de gaz pour les échanges intra-européens. Le coût d'entretien des réseaux devrait être amené à décroître mais dans une proportion plus faible que la consommation, ce qui en renchérit le coût par TWh.

Stratégie Hydrogène : l'ambition contrariée

Portées par très fort engouement de l'Etat, des collectivités et des industriels lors des plans de relance, aussi bien en France qu'au niveau international⁹⁴, les filières hydrogène affrontent, à partir de l'année 2024, l'heure du désenchantement. De nombreuses entreprises de la filière se retrouvent, en Europe et ailleurs, en cessation de paiement ou mises en liquidation⁹⁵. Des projets sont annulés ou reportés, les soutiens publics revus à la baisse. Certains observateurs y voient **l'éclatement annoncé de la « bulle » de l'hydrogène** qui a vu se multiplier partout dans le monde des nouveaux fabricants d'électrolyseurs ou de piles à combustible sans que la demande ne soit réellement au rendez-vous. Pour les industriels ou transporteurs, **le coût du mètre cube d'hydrogène bas carbone n'est pas encore accessible** pour leurs modèles économiques. D'autres déplorent l'insuffisante disponibilité de la ressource. Nombre de pionniers mettent en pause le déploiement prévu (trains régionaux dans certains *Länder* allemands comme la Basse Saxe, chantiers de décarbonation de sites industriels reportés...) ou abandonnent leurs projets. Des expertises approfondies, comme celle de l'Académie des technologies, concluent à des besoins en hydrogène moins élevés à l'horizon 2030, principalement portés par les transports aériens et maritimes⁹⁶. La Cour des Comptes souligne le caractère irréaliste de la stratégie française et européenne⁹⁷.

En avril 2025, le gouvernement français publie après concertation une nouvelle stratégie nationale pour l'hydrogène décarboné⁹⁸ qui revoit à la baisse les objectifs annoncés lors de la relance et prévoit une montée en cadence plus progressive. **4,5 GW d'électrolyseurs sont visés en 2030 (eu lieu de 6,5) et 8 GW en 2035 (au lieu de 10)**. Le document dresse néanmoins un bilan positif de la structuration de la filière grâce aux trois milliards d'euros d'aides

⁹³ Commission de régulation de l'énergie, *Avenir des infrastructures gazières aux horizons 2030 et 2050 dans un contexte d'atteinte de la neutralité carbone*, Synthèse, avril 2023, 11 p.

⁹⁴ Le rapport publié en 2019 par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) en vue du G20 au Japon joue un rôle important dans la conversion des stratégies nationales en matière de soutiens à l'hydrogène décarboné. AIE, *The future of hydrogen. Seizing today's opportunities*. Juin 2019, 203 p. Voir la note de la Fabrique écologique, *L'hydrogène bas carbone : une opportunité pour la France et pour l'Europe de l'énergie*, septembre 2022, 75 p.

⁹⁵ Le projet d'usine Elogen à Vendôme est suspendu, l'entreprise Safra à Albi (bus à hydrogène) est placée en redressement, MacPhy fait face à de fortes difficultés financières, la filiale hydrogène Hyvia du groupe Renault et Plug est liquidée... Des liquidations ou cessations d'activités interviennent également ailleurs dans le monde (Nikola, Hyzon, Quantron...), notamment parmi les constructeurs de véhicules.

⁹⁶ Académie des technologies, Avis du 10 avril 2024, « Y aura-t-il trop d'électrolyseurs en 2035 en France pour la demande prévisible ? », 13 p.

⁹⁷ Cour des Comptes, *Le soutien au développement de l'hydrogène décarboné*, juin 2025, 85 p.

⁹⁸ France nation verte, *Stratégie nationale de l'hydrogène décarboné*, avril 2025, 30 p.

déjà mobilisées par les plans France relance et France 2030 ou les programmes européens (projets importants d'intérêt européen commun) : programmes de recherche, usines de production d'électrolyseurs (McPhy, Elogen, John Cockerill, Genvia) ou de piles à combustible pour usages routiers (Symbio), solutions de stockage et transport (Plastic Omnium et Forvia sur les réservoirs, Arkema sur les membranes), structuration de 46 « écosystèmes territoriaux », déploiement de solutions de recharge dans les corridors hydrogène, sites de production massive d'H₂ dans les zones industrielles et portuaires... 4 milliards d'euros d'aides aux filières sont encore programmés, dont un soutien aux véhicules utilitaires légers à hydrogène. La filière industrielle, regroupée au sein de France hydrogène, va saluer cette nouvelle stratégie à la fois claire, priorisée et plus réaliste dans les objectifs à atteindre⁹⁹.

Quelles priorités d'usage ?

Si un certain nombre d'acteurs industriels ou experts considèrent que l'hydrogène décarboné n'a pas de véritable marché, d'autres font preuve de nuances en distinguant les différents usages possibles de ce vecteur énergétique et confirment leur intérêt sous réserve de déployer les solutions en bon ordre. Un premier enjeu industriel est de substituer à la production actuelle d'hydrogène, extrêmement émissive, un hydrogène « propre », profondément décarboné. La méthode principale est de **produire la molécule d'H₂ à partir de l'électrolyse de l'eau**, ce qui nécessite des volumes importants d'électricité bas-carbone et des quantités d'eau conséquentes. S'ils sont parfaitement maîtrisés, ces **procédés restent encore coûteux** et souffrent de déficits de modèles économiques pour « passer à l'échelle ». C'est néanmoins vers cet usage prioritaire que s'orientent les soutiens à la production. Des progrès incrémentaux sont constatés dans les techniques de production mais le coût de la tonne d'H₂ bas carbone reste encore peu compétitif au regard de la tonne d'hydrogène « gris » ou « brun », actuellement utilisé dans les procédés industriels très gourmands en H₂. L'autre usage des solutions H₂ concerne les différentes formes de mobilité. Si l'hydrogène est utilisé comme gaz ou sous une forme liquéfiée dans les usages industriels, il peut être aussi retransformé en électricité via une pile à combustible et alimenter des moteurs tout en ne rejetant dans l'atmosphère que de la vapeur d'eau. Là où la solution tout-électrique se heurte au poids et au coût encore élevé des batteries dès que l'on s'éloigne des mobilités légères, l'hydrogène est une réponse possible pour les modes lourds (bus, cars, camions, camions-poubelles, trains, navires, avions...).

Abaisser les coûts de production

L'essor de l'hydrogène bas carbone est structurellement contrarié par le **coût élevé de production des volumes et des matériels**. C'est ce qui a conduit les spécialistes des coûts d'abattement du carbone à renvoyer sa montée en puissance à la décennie 2030. Pour être transporté et stocké, l'hydrogène doit être liquéfié (transformation qui impose une nouvelle déperdition énergétique) ou extrêmement sécurisé lorsqu'il demeure à l'état gazeux. La finesse de la molécule en fait un gaz très peu dense, le rendant peu maniable à température ambiante. Elle impose également une très forte imperméabilité des équipements (cuves, citernes, réseaux) compte tenu de l'inflammabilité de l'H₂ au contact de l'air. A contrario, **l'hydrogène présente une forte intensité énergétique et peut se combiner avec du CO₂ (industriel ou biogénique) pour être transformé en gaz décarboné (biométhane)**. C'est un usage important prévu par les stratégies de décarbonation de l'industrie à travers les technologies de capture.

L'hydrogène peut être transporté sous forme gazeuse par canalisation sur de très longues distances, entre des zones de production d'énergies renouvelables dans des espaces désertiques (grands parcs photovoltaïques des plateaux d'Afrique du nord par exemple) et des bassins de consommation. **L'hydrogène préserve de fait d'importants potentiels pour les transitions mais doit faire face à des modèles économiques encore en construction**. Les producteurs se plaignent de manquer de visibilité sur les débouchés pour accroître le déploiement des équipements. Un consensus s'est peu à peu établi pour ne pas encourager la mise en service de véhicules légers alimentés en H₂. Les véhicules lourds à hydrogène (bus, camions poubelles...) ont commencé à se déployer dans certains usages et territoires mais avec une dimension encore expérimentale, marquée par des épisodes de suspension ou de report. Le coût unitaire des matériels reste très élevé et appelle une « massification » des commandes.

Enfin, parmi ses usages potentiels, **l'hydrogène est parfois pressenti pour jouer un rôle dans la flexibilité du futur système électrique**, en étant en mesure de recycler les surplus de production d'électricité et d'offrir des solutions de stockage durable. La récupération de l'électricité « fatale », produite dans des périodes de très faible demande et de prix quasi-nuls sur les marchés, permettrait de jouer un rôle d'amortisseur de la volatilité des prix et d'amélioration du facteur de charge des installations tout en baissant le coût de revient de l'hydrogène « propre ». Celui-ci **nécessite pour autant d'être produit par des équipements électrolytiques fonctionnant en continu** et sans changement de fréquence pour être rentables. La production d'hydrogène par procédé électrolytique est ainsi très dépendante du coût futur de l'électron. Les solutions de stockage par batteries ou STEP apparaissent beaucoup plus compétitives.

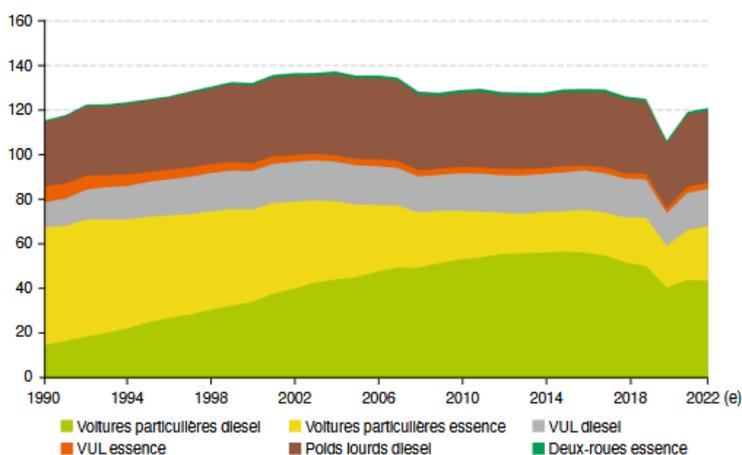
⁹⁹ Voir le communiqué de presse de France hydrogène en date du 16 avril 2025.

Chapitre 3 – Les défis des mobilités bas-carbone

La réduction des émissions liées au secteur des mobilités constitue l'un des principaux enjeux des prochaines années compte tenu du poids de ce secteur dans l'empreinte carbone nationale mais aussi sa très forte inertie liée aux « effets rebond »¹⁰⁰. Pour rappel, le secteur des mobilités (hors secteurs aérien et maritime) représente **120 millions de tonnes eqCO₂** des émissions domestiques de gaz à effet de serre en 2023. Ce volume est quasi-équivalent à celui de 1990 (cf. graphique ci-dessous), ce qui signifie une augmentation de son poids relatif dans le bilan national puisque les autres secteurs sont engagés dans une baisse déjà assez nette de leurs propres émissions. Pour l'année 2024, le secrétariat général à la planification écologique constate à nouveau le retard du secteur des transports par rapport à sa trajectoire de décarbonation (+3% d'émissions par rapport à son objectif-cible).

ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE GES DU TRANSPORT ROUTIER SELON LE TYPE DE VÉHICULE

En millions de tonnes équivalent CO₂ (Mt CO₂ éq)



(e) = estimations préliminaires.

Champ : France entière (métropole + outre-mer inclus dans l'UE = périmètre Kyoto).

Source : Citepa, avril 2023, inventaire au format Secten ; estimations préliminaires pour 2022

Encore **très dépendantes des énergies fossiles**, les mobilités sont par ailleurs confrontées à la croissance soutenue tant des nombres de trajets accomplis que des distances parcourues. Cela vaut pour le trafic passager comme pour le trafic marchandises qui voit se multiplier les flux logistiques, leur fragmentation et les enjeux de desserte fine du fameux « dernier kilomètre » dont la part est élevée au sein des frais d'approche. Cet « effet volume » neutralise les gains d'efficacité des moteurs et des équipements mais aussi les efforts de report modal des trafics vers des transports collectifs peu émissifs. Au-delà des flux énergétiques utilisés pour se mouvoir, le secteur des mobilités voit son empreinte carbone lourdement affectée par les processus de fabrication des équipements (véhicules, infrastructures...) nécessaires aux déplacements.

Les leviers d'action de la planification sont ainsi orientés dans plusieurs directions :

- La **sobriété** par effacement des déplacements contraints ou superflus, par usage mutualisé des véhicules et emport optimisé des transports collectifs,
- Le **report modal vers des solutions bas carbone** pour les courtes distances (mobilité active comme la marche, le vélo ...), les trajets urbains (bus, tramway...) et régionaux (TER, cars...) comme pour les plus longues (TGV, Intercités)
- **L'électrification volontariste des mobilités** en privilégiant des véhicules individuels légers,

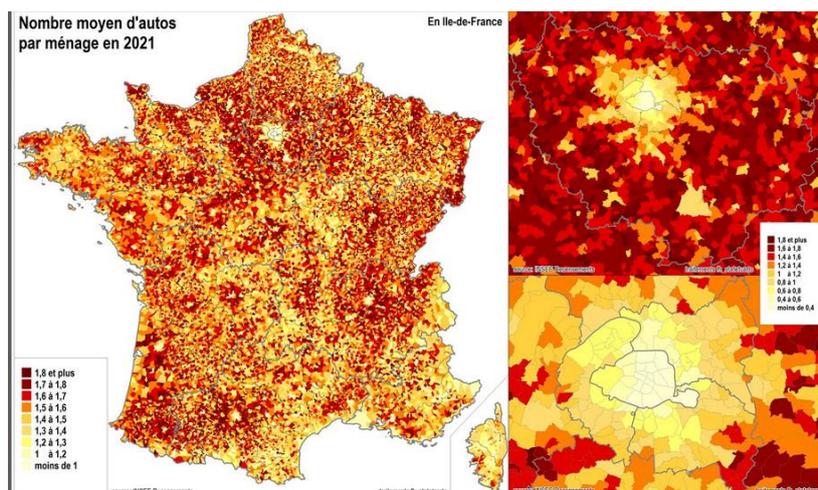
¹⁰⁰ Sur ces sujets de mobilité et de transition voir la thèse d'Aurélien Bigo. *Les transports face au défi de la transition énergétique. Explorations entre passé et avenir, technologie et sobriété, accélération et ralentissement*. Economies et finances. Institut Polytechnique de Paris, 2020.

- La **décarbonation des modes lourds** (camions, engins de chantier ...) et la réduction des émissions dites « apatrides » (trafic maritime international, aviation) à travers des solutions combinant e-carburants, électricité, hydrogène... dans des proportions qui restent encore à définir.

3.1. Les soutiens publics à l'électrification du parc de véhicules

L'électrification des mobilités et le recours à des carburants « verts » restent les principaux leviers d'action pour décarboner les mobilités d'ici 2050. L'atteinte de cet objectif présuppose une transformation progressive des parcs de véhicules en circulation et l'adaptation des systèmes d'alimentation. Comme indiqué dans notre premier rapport, les véhicules électriques en service restent à ce jour peu nombreux bien que leur part ait fortement augmenté dans les bilans annuels d'immatriculations. En analyse en cycle de vie, leurs avantages sont désormais manifestes même si des progrès peuvent encore être accomplis¹⁰¹.

Pour favoriser l'équipement des ménages et soutenir les constructeurs en période d'amorçage, **des aides publiques substantielles ont été consacrées à l'achat de véhicules électriques**. Ces soutiens ont représenté des coûts élevés pour les finances publiques, jugés peu soutenables dans la durée. En 2023, 270 000 ventes de véhicules électriques sur plus de 300 000 ont bénéficié d'un bonus en France¹⁰². Ce bonus écologique a été revu à la baisse après avoir été porté jusqu'à 7000 euros en montant plafond. Tenant compte du revenu fiscal de référence et ne ciblant que des véhicules de moins de 47 000 euros, ce bonus est désormais plafonné à 4000 euros (pour un revenu fiscal de référence inférieur à 16 300 euros). Par ailleurs un microcrédit peut être garanti par l'Etat à hauteur de 50%. Enfin, un dispositif de location longue durée, de 100 euros par mois (jusqu'à 150 euros pour les modèles familiaux), a été expérimenté en 2024 mais suspendu dès la mi-février, victime d'un succès qui a épuisé en quelques semaines les enveloppes financières prévues. Les primes pour conversion électrique d'un moteur thermique ont également été distribuées durant plusieurs années avant de disparaître. Les baisses des soutiens ont temporairement freiné la progression des ventes de véhicules électriques et leur part dans les immatriculations¹⁰³.



Source : François Hamet, Insee

Ces différents soutiens publics, complétés par des offres des collectivités locales, ont représenté au cours des dernières années un **effort subventionnel important**, qui a franchi les deux milliards d'euros en 2024 et imposé un recentrage des priorités. Les aides d'amorçage restent néanmoins pertinentes pour structurer les filières, influencer le « design » de l'offre et orienter les forces de marché. Elles sont financées par des mécanismes de « malus écologique » qui rétroagissent, d'une manière ou d'une autre, sur les coûts des mobilités même si leurs impacts ont vocation à décroître. Les évaluations du plan de relance ont conclu à un **rôle important (40%) du bonus-malus dans la progression de la part de marché des véhicules électriques**, mais au prix d'un coût élevé pour les finances publiques (600 euros par tonne évitée de CO²). Les ventes restent encore centrées sur les

¹⁰¹ Cédric Philibert, *Electric vehicles : a strong and still understated performance*, IFRI memo, mars 2024, 10 p.

¹⁰² L'Allemagne a de son côté interrompu fin 2023 les dispositifs de soutien.

¹⁰³ Selon les données du secrétariat général à la planification écologique, le rythme d'électrification du parc accuse environ un an de retard par rapport à la trajectoire de référence (avec 300 000 véhicules électriques en moins). Le pourcentage dans les immatriculations retombe sous le seuil de 20% début 2025 alors qu'il était attendu au-dessus de 25%. SGPE, *Revue d'avancement de la planification écologique dans les transports*, avril 2025, 23 p.

particuliers de catégories sociales supérieures, malgré la bonification des aides qu'offrent les barèmes aux ménages plus modestes et le retour plus rapide sur investissement¹⁰⁴.

Les coûts d'abattement dans les mobilités selon la Commission Criqui

Le rapport spécifique de la Commission Criqui consacré à la décarbonation des mobilités propose une analyse comparée des « coûts d'abattement » des catégories de véhicules à différents horizons temporels. L'avantage comparé des citadines électriques est élevé en début de période mais tend à se réduire à partir de 2030 par rapport à des modèles hybrides. **La rentabilité socioéconomique des véhicules électriques est dépendante de leur usage et des co-bénéfices apportés en matière de pollution de l'air et de bruit**, notamment dans les contextes urbains. Elle dépend également de la vitesse de déploiement de l'infrastructure de recharge et de son efficacité. Si les coûts d'abattement entre véhicules électriques et hybrides tendent à converger, les seconds ne peuvent pour autant jouer qu'un rôle transitoire pour s'inscrire dans la trajectoire de neutralité carbone.

Tableau 1 – Coûts d'abattement en budget carbone à différents horizons selon le scénario énergétique et l'évolution du prix d'achat du véhicule (en €/tCO₂eq)

	Prix des énergies Prix du véhicule	2020		2025		2030		2040	
		AIE-AME	AIE-DD	AIE-AME	AIE-DD	AIE-AME	AIE-DD	AIE-AME	AIE-DD
Citadine hybride	-6 % en 2040	332	360	220	264	137	192		
Berline hybride	-7 % en 2040	307	338	225	273	186	245	158	228
Citadine électrique	-18 % en 2040	279	311	225	275	220	262	206	279
	-25 % en 2040	279	311	218	268	202	264	158	232
Berline électrique	-21 % en 2040	413	448	284	338	252	319	238	319
	-29 % en 2040	413	448	272	326	199	266	106	187
Véhicule hydrogène	-20 % en 2040	1025	1055	962	1008	934	992	838	907
	-40 % en 2040	1025	1055	880	926	749	807	410	480

Lecture : ce tableau présente le coût d'abattement socioéconomique « en budget carbone » des différents véhicules, selon la baisse envisagée du prix d'achat du véhicule à l'horizon 2040 et le scénario retenu pour les prix de l'énergie. « AIE-AME » est le scénario « avec mesures existantes » établi par l'AIE ; « AIE-DD » est le scénario de l'AIE dans lequel les pays mettent en œuvre les mesures nécessaires pour limiter la hausse des températures à 2 °C. Les chiffres en bleu et orange représentent respectivement les options les moins chères et les plus chères à chaque horizon de temps. Pour les véhicules électriques, la première hypothèse de baisse de prix correspond à la moyenne des estimations de la littérature, la deuxième est plus volontariste. Sur le véhicule hydrogène, en l'absence de projection des coûts à l'horizon considéré, nous avons retenu des hypothèses *ad hoc* plausibles.

Source : calculs des auteurs

Source : Commission Criqui, *Les coûts d'abattement, partie 2 Transports, juin 2021, 90 p.*

En ce qui concerne les **biocarburants**, la Commission se montrait très réservée quant à leur emploi à vaste échelle dans les mobilités individuelles, que ce soit en substitut de l'essence ou du diesel. Reprenant les analyses approfondies de l'INRA¹⁰⁵, elle mettait en garde contre le **risque de compétition dans l'usage des sols entre productions énergétiques et alimentaires** (biocarburants dits de « première génération ») ou de réorientation des exploitations (biocarburants de « deuxième génération »). Les émissions de gaz à effet de serre de ces carburants biosourcés doivent également intégrer les émissions induites par leur cycle de production. D'autres inconvénients majeurs étaient identifiés en matière de consommation d'eau et de disponibilité globale de la biomasse, ce qui a conduit la Commission à **recommander un usage sélectif des biocarburants** en faveur de mobilités sans réelle alternative, notamment le transport aérien afin d'accompagner la feuille de route française pour le déploiement de biocarburants aéronautiques durables¹⁰⁶. La Commission a plaidé dans le même sens en matière d'usage de l'hydrogène bas carbone en matière de mobilités, soulignant ses coûts d'abattement très élevés, et ce sans doute durablement (jusqu'à environ 2040).

¹⁰⁴ Sylvain Montout et Alice Robinet, « *Le soutien aux véhicules électriques est-il adapté ?* », France stratégie, la note d'analyse n°139, juin 2024, 16 p.

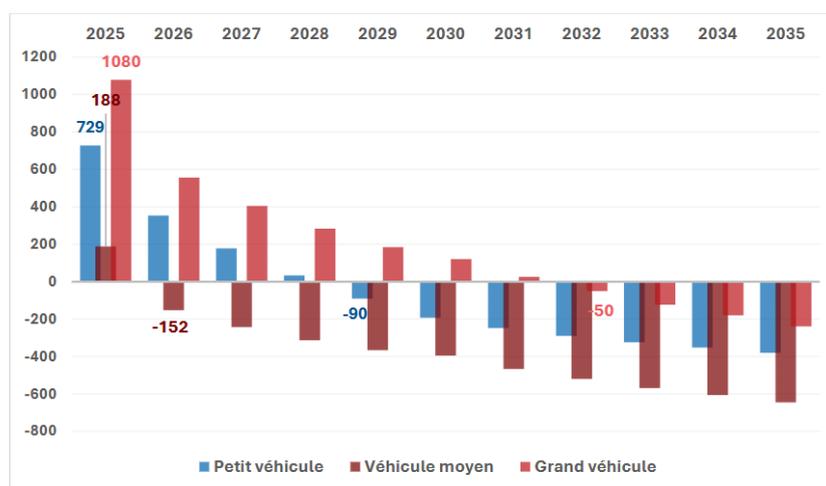
¹⁰⁵ INRA, *Effets environnementaux des changements d'affectation des sols liés à des réorientations agricoles, forestières, ou d'échelle territoriale. Une revue critique de la littérature scientifique*. Synthèse du rapport d'étude, mars 2017, 68 p.

¹⁰⁶ Présentée par quatre ministères en 2020, cette feuille de route visait des taux d'incorporation de 2% en 2025 et 5% en 2030 de biocarburants dans les 8 millions de tonnes de carburants aéronautiques consommés en France avec une cible de 50% à l'horizon 2050.

Le coût-efficacité des soutiens à l'acquisition de véhicules électriques peut être en tout état de cause optimisé sous réserve d'opérer un repositionnement industriel privilégiant la mise en marché de véhicules individuels moins chers et plus sobres. C'est ce qui est attendu en Europe avec l'annonce de modèles de moins de 20 000 euros à partir de 2026. La Cour des Comptes, à l'instar de nombreux spécialistes, mentionne l'enjeu de **cibler les aides sur l'acquisition de véhicules plus légers**, de prix accessibles, à la fois moins consommateurs d'électricité mais surtout de plus faible empreinte matière (métaux critiques pour les batteries et l'informatique, acier, verre...) et de recyclabilité supérieure¹⁰⁷. Le « surcoût » à l'achat du véhicule électrique, à modèle comparable, est encore significatif mais décroissant dans la plupart des gammes¹⁰⁸. Il doit être rapproché du coût à l'usage, tributaire des prix comparés des sources d'énergie (carburant et électricité) mais aussi d'autres paramètres encore évolutifs (prix des pièces détachées, coûts des réparations...).

Les comparaisons effectuées par *UFC Que choisir* sur les coûts de possession (achat + usage) tournent déjà à l'avantage des véhicules électriques¹⁰⁹. Pour être correctement analysé et comparé, le coût de possession doit intégrer l'évolution assez rapide des prix d'acquisition des véhicules, les systèmes de pénalités (« malus ») ou de subventions qui les influencent fortement, mais aussi la sensibilité des coûts d'usage à la volatilité des prix des carburants et des coûts de recharge des batteries. En analyse de cycle de vie, les coûts de possession sont également sensibles à la durée d'amortissement d'un véhicule, à sa longévité, à sa réparabilité, à ses coûts d'entretien. Les versions thermique et électrique de mêmes modèles peuvent ainsi présenter des écarts de coûts de possession très différents selon les périodes et les cycles des marchés de l'énergie mais aussi entre pays voire entre marques. La **désirabilité des citadines électriques** reste encore à assurer dans les campagnes de promotion publicitaire et par un marketing adapté (notamment le retour à du « *vintage design* » évocateur de modèles historiques de type R5 et 4L) mais elle peut être appuyée par des tarifications privilégiées en matière de péages, de stationnement, de polices d'assurance. La bonification des véhicules électriques légers peut pleinement se justifier par leurs plus faibles externalités négatives en termes d'émissions mais aussi d'usure des routes et d'emprise au sol.

FIGURE 1 : DIFFÉRENCE ENTRE LE COÛT TOTAL DE POSSESSION D'UNE VOITURE ÉLECTRIQUE ET D'UNE VOITURE ESSENCE POUR LE PREMIER PROPRIÉTAIRE (€2024/AN, PENDANT QUATRE ANS)



Source : UFC Que choisir

La priorité serait d'inverser les tendances à l'augmentation du poids moyen des véhicules mis en marché, le poids des batteries étant élevé et exerçant des effets induits sur les autres composants (pneus, châssis...). Un SUV électrique consomme aujourd'hui 93% de son énergie à transporter son propre poids. Un véhicule moyen vendu en Europe dépasse les deux tonnes et a gagné 610 kg entre 2010 et 2023. La mauvaise coordination des réglementations européennes a paradoxalement conduit à favoriser cette hausse des prix et cette prise de poids. **Le marché a été artificiellement déporté vers des véhicules chers**, aux impacts environnementaux supérieurs

¹⁰⁷ Marc Alochet, Bernard Jullien, Samuel Klebaner et Tommaso Pardi, *Légère et abordable : les clés d'une voiture électrique à succès*, La Fabrique de l'industrie, 2025, 128 p. Jean-Philippe Hermine, Julien Beltoise, Thomas Uthayakumar, *Produire les citadines électriques en France : pourquoi est-ce pertinent et possible ?*, Institut mobilités en transition-IDDRI, Fondation pour la nature et l'homme, 2024, 64 p. Voir aussi Terra nova, Jean-Philippe Hermine, *Fin du véhicule thermique : pourquoi et comment y parvenir ?*, 16 avril 2024, 33 p.

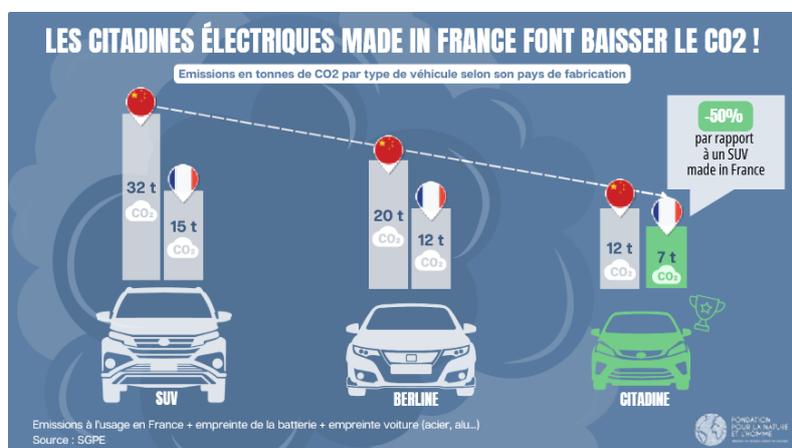
¹⁰⁸ Le bonus-malus écologique et la prime à la conversion contribuent à réduire les écarts en rentabilisant, avec les plus faibles coûts d'usage, l'investissement sur 3 à 6 ans pour les ménages modestes, et sur dix ans pour les plus aisés. Cf. Sylvain Montout et Alice Robinet, *op.cit.*

¹⁰⁹ UFC Que choisir, *Coût d'usage des véhicules. La fin des idées reçues sur la voiture électrique*, Juin 2021, 25 p.

(extraction de matière, consommation énergétique, usure des infrastructures, emprise au sol des stationnements...). De fait, des propositions nombreuses et documentées sont formulées pour tenir ensemble plusieurs objectifs, parfois mis en tension, mais potentiellement convergents :

- **L'enrichissement des catalogues** des marques en véhicules accessibles (segments dits A et B)¹¹⁰,
- La **relocalisation en France d'une partie de la chaîne de valeur industrielle** de véhicules électriques (moins intensive en coûts du travail mais dépendante du prix futur de l'électricité et de la capacité de mobilisation d'usines existantes)¹¹¹,
- **La réduction de l'empreinte carbone** des véhicules¹¹²,
- **La dégressivité des soutiens publics** à la production et à l'achat.

Les stratégies des constructeurs européens (pour augmenter leurs marges par unité produite plutôt que les volumes) ainsi que les réglementations de l'Union ont massivement privilégié la production de berlines ou de SUV au cours des quinze dernières. La part des nouveaux modèles de moins de 1100 kg, qui était de 47% en 1980 (et 92% pour les marques européennes), n'est plus que de 2% (40% pour les marques de l'UE) en 2020. **Un réinvestissement industriel en faveur de modèles légers peut multiplier les avantages et s'avérer efficace en termes de compétitivité-prix** par rapport aux marques asiatiques. Dans la logique de la directive CRSD et des analyses des « scope 3 » (intrants), l'introduction début 2024 d'un score environnemental, tenant compte du contenu carbone et de l'empreinte matière des véhicules, permet un meilleur ciblage des aides publiques au profit des véhicules performants.



Source : SGPE

Des stratégies industrielles mieux coordonnées au sein de l'Union européenne permettraient d'éviter les concurrences mutuellement destructrices et d'atteindre des effets d'échelle pour les composants à forte valeur ajoutée. Les réglementations reposant sur l'analyse du cycle de vie, d'indices de recyclabilité et de durabilité... sont de nature à encourager ce retour vers des modèles légers. C'est notamment ce que mettent en exergue les rapports produits par la Fabrique de l'Industrie ou l'Institut mobilités en transition mais aussi les évaluations de l'introduction de l'« écoscore », depuis fin 2023, dans le calcul du bonus écologique¹¹³.

¹¹⁰ Alors que 40 modèles de citadines électriques (segments A et B) ont été lancés sur le marché en Europe entre 2018 et 2023, 66 modèles de berlines électriques étaient proposés dans le même temps.

¹¹¹ Située en deuxième position en Europe en 2011 dans les activités de fabrication automobile, la France rétrograde à la cinquième place cinq ans plus tard. Les constructeurs français ferment ou délocalisent de très nombreux sites à la suite de la crise de 2008 et font pression sur les fournisseurs pour les accompagner à l'international. Les prix de revient des véhicules produits en France s'avèrent très peu compétitifs par rapport à l'Espagne, la Slovaquie, la Roumanie... même si certains observateurs font remarquer que cela provient d'un sous-investissement accumulé des constructeurs français sur leurs sites historiques. L'usine ultramoderne de Toyota à Onnaing (Nord), devenue le principal site de production national (plus de 200 000 Yaris Cross produites en 2024), prouve qu'il est possible de produire des véhicules en France à des prix compétitifs. Le rapport de l'Institut Mobilités en Transition montre que les écarts de compétitivité pour produire des véhicules électriques en France, dans le contexte actuel (baisse des impôts de production, hypothèse de convergence des prix de l'électricité autour de 70 euros par MWh, possibilités de subvention...) seraient très réduits avec la Slovaquie (2%) ou l'Espagne (2,5%). La concurrence avec la Chine est très faible sur les segments A et B compte tenu de l'éloignement. Elle exporte surtout dans les segments plus haut de gamme.

¹¹² Un véhicule électrique produit en France produit avec de l'électricité bas carbone réduit d'un facteur 3 l'empreinte carbone d'un véhicule thermique comparable alors que cette réduction n'est que d'un facteur 2 en moyenne dans le monde.

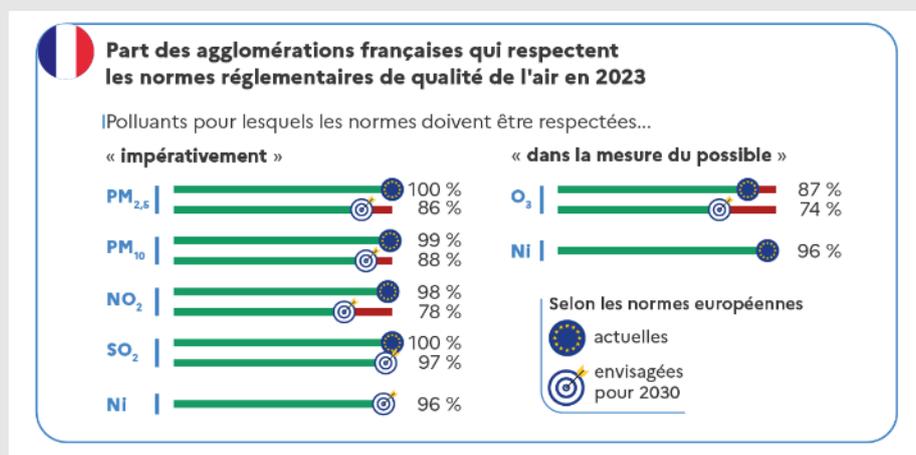
¹¹³ Entre décembre 2023 et décembre 2024, la part des véhicules électriques assemblés en Asie dans les immatriculations en France chute de 53% à moins de 20%. La part des véhicules assemblés en France se redresse de 10% à plus de 30%. Voir SGPE, *op.cit.*

Qualité de l'air : quelle valeur économique de l'action ?

S'il ne se réduit pas à la question des mobilités, l'enjeu de la qualité de l'air dans les agglomérations et un certain nombre de vallées ou corridors routiers lui est néanmoins intimement lié. Le bénéfice induit par l'électrification des parcs de véhicules constitue l'un des principaux leviers d'action sur lesquels comptent les pouvoirs publics, dans le cadre notamment des **zones de faibles émissions (ZFE)**. Les systèmes de chauffage des bâtiments, lorsqu'ils sont liés à des unités de valorisation énergétique de la biomasse (bois, déchets), comme les émissions industrielles (notamment dans les zones industrialo-portuaires de Dunkerque ou Fos), contribuent pour une part non-négligeable aux émissions de particules fines (PM_{2,5}) mais dans une proportion plus faible que les transports (routes, diesel ferroviaire, ports, aéroports...). Sous la pression des directives européennes et de normes de plus en plus drastiques, des progrès ont été réalisés dans un certain nombre de territoires, à l'image de l'Île-de-France dont la pollution de l'air a été divisée par deux en l'espace de 20 ans¹¹⁴.

Enjeu majeur de santé publique, l'amélioration de la qualité de l'air dans les agglomérations passe par le **changement progressif des systèmes de motorisation** (véhicules personnels, utilitaires, modes lourds...), la performance de la chaîne logistique, mais aussi par l'allègement des véhicules. L'abrasion des pneus et systèmes de freinage devient l'une des causes majeures des émissions. Plusieurs dizaines de milliers de décès prématurés sont attribués à des enjeux de qualité de l'air en France, ainsi qu'une accentuation de certaines maladies respiratoires ou neurologiques. Des « effets cocktails » sont en outre constatés entre certains polluants.

Tout en étant distincts, **les enjeux de qualité de l'air et de changement climatique se recombinent néanmoins autour de stratégies territoriales** qui peuvent jouer gagnant-gagnant comme le montrent les travaux d'Atmo France ; le réchauffement ayant tendance à renforcer la gravité des épisodes de pollution atmosphérique. La mise en place des ZFE, même retardée, et l'amélioration des mobilités ont contribué ces dernières années à améliorer la situation. La pandémie covid et la baisse durable des trafics ont provoqué des baisses sensibles d'émissions de polluants. Les normes réglementaires de qualité de l'air actuellement en vigueur sont respectées dans 87 à 100 % des agglomérations selon les polluants. De nouvelles normes réglementaires de qualité de l'air pour la protection de la santé sont envisagées pour 2030. Elles convergent avec les valeurs guides recommandées par l'OMS. Si ces normes s'appliquaient dès maintenant, 78 % des agglomérations françaises les respecteraient déjà pour le NO₂, 88 % pour les PM₁₀, 86 % pour les PM_{2,5} et 74 % pour l'O₃¹¹⁵.



Alors que la production européenne de véhicules électriques s'est fortement orientée à l'origine vers des technologies de batteries NMC (Nickel-Manganèse-Cobalt) ou NCA (Nickel-Cobalt-Aluminium), pourvoyeuses d'une autonomie plus élevée mais exposées à des coûts élevés et à des difficultés d'approvisionnement, il est probable que des **bifurcations s'engagent en faveur des technologies LFP** (Lithium-Fer-Phosphate), privilégiées par les constructeurs chinois, à la fois moins chères, plus sécurisées et à plus longue durée de vie¹¹⁶. Leur plus faible autonomie, liée à une densité énergétique inférieure, peut être compensée par d'importants progrès dans la rapidité des temps de recharge. Des accords ont été passés entre grands constructeurs européens et asiatiques (CATL, LG Energy Solutions...) pour produire en Europe des batteries LFP, notamment pour **équiper**

¹¹⁴ Cf. AirParif, *Bilan de la qualité de l'air en Île-de-France*, 2024, 18 p.

¹¹⁵ Ministère de la transition écologique, *Bilan de la qualité de l'air extérieur en France en 2023*, octobre 2024, 70 p.

¹¹⁶ Lucas Miaillhes, « *Quelle technologie de batterie pour les voitures électriques ? Un dilemme de souveraineté pour l'Europe* », The conversation, 18 novembre 2024.

les véhicules légers. A ce jour, 95% des batteries LFP sont produites en Chine. En termes de souveraineté et d'autonomie, la production de modèles LFP serait beaucoup plus favorable, en économisant le stade de raffinage du lithium (pour le faire passer de carbonate en hydroxyde) ; un processus de raffinage aujourd'hui largement contrôlé par l'industrie chinoise¹¹⁷. A l'inverse, les technologies NFP seraient moins propices à l'essor des filières de recyclage car moins riches en métaux valorisables.

Il apparaît en synthèse que l'électrification des mobilités individuelles multiplie les avantages comparatifs sous réserve d'être accompagnée d'une véritable politique industrielle clairement orientée en faveur des modèles à empreintes faibles¹¹⁸. Elle présuppose un effort important d'investissement public et privé sur l'infrastructure de recharge (densité des stations et bornes, rapidité, coûts), la mise en marché de véhicules à faible empreinte carbone, incorporant une part importante de valeur ajoutée produite en France ou en Europe.

La **rentabilité socioéconomique de cette électrification et son efficacité** au regard de la stratégie nationale bas carbone sont **maximisées par la mise en circulation de véhicules légers**, accessibles au plus grand nombre tant sur catalogue que sur le marché de l'occasion. Les flottes d'entreprises ou des administrations publiques sont susceptibles de créer un important effet de volume pour structurer la filière et élever d'ici 2030 la part des véhicules dans les nouvelles immatriculations. Accroître la vitesse de renouvellement du parc passe également par des mesures incitatives socialement ciblées sur les ménages les plus modestes et les plus dépendants de leurs véhicules pour des trajets quotidiens longs, notamment les mobilités domicile-travail très largement dominées par la voiture et l'autosolisme¹¹⁹.

Décarboner la logistique

La logistique terrestre représente en France **331 milliards de tonnes-kilomètres (données 2023)** soit 5000 tonnes-kilomètres par habitant, principalement assurés par les poids lourds et véhicules utilitaires légers (89%). Une part significative de ce fret s'effectue sous pavillon étranger (40% environ) et, dans de nombreux cas, via un transit décompté dans les émissions territoriales domestiques même s'il ne fait que traverser la France. **Poids lourds (dont bus et cars) et véhicules utilitaires légers (VUL) représentent plus de 40% des émissions totales des transports et 16% des émissions territoriales de GES** soit presque autant que l'industrie. Malgré les progrès des matériels, la multiplication des tonnes-kilomètres s'est traduite, par rapport à 1990, par des émissions en hausse de 11% pour les poids lourds et 35% pour les VUL. Ce secteur est de fait l'un des plus difficiles à décarboner. Par tonne-kilomètre, une baisse de 24% des émissions est certes constatée par rapport à 2001. Ce gain est néanmoins effacé par l'augmentation des flux d'acheminement provoquée, entre autres, par les nouveaux modes de consommation et le e-commerce.

Malgré les ambitions nationales de report modal, **l'hégémonie de la route, mode plus flexible, reste difficile à challenger**. Le fret ferroviaire a poursuivi son déclin depuis la crise pandémique et ne représente plus que 9% des volumes quand le mode fluvial en assure 2%. Les scénarios de reconquête de leurs parts de marché par le fer et la voie d'eau sont ainsi devenus très incertains, au mieux à effets volumes marginaux et sur de longues distances¹²⁰. Or l'augmentation principale des flux et des tonnages-km est surtout constatée sur les trajets courts, éloignés de la zone de pertinence du ferroviaire. Ce constat renforce l'enjeu d'optimiser les flux logistiques routiers et l'empreinte carbone des véhicules chargés des derniers kilomètres. Les modèles à motorisation électrique, à batteries ou à pile à combustible (hydrogène), sont à ce jour extrêmement coûteux à l'achat, quasiment inexistantes en solution de seconde main. Le *Livre blanc* présenté par France logistique, fédération des acteurs de la filière, préconise d'agir sur l'optimisation des distances parcourues par un meilleur maillage des entrepôts et des chaînes optimisées à

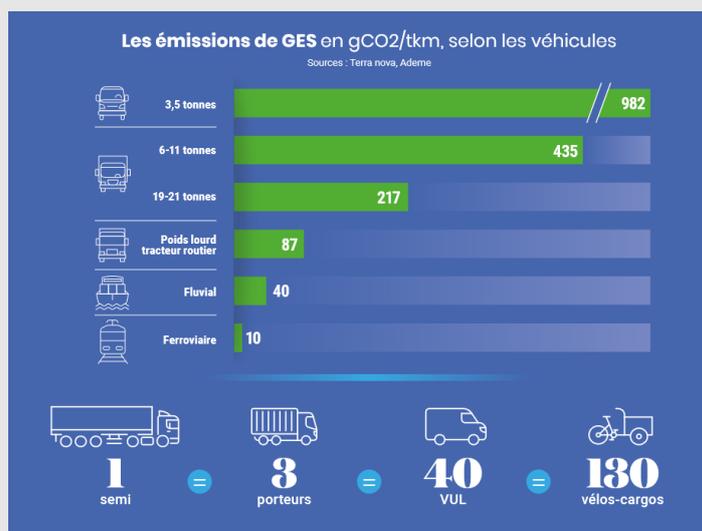
¹¹⁷ Gavin Bridge et Erika Faigen, « *Towards the lithium-ion battery production network : thinking beyond mineral supply chain* », Energy Research & Social Science 89 (2022).

¹¹⁸ Si le contrat stratégique de filière (CSF) signé en 2024 entre le gouvernement et les différentes fédérations industrielles impliquées dans la production automobile vise bien à amplifier massivement la production de véhicules électriques, il reste discret sur le type de modèles à privilégier. Conseil national de l'industrie, *Contrat stratégique de filière (2024-2027) Véhicules légers et véhicules lourds*, mai 2024, 50 p.

¹¹⁹ 74% des actifs utilisent la voiture pour aller travailler soit 18 millions de Français, notamment ceux qui ont les plus longs trajets à accomplir ce qui accroît leur proportion dans les kilomètres parcourus. En dehors des aires d'attraction des villes, le taux monte à 90%. Cf. Insee « *La voiture reste majoritaire pour les déplacements domicile travail, même pour de courtes distances* », Insee première n°1831, janvier 2021. Le recours à l'automobile est majoritaire y compris pour des distances domicile-travail de moins d'un kilomètre, mais cela inclut des actifs dont le véhicule est un outil de travail (services à domicile, artisans...). Le trajet domicile-travail s'inscrit en outre dans une tendance à la multiplication des motifs de trajet dans une même journée (courses, dépose des enfants...). Avant la crise pandémique et ses effets accélérateurs sur le télétravail, près d'un actif sur trois rentrait à domicile pour la pause déjeuner. Dares analyses, n°81, « *Les temps de déplacement entre domicile et travail* », novembre 2015, 12 p.

¹²⁰ Les chiffrages en valeurs « physiques », à travers les tonnes-kilomètres, tendent en outre à renforcer la part modale du fret ferroviaire ou fluvial plus adapté aux biens pondéreux (céréales, hydrocarbures...). En valeur économique, soit en calcul de la valeur ajoutée par kilomètre, ces deux modes représentent moins de 3% de la valeur d'un secteur qui, avec le maritime, représente 10% de l'économie nationale, 1,8 million de salariés, 200 milliards de chiffres d'affaires.

travers la planification territoriale, la **massification des flux sur les grands corridors** et la mutualisation entre chargeurs, le renforcement des offres multimodales¹²¹.



Source : France logistique

Si l'électrification de la logistique longue distance est freinée par le poids des batteries nécessaires aux camions de gros tonnage, elle est plus facile à déployer dans le cadre de la **logistique urbaine**, organisée sur des distances plus courtes et avec des **véhicules plus légers**. Les co-bénéfices obtenus tant sur les émissions de GES (la logistique représente 25 à 30% des émissions de CO₂ des agglomérations) que sur les particules fines (30% à 40% des Nox, 40 à 50% des particules fines) assurent un fort retour sur investissement à une opération de conversion. L'Ademe a lancé en mai 2025 un appel à projets en direction des entreprises pour subventionner l'acquisition de VUL hydrogène et couvrir l'écart de prix avec un modèle thermique (jusqu'à 30 000 euros par véhicule). Les collectivités accompagnent également certains achats de véhicules dans le cadre des zones à faibles émissions et investissent pour décarboner leurs propres flottes. Des circuits logistiques optimisés sont également un enjeu pour elles en termes de régulation des congestions, de sobriété foncière, de stationnement, de bruit.

Le « second tour » des quotas carbone (ETS) qui va s'engager en 2027 et impliquer les secteurs des mobilités aura des effets accélérateurs sur la décarbonation du transport de marchandises en renchérissant de 10 à 20 centimes d'euros le litre de carburant pour les camions. Les solutions hydrogène (piles à combustible) et 100% électriques (batteries) proposées par les constructeurs sont encore des modèles souvent chers qui ralentissent le renouvellement des flottes (seulement 0,2% du parc en 2022). **Les stations de recharge** restent insuffisantes en nombre et, pour l'électrique, marquées par des temps d'attente jugés trop longs. Dans le même temps, des innovations émergent pour recharger les batteries tout en roulant ou organiser des corridors avec stations-relais entre camions¹²². Des **bornes de recharge ultrapuissantes** (600 kW voire 1500 kW) commencent à apparaître sur le marché. La décarbonation de la logistique devrait être relativement économe à terme de financements publics au-delà des soutiens apportés pour aménager les infrastructures (stations, voies...). Les sociétés de transport plaident néanmoins, dans une logique circulaire, pour un retour des recettes des futurs quotas en faveur de la décarbonation des flottes. Activités à faibles marges, elles redoutent d'avoir à répercuter ce quasi-impôt dans leurs coûts. Le souvenir du mouvement des « bonnets rouges » déclenché en Bretagne en 2013 par les portails routiers et le projet d'écotaxe sur les poids lourds reste dans les esprits.

3.2. Les transports collectifs terrestres

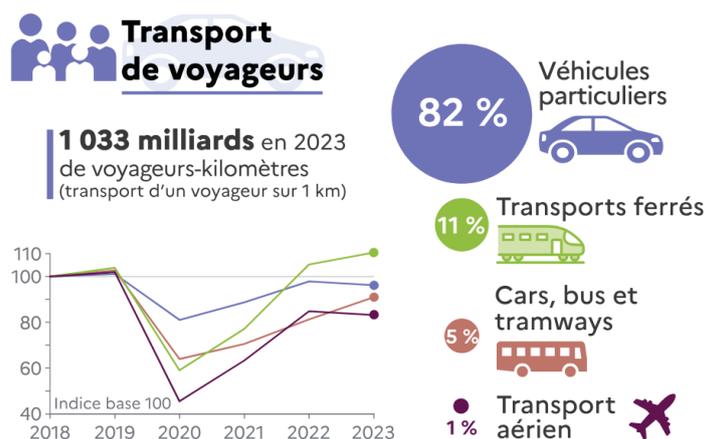
Parmi toutes les politiques publiques évoquées dans ce rapport, l'organisation des transports collectifs constitue certainement celle dont le modèle économique est le plus complexe. Là où la plupart renvoient surtout à des enjeux de financement de dépenses d'investissement public et privé (dépenses de « capex »), porteuses pour certaines

¹²¹ France logistique, *Livre blanc, Transport de marchandises et logistique au service d'une France performante*, 2022, 20 p.

¹²² En avril 2025, est entré en phase opérationnelle un « corridor décarboné » sur l'axe Lille-Avignon avec stations-relais (solution Sanef-Engie-Ceva Logistics) qui voit les camions échanger leurs remorques et partager des tronçons.

d'entre elles d'économies de fonctionnement (« opex »), les transports collectifs sont confrontés à des charges d'exploitation élevées qui s'accroissent en outre mécaniquement avec l'extension de l'offre de desserte.

En mars 2025, le gouvernement a programmé le lancement d'une conférence de financement des mobilités (**Ambition France Transports**), présidée par l'ancien ministre Dominique Bussereau, pour tenter de résoudre des équations de plus en plus ardues afin de financer les autorités organisatrices de mobilités (AOM) et les projets de services express métropolitains (SERM) mais aussi, dans un second temps, de revisiter le modèle de financement des grandes infrastructures à l'approche du renouvellement des concessions autoroutières. Cette nouvelle initiative intervient dans un contexte budgétaire extrêmement dégradé, marqué par des tensions émergentes entre autorités organisatrices sur l'affectation du versement mobilités, principale recette fiscale affectée aux transports collectifs. La nouvelle conférence a pour avantage de pouvoir s'appuyer sur une très riche littérature consacrée au sujet depuis la loi d'orientation des mobilités de 2019.



Source : Ministère de la transition écologique

La **dépense totale de transport (personnes et marchandises) au sein du circuit économique national** a représenté **521 milliards d'euros en 2023**, 45% étant le fait des ménages. 67% reposent sur le transport routier, quand les quatre autres composantes (ferroviaire, transport urbain et cars, aérien, fluvio-maritime) se situent chacun entre 7% et 9%¹²³. Les ménages ont consacré notamment 40 milliards d'euros à l'achat de véhicules, 55 milliards aux carburants, 58 milliards à d'autres dépenses d'utilisation (péages, stationnement...), 10 milliards aux frais d'assurance. Les flux de dépenses supplémentaires envisagés pour financer les transports collectifs doivent être analysés en tenant compte des effacements de dépenses qu'ils sont à même de susciter dans le budget des ménages. Dit autrement, le financement des transports collectifs peut être appréhendé de manière non-additionnelle, en trouvant une part de ses ressources dans des redéploiements de dépenses publiques et privées actuelles.

Par ailleurs, même si elle rapporte d'importantes rentrées fiscales sur les carburants (accises), la TVA, les cotisations d'assurance... la mobilité routière se traduit aujourd'hui par d'importantes fuites de valeur en dehors du circuit économique national, essentiellement à travers les hydrocarbures (35 à 40 milliards d'euros annuels d'importations – plus de 90 milliards en 2022 - dont une part importante pour les mobilités) mais aussi les importations de véhicules et de pièces détachées qui creusent désormais de plus de 20 milliards d'euros le déficit commercial français (après avoir été longtemps excédentaires pour la France). Les modèles économiques des mobilités de l'avenir doivent ainsi intégrer le périmètre large des chaînes de valeur qui entrent en ligne de compte. La décarbonation des mobilités représente un **levier considérable de réindustrialisation**, avec de forts effets multiplicateurs sur l'investissement public et privé et la création de richesses relocalisée en France.

Quels moyens pour le transport ferroviaire de voyageurs ?

A la suite d'un certain nombre de rapports, dont ceux du comité d'orientation des investissements (COI) chargés de travailler à une échelle décennale (2022-2032)¹²⁴, le gouvernement Borne annonçait en février 2023 un programme de 100 milliards d'investissements à l'horizon 2040 en faveur du ferroviaire. Ce plan d'investissement

¹²³ Données SDES, *Chiffres clefs des transports*, mars 2025

¹²⁴ Ministère chargé des transports, Comité d'orientation des infrastructures (président : Denis Valence, Rapporteur général : Pierre-Alain Roche), *Investir plus et mieux dans les mobilités pour réussir leur transition*, 2022, 186 p. Le rapport évalue les besoins d'investissements à 175 milliards d'euros (fer, système métropolitains régionaux, voies d'eau...) au cours de la décennie, en mobilisant 55 milliards d'euros en provenance de l'AFITF auprès des autres parties prenantes.

ambitieux recoupe les estimations proposées par la SNCF pour parvenir en 2050 à une part modale du train deux fois plus élevée dans les mobilités des Français.

En constituant le mode de transport (hors mobilités dites « actives ») le moins émetteur par kilomètre parcouru, **le transport ferroviaire occupe une place centrale dans les stratégies de décarbonation des mobilités**. L'ambition d'augmenter sa part modale à l'horizon 2050 présuppose d'élever les capacités d'emport et les taux de remplissage des lignes grande distance les plus fréquentées tout en regagnant des parts de marchés au profit des réseaux secondaires (intercity) et régionaux (TER). La performance du mode ferroviaire et son « coût » sont néanmoins intimement liés à son **infrastructure** (voies, caténaires, aiguillages, stations et gares) dont l'entretien repose sur la responsabilité de SNCF Réseau, l'ancienne entreprise Réseau Ferré de France (RFF) que la réforme ferroviaire a réintégrée au sein du groupe SNCF. **Le coût-système du transport ferroviaire est structurellement plus élevé par millions de passagers-kilomètres que le transport aérien ou même que la route**. Une question importante est de savoir quel acteur doit assumer ce coût-système en dernier ressort. Dans quelle proportion doit-il être répercuté sur l'usager (à travers les péages) ou couvert par la fiscalité et réparti entre contribuables ? Nous retrouvons ici la question posée par la prise en charge de l'infrastructure du réseau électrique, évoquée dans le chapitre précédent.

Près de la moitié du plan de 100 milliards d'euros annoncé en 2023 correspond en réalité au programme d'investissement déjà prévu pour le contrat de performance passé entre l'Etat et SNCF Réseau. Ce contrat de performance prévoyait, entre 2021 et 2030, de l'ordre de 2,8 milliards d'euros d'investissement annuels dégagés en fonds propres à partir des tarifs de péages. Les subventions de l'Etat se limitaient à 1,7% des montants cumulés. Le plan d'avenir pour les transports de 2023 apporte en revanche des financements supplémentaires de l'Etat, à hauteur d'un milliard d'euros par an, pour accélérer la régénération ferroviaire.

Présenté comme un patrimoine de la Nation, **le réseau de chemin de fer relève d'un monopole naturel** (à l'instar du réseau de transport d'électricité). A la différence de sa maison-mère, de plus en plus confrontée à la concurrence, **SNCF Réseau est un opérateur exclusif**. Il doit entretenir et renouveler un patrimoine considérable tout en devant éviter d'accroître la dette ferroviaire massive héritée de l'effort de construction des lignes à grande vitesse. Son modèle économique repose sur les tarifs d'utilisation du réseau (péages) dont l'Autorité de régulation des transports (ART¹²⁵) vérifie qu'ils ne font pas obstacle à un accès équitable garanti à tous les opérateurs. L'ART formule des avis juridiquement contraignants et examine le document de référence du réseau (DDR), proposé annuellement par l'opérateur pour définir ses prestations minimales. Elle fixe des recommandations et assure le respect de leur mise en œuvre. Ces dernières concernent notamment les programmations de travaux qui peuvent perturber, soit par retard soit par effet de calendrier, l'exploitation des lignes. Sans avoir la prérogative de définir ses propres programmes d'investissement, en raison de l'importance de sa dette historique, SNCF Réseau mobilise néanmoins ses fonds propres, retirés des péages, pour intervenir.

Les scénarios du régulateur

Dans un travail prospectif conduit en 2023¹²⁶, **l'ART a comparé deux scénarios d'investissement**. L'un est un « **tendancier** » qui correspond peu ou prou aux orientations du contrat de performance et représente 136 milliards d'euros de dépenses d'investissement sur la période 2022-2042 dont plus d'un tiers (50 Md€) pour le renouvellement et la modernisation. Le second scénario présenté, dit de « **transition écologique** », repose sur les ambitions de la « nouvelle donne ferroviaire » annoncée par l'Etat en 2023 et prise en compte dans la planification écologique française. Ce second scénario présuppose un volume d'investissements de 204 milliards d'euros sur vingt ans, dont 98 Mds pour le renouvellement et la modernisation. Seul le second scénario était pour l'ART capable de porter l'essor du mode ferroviaire pour en élargir la part modale, avec l'objectif de 36% de trains-kms supplémentaires à l'horizon de 2042. A contrario, le scénario tendancier ne serait pas en mesure d'éviter la poursuite du vieillissement du réseau et la dégradation progressive du système ferroviaire. Dans les deux scénarios, l'ART concluait à l'impossibilité de financer les dépenses d'entretien et de modernisation par les seules redevances d'infrastructure, celles-ci ne pouvant couvrir que 50% à 60% de besoins de financement annuels estimés à 7 Mds d'euros courants par an pour le scénario « tendancier » et 10 Mds dans le scénario « transition écologique ». L'équation compliquée à résoudre met aux prises de manière récurrente deux positions qui s'expriment aussi bien au sein de l'Etat que dans le débat public général :

- celle de savoir **si le train doit s'autofinancer**, ce qui suppose d'augmenter les redevances d'usage du réseau et sacrifier les lignes les moins rentables,
- celle qui vise à **préserver l'attractivité du mode ferroviaire** et la possibilité d'étendre sa part modale en subventionnant d'une part le coût-système mais aussi l'exploitation¹²⁷.

¹²⁵ Depuis la loi LOM de 2019, l'Autorité de régulation des transports a pris la suite de l'ARAFER.

¹²⁶ Autorité de régulation des transports, *Scénarios de long terme pour le réseau ferroviaire français (2022-2042)*, juillet 2023

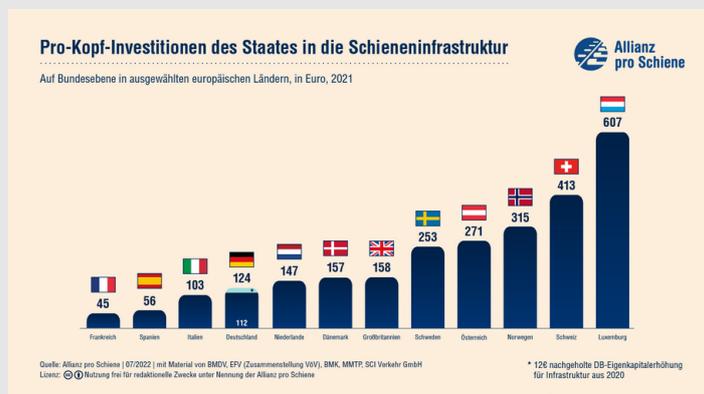
¹²⁷ Si l'activité « Voyage » de la SNCF, correspondant au TGV, n'est pas conventionnée avec la puissance publique et doit s'autofinancer, les autres offres sont conventionnées avec les autorités organisatrices.

La dernière option, plutôt privilégiée par la réforme ferroviaire et le plan de 2023, conduit également à partager implicitement les responsabilités entre l'Etat et les régions sur les lignes secondaires à travers un reclassement de certaines dans les lignes dites « structurantes » (1500 km environ prises en charge par SNCF Réseau), des lignes financées à parité par l'Etat et les régions dans le cadre des contrats de plan Etat-région (6500 km) et certaines lignes qui seraient transférées aux régions (environ 1000 km).

Un réseau dégradé

Constituée de **28 000 kilomètres de lignes** (dont 16 000 électrifiées et 75% relevant du réseau « structurant »), 2200 postes d'aiguillage, 28 500 ponts-rails, 1750 tunnels ou tranchées couvertes, l'infrastructure ferroviaire française est aujourd'hui vieillissante si l'on excepte les liaisons à grande vitesse. **29% des lignes (dites de « desserte fine ») sont très peu fréquentées et laissées dans une relative déshérence.** Les recettes tirées des péages sont très insuffisantes pour autofinancer le réseau capillaire. Compte tenu de l'importance de ce maillage pour un pays de densité moyenne, le taux d'utilisation du réseau français est de 15,7 milliers de train-km par lignes-km contre 26,4 dans un pays comme l'Allemagne, deux fois plus dense et au tissu urbain plus polycentrique (données 2014).

Bien que les efforts de régénération aient triplé entre 2004 et 2016, pour passer de 1 milliard d'euros par an à plus de 3 milliards, la dette « grise » a continué de s'accumuler par sous-investissement. **L'âge moyen du réseau** est certes stabilisé mais **autour de 29 ans**, soit près de deux fois plus que dans des pays tels que la Suisse ou l'Allemagne. Surtout, cet âge moyen est de 37 ans sur le réseau local. La Cour des Comptes a estimé le besoin d'investissement annuel à au moins 3,5 milliards d'euros constants¹²⁸. Si les enveloppes dédiées se sont stabilisées en euros courants, les épisodes inflationnistes les ont orientées à la baisse en euros constants (effet volume). Les magistrats financiers soutiennent que le dimensionnement du réseau est demeuré un choix trop longtemps différé et qu'il a pesé sur la performance du système ferroviaire dans son ensemble. Dans le même temps, la Cour mentionnait les pratiques les plus répandues en Europe visant à ne mettre à la charge des exploitants ferroviaires que le seul coût marginal d'utilisation du réseau et non son financement complet. Cette pratique permet d'améliorer leur attractivité et la densité de leur offre, le surcroît de fréquentation améliorant les recettes commerciales tirées des péages dans un cercle vertueux.



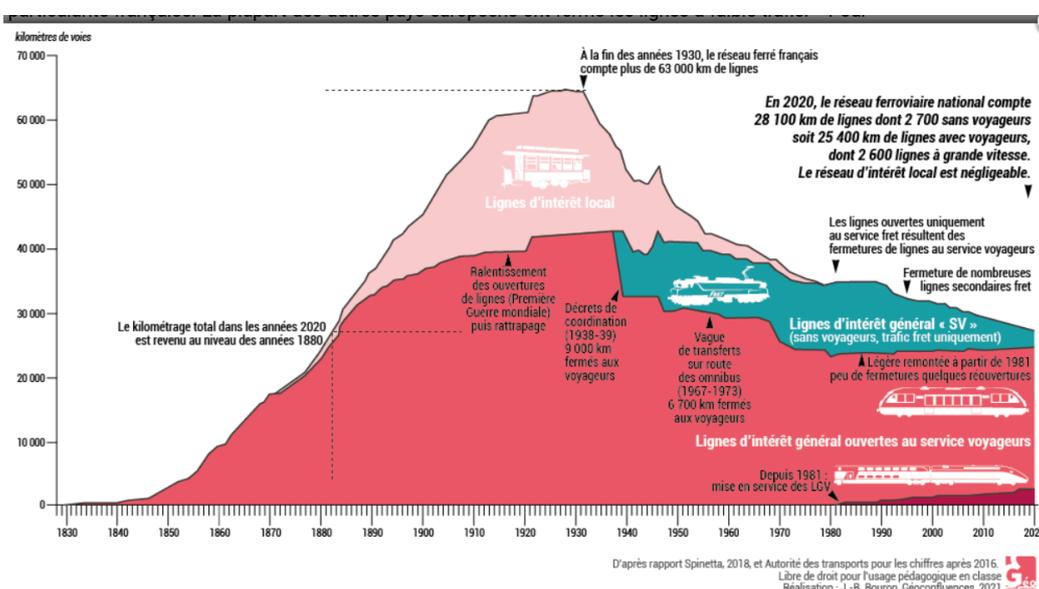
Source : Allianz pro Schiene

Présenté en euros par habitant et par an, ce graphique comparatif montre que la France est l'un des pays qui investit le moins dans son réseau ferroviaire.

Les priorités d'investissement sont définies en tenant compte de leurs meilleurs coûts-bénéfices, par « ordre de mérite » mais le pilotage de l'exercice et sa planification par la puissance publique ne sont pas jugés optimaux par l'ART, celle-ci préconisant une planification analogue à celle de RTE à travers son schéma décennal de développement du réseau (SDDR). L'Autorité se propose également, dans son rapport, d'assurer elle-même un suivi plus étroit des investissements du gestionnaire d'infrastructure.

¹²⁸ Cour des Comptes, *Le réseau ferroviaire français : des évolutions significatives mais des choix nécessaires à venir, Les enjeux structurels pour la France*, Note thématique, novembre 2021, 22 p.

Des arbitrages politiques majeurs restent de fait à rendre pour projeter le maillage ferroviaire du futur, en programmant des **fermetures ou déclassements de lignes**, notamment les lignes à voie unique et non électrifiées. Les besoins de financement du réseau sont logiquement tributaires de l'étendue du patrimoine linéaire, de son état mais aussi de sa rentabilité socioéconomique (rapport entre le coût d'entretien de l'infrastructure et le nombre d'usagers effectifs). Depuis les débuts du XX^{ème} siècle, époque où le chemin de fer était le principal moyen de déplacement, des milliers de kilomètres ont disparu. Le réseau national représentait 42 000 km dans les années 1930 et les conseils généraux entretenaient en plus 20 000 kms de petites lignes d'intérêt local¹²⁹. De nombreux plans ont accompagné son recalibrage à la baisse et des fermetures de lignes sans trafic majeur ni flux suffisant de passagers. En 2018, le **rapport sur l'avenir du transport ferroviaire** remis par Jean-Cyril Spinetta déclencherà de nombreuses réactions négatives en préconisant **l'abandon de nombreuses petites lignes capillaires** accusées de dégrader la rentabilité et la performance d'ensemble du système ferroviaire¹³⁰. Ce rapport préconisera de privilégier l'emploi des crédits d'investissement au profit de la partie la plus circulée du réseau, ce qui sera interprété comme une prime au « tout-métropole »¹³¹. Quelques mois plus tard, la crise des gilets jaunes puis le grand débat national exacerberont les **protestations à l'encontre de cette logique radicale**. Une mission confiée au préfet François Philizot permettra de nuancer cette conclusion et de hiérarchiser le réseau secondaire dans la préparation des futurs contrats de plan Etat-région et de plans d'action régionaux consacrés aux petites lignes¹³².



Source : Antoine Beyer, *Géoconfluences*.

Le réchauffement climatique conduit également SNCF Réseau à anticiper les effets induits par la chaleur, les phénomènes extrêmes (canicules, tempêtes, inondations...) sur l'ensemble des infrastructures¹³³. A titre d'exemple, les violentes intempéries subies dans le sud-ouest en mai 2025 ont provoqué un effondrement du ballast à Tonneins en Lot-et-Garonne et interrompu durant plusieurs jours l'ensemble du trafic Bordeaux-Toulouse. Outre les dégâts et coûts assurantiels, le réchauffement renforce les besoins d'entretien, à l'image des traitements de la végétation (pousses plus longues) qui atteignent déjà plus de 200 millions d'euros annuels. Sur la modernisation, les retards d'investissement accumulés sont paradoxalement une opportunité pour **intégrer pleinement les enjeux d'adaptation au changement climatique** dans les efforts de régénération dite « améliorative ». Si les longs rails soudés qui équipent près de 85% du linéaire s'avèrent assez résilients à la dilatation liée à la chaleur, les caténaires 1500 volts qui équipent un tiers des lignes électrifiées sont à remplacer par une nouvelle technologie (CS2R). Les plans de modernisation prévoient en outre le déploiement de la Commande Centralisée du Réseau (CCR), du système européen de gestion du trafic des trains ERTMS (European Rail Traffic Management System) et d'un

¹²⁹ Voir Antoine Beyer, *Grandeur, décadence et possible renouveau du réseau ferroviaire secondaire français*, Géoconfluences, 30 novembre 2021

¹³⁰ Jean-Cyril Spinetta, *L'avenir du transport ferroviaire*, Rapport au Premier ministre, février 2018, 127 p.

¹³¹ Le rapport préconisait de remplacer les petites lignes ferroviaires par des lignes d'autobus, beaucoup plus économiques en termes d'infrastructures comme de matériels roulants. A service transport comparable, le rapport concluait à 70-80% d'économies possibles sur le tissu capillaire de faible fréquentation, qui mobilisait 17% des contributions publiques. 2% des trafics représentaient deux milliards d'euros par an de soutien, ce qui était estimé non-soutenable.

¹³² Voir le *Plan Petites lignes ferroviaires. Des plans d'action régionaux*, Février 2020, 24 p. Sur cette négociation voir Patricia Perennes, « Le rôle des régions françaises dans la gestion des « petites lignes » ferroviaires », Colloque *L'État et le rail, Les transports ferroviaires au prisme de la puissance publique*, 2021, Bruxelles, Belgique.

¹³³ SNCF Réseau, *Adaptation au changement climatique. Stratégie de SNCF Réseau*, juillet 2024, 36 p.

nouveau système de communication. Ces **nouvelles technologies participeront de la résilience du réseau** face aux aléas, à la préservation de la continuité et de la qualité de service mais aussi de la performance d'ensemble du système ferroviaire (interopérabilité). Dans ses travaux consacrés à l'adaptation au changement climatique, la Cour des Comptes a cependant appelé SNCF Réseau à renforcer ses investissements préventifs et sa stratégie d'adaptation, constatant déjà que 19% des retards (en minutes perdues) imputables au réseau étaient liés à des intempéries. Elle soulignait également la nécessité pour le gestionnaire d'adapter son management ferroviaire au changement climatique¹³⁴. Certains travaux de recherche, plus anciens, dressaient un constat similaire¹³⁵.

Vers une exploitation ferroviaire rentable ?

Le modèle économique du transport ferroviaire se pose dans des termes différents entre les liaisons interurbaines à grande vitesse, les liaisons secondaires Intercités et les mobilités régionales. L'ouverture progressive à la concurrence des différentes lignes va contribuer à une plus grande transparence sur les coûts d'exploitation et les optimisations possibles des offres.

Délesté de la dette accumulée par la construction du réseau et le régime spécial de retraites des cheminots, le **groupe SNCF retrouve aujourd'hui une rentabilité** qui confirme que l'exploitation de transports ferroviaires peut constituer une activité globalement rentable, ce qui crée un effet d'appel pour la concurrence¹³⁶. Le groupe SNCF a ainsi affiché pour l'année 2024 un chiffre d'affaires de plus de 43 milliards d'euros et un bénéfice de 1,6 milliard. Longtemps accusée de ne vivre que sous perfusion de subventions, l'entreprise publique a pu afficher sa compétitivité et son ambition nouvelle. Depuis la fin de la crise pandémique, elle bénéficie d'une forte demande de mobilité des Français et d'une réelle appétence pour le train. Les **politiques tarifaires de la SNCF**, fondées sur le « *yield management* », de même que les stratégies dites de « mass transit » (cadences élevées, adaptation des quais, gestion optimisée des flux de circulation en gare, pôles d'échanges...) ont contribué à accroître le taux de remplissage de ses rames, malgré son déficit transitoire de matériels roulants et les retards de livraison de ses fournisseurs. Les offres low-cost (Ouigo) et les tarifs bas proposés lors des heures creuses ont permis de démocratiser l'usage du TGV. En massifiant son offre capacitaire sur les axes les plus demandés, la SNCF contribue au regain de forme du mode ferroviaire et à la décarbonation des mobilités mais peut sembler de plus en plus discriminante géographiquement. S'il ne concerne que 10% des trajets, **le TGV représente plus de 50% des kilomètres parcourus en train**, essentiellement entre métropoles. Son attractivité provient, par construction, de son nombre réduit d'arrêts intermédiaires et de sa desserte sélective des villes. De nombreux usagers et collectivités déplorent le sous-investissement de l'opérateur sur ses lignes secondaires et la perte d'attractivité du train pour de nombreuses liaisons. La dégradation de l'offre contribue en outre à laisser de nombreuses personnes sans réelle solution de mobilité¹³⁷. Si les projets de services express régionaux métropolitains (SEM) répondent pour l'essentiel aux enjeux de report modal des trajets effectués entre les grandes agglomérations et leurs couronnes périurbaines, d'importants reports pourraient également être attendus sur les liaisons domicile-travail entre villes différentes dans le cadre des offres TER. Ces **trajets pendulaires interurbains ont fortement augmenté** au cours des deux dernières décennies et représentent 29% des émissions liées aux mobilités pendulaires¹³⁸.

La rentabilité de l'activité ferroviaire ne peut cependant s'analyser indépendamment des coûts d'infrastructures et de l'ambition qui lui est donnée en termes de maillage territorial et d'offre de liaisons. Une péréquation interne au système, dans une logique d'entreprise intégrée, permet aux liaisons à très forte rentabilité (axe Lille-Paris-Lyon-Marseille notamment) de compenser les lignes déficitaires. Les **lignes dites d'aménagement du territoire** et les obligations de service public imposées à l'exploitant sont adossées à des activités à fortes marges. Pour autant, ces **péréquations implicites** que le système ferroviaire historique a longtemps pu garantir entre les grandes liaisons les plus rentables et les petites lignes ultra-déficitaires sont de plus en plus menacées dans un cadre d'ouverture à la concurrence qui voit les candidats en compétition s'orienter de manière privilégiée vers les premières. Confrontée à l'entrée de challengers sur le marché, la branche exploitation de la SNCF est structurellement conduite à optimiser ses coûts et à s'interroger sur la rentabilité de ses différentes liaisons. A l'instar des lignes régionales (TER), attribuées désormais sur appels d'offre, les liaisons interurbaines grande distance (TGV ou Intercités) vont voir s'individualiser les comptes d'exploitation par unité opérationnelle. Il n'est pas exclu

¹³⁴ Cour des Comptes, *L'adaptation du réseau ferroviaire national au changement climatique*, 2024.

¹³⁵ Vivian Dépoues, Jean-Paul Vanderlinden, Tommaso Venturini, « *Entre dire et faire : discours scientifique sur le changement climatique et adaptation du système ferroviaire* », VertigO : La revue électronique en sciences de l'environnement, 2019, 19 p.

¹³⁶ Après la compagnie Le Train créée en 2020 en Nouvelle Aquitaine pour se positionner sur les appels d'offre des lignes à grande vitesse et des Intercités, une nouvelle société (Proxima) voit le jour en juin 2024 en vue d'exploiter des lignes TGV. Elle parvient, en peu de temps, à lever un milliard d'euros auprès d'investisseurs.

¹³⁷ A titre d'exemple, plusieurs centaines d'usagers des lignes Paris-Orléans-Limoges-Toulouse (POLT) et Paris-Clermont se sont rendus à Paris le 15 avril 2025, dans le cadre d'une opération « trains de la colère », pour manifester et demander davantage d'investissements sur les lignes. Dans le même temps, les perturbations provoquées par les chantiers de régénération sont dénoncées par certains exécutifs locaux et régionaux qui évoquent des calendriers ou horaires inappropriés.

¹³⁸ Anne Aguiléra, Benoit Conti, Sylvestre Duroudier, Florent Le Néchet, *De villes en villes. Atlas des déplacements domicile-travail interurbains*, Université Gustave Eiffel-Transdev, 2025, 92 p.

que certains appels d'offre deviennent infructueux à l'avenir faute de candidats. A ce jour, **la grande vitesse** se singularise en n'étant ni assimilée à un service public ni adossée à une autorité organisatrice. Elle **doit trouver son propre équilibre d'exploitation**. Les autres segments des mobilités ferroviaires sont en revanche placés sous le contrôle soit de l'Etat (Intercités) soit des régions (TER) qui apportent des subventions d'équilibre destinées tant à l'investissement qu'à l'exploitation. L'Etat subventionne les trains Intercités à hauteur d'un milliard par an. Les régions mobilisent plus de 7 milliards d'euros pour le fonctionnement et l'investissement des transports express régionaux (TER).

Une option consisterait à **regrouper certaines lignes dans des macro-lots** au sein desquels pourrait être maintenue une certaine péréquation entre liaisons, par effet de mutualisation. L'autre solution serait d'intégrer les subventions d'équilibre que la collectivité publique est disposée à mobiliser dans la rédaction des cahiers des charges des appels d'offre, ce qui est déjà la pratique courante dans les délégations de services publics (transports urbains ou régionaux). L'extrême rentabilité des lignes les plus attractives pourrait faire l'objet de redevances d'usage plus élevées ou de taxations ciblées au-delà de certains seuils. Cette circularité peut ainsi s'envisager à l'intérieur du système ferroviaire lui-même ou en transitant par la collectivité publique organisatrice. Elle peut également être aménagée à l'échelle du système de mobilités dans son ensemble, en utilisant des recettes tarifaires ou fiscales issues d'un mode pour en financer un autre.

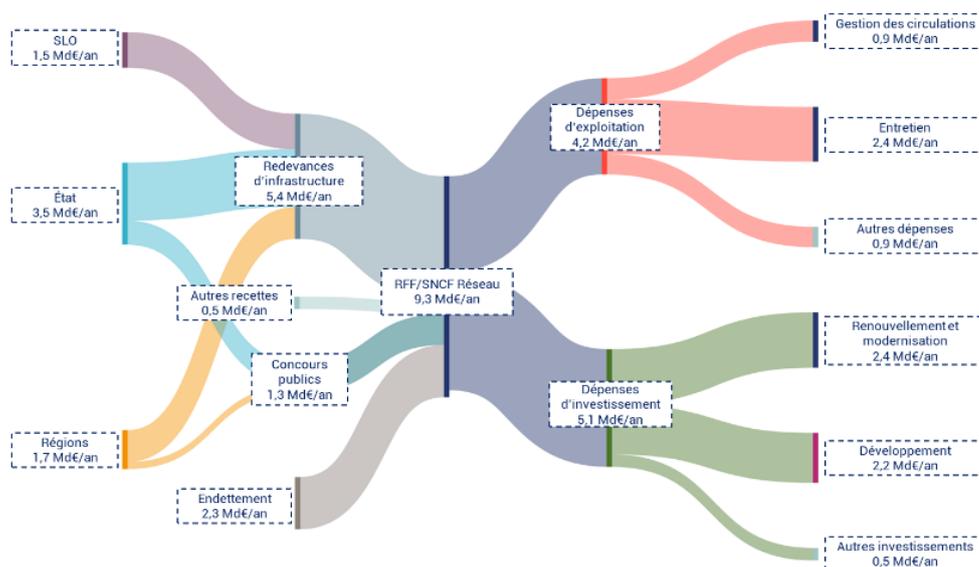


Figure 5 Ressources et dépenses du gestionnaire d'infrastructure (moyenne annuelle 2010-2019)

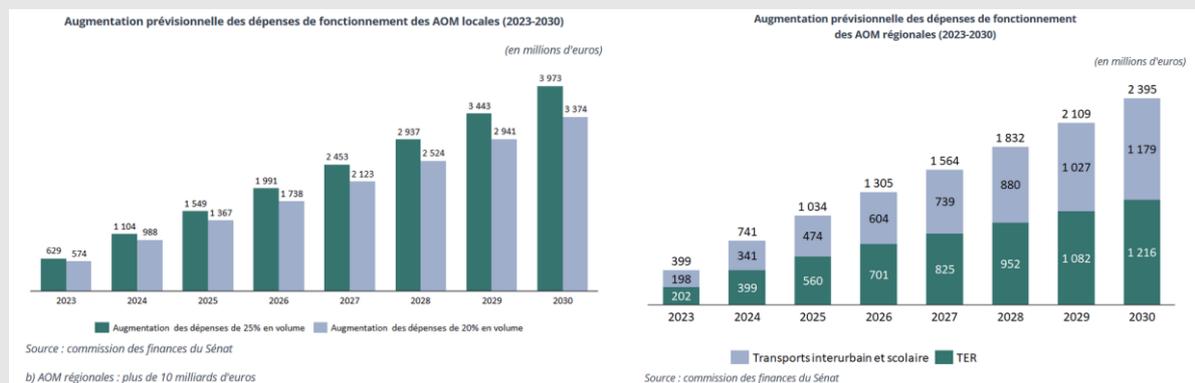
Source : ART

Le besoin de financement des transports collectifs : une prospective inquiétante

Le « choc d'offre » nécessaire au respect de la trajectoire de décarbonation des mobilités françaises a été estimé par le Sénat¹³⁹, pour les seuls transports collectifs urbains et transports express régionaux, à **100 milliards d'euros de dépenses supplémentaires d'ici 2030** et un surcroît, à terme, de 35 milliards d'euros par an tant en investissement qu'en fonctionnement, ce qui représente le doublement de leurs moyens actuels (en intégrant Ile-de-France mobilités). Ces financements sont censés **faire face aux enjeux d'accroissement de l'offre**, notamment dans les échanges entre les métropoles et leurs périphéries (projets de SERM) qui représentent 7% des émissions nationales à eux seuls, l'entretien-renouvellement des réseaux et la modernisation des matériels roulants. En termes de charges d'exploitation, les sénateurs ont estimé le besoin prévisionnel de financement récurrent à une fourchette de 25-28 milliards d'euros. Réagissant aux annonces relatives aux projets de services express régionaux métropolitains (SERM), centrées sur des soutiens en ingénierie et en investissement, les sénateurs ont souligné la nécessité de définir préalablement le modèle économique de financement de l'exploitation afin de ne pas exposer les autorités organisatrices aux mêmes difficultés que celle que rencontreront Ile-de-France

¹³⁹ Sénat, *Rapport d'information n°830 (2022-2023) sur les modes de financement des autorités organisatrices de la mobilité*, juillet 2023

mobilités (IDFM) et la région Ile-de-France avec l'exploitation future du Grand Paris Express et la mise en service progressive de nouvelles lignes.



Source : Commission des finances du Sénat

La mission du Sénat a préconisé la **mobilitation de différents leviers** pour couvrir ce besoin de financement parmi lesquels la récupération d'une partie des recettes provenant des sociétés d'autoroutes, des quotas carbone (à travers un fonds spécifique), l'extension du versement mobilités, la remise en place de la taxe sur les plus-values immobilières suscitées par les infrastructures de transport, la majoration possible des taxes de séjour...

Dans ses propres propositions, le **Groupe des autorités responsables de transport (GART)** préconise également le recours à différents leviers combinés pour assurer des suppléments de recettes aux AOM qu'il représente : hausser les contributions des usagers, élargir l'assiette du versement mobilité (revoir à la baisse le seuil des entreprises assujetties), réhausser le taux plafond de ce versement, baisser le taux de TVA sur les services publics de transport, affecter une partie des recettes fiscales issues du transport routier (TICPE) et des quotas carbone (SEQE-UE), assujettir le transport aérien à une fiscalité plus équitable (reversée en partie aux AOM)...¹⁴⁰. Un certain nombre de ces suggestions recourent celles du think tank TDIE¹⁴¹ ou du rapport publié en avril 2025 par l'Agence France locale (AFL)¹⁴².

Les transports collectifs locaux et régionaux

Les transports collectifs sont en général des activités déficitaires, contraintes par des coûts d'infrastructures élevés mais aussi par des charges d'exploitation lourdes. Pour accroître leur attractivité modale, les transports collectifs urbains et régionaux (TER) sont le plus souvent sous-tarifés (voire gratuits), avec des contributions des usagers limitées autour de 20% au financement du service. La contribution des usagers par kilomètre parcouru se dégrade en outre dans les espaces peu denses, en extrémité de ligne. **Les modes lourds, aux fortes capacités d'export (tramway, métros), sont de fait plus adaptés aux parties denses des agglomérations** ou aux axes radiaux (en doigts de gant) lorsque ceux-ci sont organisés par une certaine densification de l'habitat autour des gares ou points d'arrêt. Les espaces diffus représentent des coûts de desserte exorbitants, au mieux accessibles par des solutions souples de petites navettes légères, de transport à la demande, de covoiturage organisé. Les trajets dominants de ces petites et moyennes distances sont des déplacements quotidiens. Une tarification de l'utilisateur au prix coûtant serait dissuasive même si certaines autorités organisatrices sont parvenues à revoir à la hausse leur prix d'abonnement, à l'instar d'Ile-de-France mobilités.

¹⁴⁰ GART, *Faire face au « mur » d'investissement : quel modèle de financement pour des mobilités décarbonées ?*, Enjeux et propositions du GART, 2024.

¹⁴¹ Dans ses travaux consacrés au financement des infrastructures, TDIE plaide également pour la mobilisation d'une partie des recettes des concessions autoroutières. Il interroge l'avenir de la taxe carbone (contribution climat énergie) et la possibilité de voir sa trajectoire repartir à la hausse. Il évoque surtout la nécessité de revisiter le traitement comptable des emprunts souscrits pour financer des infrastructures pouvant être amorties sur plusieurs décennies et adossées à des recettes récurrentes. TDIE, *Comment financer et réaliser les investissements nécessaires à la transition écologique ?*, Note de travail du conseil scientifique, janvier 2025, 72 p.

¹⁴² Agence France locale (AFL), *Transport et mobilité : Quels leviers de financement pour que les collectivités concilient égalité territoriale et neutralité carbone ?*, 2025, 21 p.

Un expert des transports, Jean Coldefy, considère pour sa part que le modèle économique des transports publics locaux et régionaux peut encore faire l'objet en France d'optimisations substantielles¹⁴³. Il plaide pour un accroissement de la concurrence dans les délégations de services publics (notamment en matière de TER) afin d'inciter les exploitants à des efforts de productivité. Il appelle surtout à une adéquation offre-demande renforcée permettant d'améliorer l'emport des véhicules (bus, cars) et des rames (trains, métros, tramway) en veillant à **ne pas développer des solutions surcapacitaires** en bout de ligne ou dans les espaces peu denses (qui dégradent le coût passager-kilomètre et le ratio recettes/dépenses dit « R/D »).

Répartition des ressources des AOM locales² (2000-2020)



Source : commission des finances, d'après les réponses du GART au questionnaire des rapporteurs

Source : Sénat

L'auteur plaide pour une sollicitation accrue des usagers, considérant que leur contribution est en France l'une des plus faibles au monde et continue de baisser avec les politiques de gratuité et d'incitation tarifaire. L'amélioration du ratio R/D nécessite de proposer des offres performantes et de réduire le déficit par voyage, la collectivité publique prenant à sa charge en moyenne deux euros par billet aujourd'hui (certaines agglomérations, de toute taille, parvenant à le réduire à 0,5 euro par voyage). En revenant à une contribution des usagers à la hauteur de ce qu'elle était en 1995 (50% du coût global environ), Coldefy évalue à 5 milliards d'euros le surplus de recettes qui permettrait de conforter l'offre des réseaux (cadences et amplitudes horaires, lignes...), de préserver l'attractivité des transports collectifs et d'accélérer la décarbonation des mobilités. En outre, un certain nombre d'**optimisations des coûts d'exploitation** peuvent être attendues du redimensionnement des matériels (navettes légères¹⁴⁴), d'économies de flux (éclairage, efficacité énergétique...) et de la baisse du prix unitaire des matériels roulants, du déploiement du numérique dans la logique MAAS (« *Mobility as a service* »), de la lutte contre la fraude et les incivilités...

Certains spécialistes des transports considèrent que les optimisations des coûts peuvent permettre de compenser des tarifications faibles voire nulles pour encourager le report modal. Le GART, comme la plupart des spécialistes des mobilités, appellent à une **approche transversale du financement de la chaîne des transports** et de ses structures de financement en soulignant la nécessité d'un « effet de retour » de la fiscalité prélevée sur les mobilités vers la mobilité. C'est cette traçabilité qui assure au versement mobilités (VM) son acceptabilité. C'est, en sens contraire, l'absence de transparence sur le retour de la « taxe carbone » qui a provoqué les soulèvements des gilets jaunes¹⁴⁵. Une très grande inconnue demeure à ce jour quant aux possibilités qui seront ouvertes à l'avenir en France aux véhicules autonomes au-delà d'espaces ultra-sécurisés. A l'horizon 2035 ou 2040, il n'est pas exclu que leur usage se banalise pour certains types de déplacements et offre des solutions de mobilités peu onéreuses, flexibles et davantage centrées sur l'abonnement à un service qu'à une possession.

Des pistes moins explorées

Bien que les mobilités décarbonées y soient éligibles, la **valorisation de certificats d'économie d'énergie (CEE) au profit des transports collectifs demeure encore sous-dimensionnée** au regard de ce que les mobilités pèsent dans les consommations énergétiques globales et, plus encore, dans les émissions. Les retards pris dans la décarbonation du secteur pourraient plaider en faveur de quotas de CEE réservés aux mobilités, en s'assurant

¹⁴³ Jean Coldefy, « Comment retrouver une soutenabilité du modèle des transports publics en France ? », Transports, infrastructures et mobilités n°545, janvier-février 2025.

¹⁴⁴ L'allègement des trains et leur redimensionnement, à l'instar du projet de train ultra-léger et innovant (Telli) en développement, est l'une des pistes les plus prometteuses pour redynamiser les petites lignes de desserte fine du territoire en électrifiant (avec des solutions par batterie haute performance) des trajets encore effectués en mode diesel. 40 fois moins polluant qu'un TER diesel, un train électrique très léger permet des économies de fonctionnement importantes mais réduit également l'usure des rails.

¹⁴⁵ Voir TDIE, Note de travail du Conseil scientifique. *Engagements climatiques et mobilités : à la recherche du bien commun*, principal rédacteur : Yves Crozet, janvier 2023, 52 p.

que les actions financées apportent des gains nets¹⁴⁶. Créés par la loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique (loi POPE), les CEE ont changé radicalement de dimension depuis quelques années (quatrième période) et représentent une source de financement importante des politiques publiques. Notre précédent rapport avait permis de faire état des évaluations critiques dont fait l'objet leur pilotage actuel, très centralisé, sans contrôle parlementaire, et leur ciblage sélectif. **Selon les données de France mobilités, le secteur des transports ne valorise qu'autour de 5% des CEE** à travers des opérations standardisées ou spécifiques. Parmi les centaines de fiches correspondant à des opérations standardisées valorisables sous forme de CEE, une trentaine correspondent pourtant à des actions de mobilité (prime à la conversion de véhicule, création d'un service d'autopartage...) mais sans effet massif sur la répartition de la manne. L'utilisation des CEE pour financer le bonus écologique et prendre le relais du budget de l'Etat est de fait une hypothèse fortement étudiée au moment où sont écrites ces lignes¹⁴⁷.

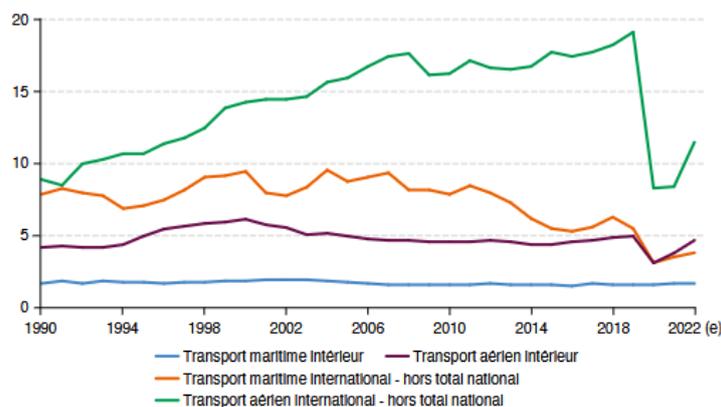
On remarquera enfin que **certaines pistes restent insuffisamment explorées**, alors que des expériences locales en démontrent l'intérêt. Peu de rapports font état de nouveaux types de ressources que les autorités organisatrices de transport (agglomérations, métropoles, régions...) ou leurs exploitants pourraient dégager des actifs dont ils ont la charge. Un **gisement potentiel très important de recettes se situe du côté de la production d'énergie**, sous réserve de mobiliser d'importantes disponibilités foncières et des dizaines de milliers de linéaires d'infrastructures au service de l'accueil d'installations d'énergie renouvelable électrique. Qu'elle soit utilisée pour compte propre (autoconsommation) ou vendue sur le réseau, cette production énergétique pourrait être valorisée en circuit court dans le financement des mobilités. Sur le modèle d'entreprises publiques locales déjà actives en Europe (Allemagne, Autriche, Scandinavie...), et plus modestement en France, cette combinaison vertueuse dans la coproduction de services énergétiques et de mobilités reste certainement à explorer.

3.3. : Les émissions « apatrides » : quelles solutions pour décarboner le trafic international ?

Non-comptabilisées à ce jour dans l'inventaire territorial, les émissions afférentes au transport aérien et au transport maritime international sont considérées comme « apatrides ». Sans solution immédiatement disponible pour électrifier à grande échelle les avions et navires, la trajectoire de décarbonation de ces deux secteurs est décalée dans le temps et est censée se traduire, dans une première phase, par l'incorporation croissante de biocarburants, de e-fuels ou carburants de synthèse dans le flux énergétique.

ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE GES DU TRANSPORT MARITIME ET AÉRIEN

En millions de tonnes équivalent CO₂ (Mt CO₂ éq)



(e) = estimations préliminaires.

Source : Citepa, avril 2023, inventaire au format Secten ; estimations préliminaires pour 2022

A l'échelle mondiale, le transport aérien représente environ l'équivalent de 300 millions de tonnes de jet fuel. Dans l'attente d'une hypothétique électrification à grande échelle des systèmes de propulsion (ou de solutions

¹⁴⁶ Cette orientation semble en partie retenue par le gouvernement, en mai 2025, à travers les projets de décrets soumis au Conseil supérieur de l'énergie dont l'un tend à orienter le recours aux CEE pour financer l'achat de véhicules électriques à travers le « leasing social ».

¹⁴⁷ Le gouvernement a confirmé, le 27 juin 2025, la poursuite du bonus écologique après le 1er juillet et son financement à partir des CEE.

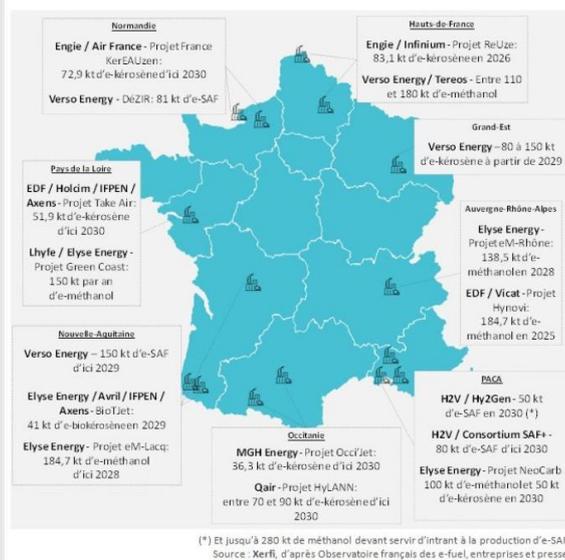
hydrogène)¹⁴⁸, le verdissement des carburants est attendu à travers les e-fuels (produits à partir d'électricité) ou l'usage de la biomasse. **1 kilo de e-fuel requiert de l'ordre de 37 kWh d'électricité à ce jour**, ce qui révèle un taux de rendement énergétique médiocre. Il faut beaucoup d'électricité en source primaire pour obtenir le carburant en sortie. Convertir 300 millions de tonnes de carburants d'origine fossile en e-fuels nécessiterait de fait 120 000 TWh d'électricité, soit quatre fois la production mondiale actuelle pour ce seul usage, a montré le chercheur Jean-Baptiste Jarin dans sa thèse de doctorat¹⁴⁹. En France, les scénarios prospectifs de l'Ademe¹⁵⁰ concluent à des besoins d'électricité situés entre 44 TWh et 175 TWh, et 5,6 à 18,6 millions de tonnes de CO² biogénique, pour couvrir en e-carburants la part nationale du trafic aérien et maritime à l'horizon 2050.

Une production énergivore : les e-SAF

La dizaine de projets d'usines de production de carburants de synthèse (ou e-SAF) recensés en France au printemps 2025 et faisant l'objet d'un débat public commun coordonné par la Commission nationale du débat public (CNDP) représente une **puissance électrique de 3,5 GW et une consommation cumulée de près de 28 TWh**, soit l'équivalent de 200 éoliennes off-shore et 6,5% de la production nucléaire française (seuil haut). La production cumulée de ces usines serait de 740 000 tonnes à partir de 2030, soit davantage que le besoin estimé en France à 500 000 tonnes à cet horizon proche. Elle serait néanmoins éloignée des besoins estimés à 2035 (2 millions de tonnes), 2040 (3 Mt) et 2050 (6 Mt). Pour couvrir les besoins nationaux il faudrait ainsi multiplier par douze la capacité de production de cette première grappe de projets d'usines, avec un besoin théorique de plus de 300 TWh d'électricité soit la quasi-totalité de notre actuelle production nucléaire.

LES GRANDS PROJETS DE PRODUCTION DE E-CARBURANTS EN FRANCE

17 sites représentant plus de 12 milliards d'euros d'investissements



Source : Xerfi

En faisant le pari d'une modération des besoins et de progrès technologiques tant à la production qu'à la consommation, la demande d'électricité pourrait être revue à la baisse. **L'Académie de technologies** fait état d'un **besoin de 100 TWh d'électricité dédiés à la production française de carburants durables** et voit dans celle-ci un moyen efficace de valoriser nos surplus de production électrique bas carbone¹⁵¹. Le coût d'abattement direct du kérosène de synthèse est estimé entre 200 euros et 325 euros par tonne de CO² évitée.

¹⁴⁸ Le poids des batteries de modèle lithium-ion rapporté à leur puissance est aujourd'hui insuffisant pour les avions (en dehors de l'aviation ultralégère). Parmi les innovations en cours, de nouveaux modèles de piles à combustible au sodium (développés par le MIT) visent à produire des batteries à plus forte densité énergétique.

¹⁴⁹ Jean-Baptiste Jarin, *L'émergence de la mobilité aérienne décarbonée : dynamiques, conflits d'usage et justice énergétique*, 2024, Université de Pau et des Pays de l'Adour. On peut compléter l'analyse en indiquant que l'Association internationale du transport aérien évalue le besoin de carburants durables à 400 millions de tonnes au niveau mondial à l'horizon 2050 (dont 30 en Europe et 6 en France). En 2030, la projection est de 20 millions de tonnes au niveau mondial, 2,5 en Europe et 0,5 en France.

¹⁵⁰ Ademe, *Electro-carburants 2050. Quels besoins en électricité et CO² ?*, Rapport final, octobre 2023, 31 p.

¹⁵¹ Académie des technologies, *La décarbonation du secteur aérien par la production de carburants durables*, 2023, 130 p.

Favorisé par des bas niveaux de taxation et de faibles coûts d'infrastructures, le trafic aérien a connu une expansion considérable au niveau mondial, porté notamment par l'explosion des flux touristiques. Ses émissions ont doublé depuis 1997 et sont concentrées sur de très faibles proportions de la population. **La contribution du secteur aux trajectoires de baisse d'émissions est l'un des points les plus sensibles des débats publics** en matière de justice climatique. Qu'il mobilise de l'électricité ou de la biomasse, sa décarbonation va entrer en concurrence avec d'autres usages jugés plus essentiels dans la pyramide des besoins. Jean-Baptiste Jarin propose une tarification européenne adaptée qui doit non seulement assurer une plus grande équité fiscale entre modes de mobilité mais également tenir compte, dans une logique d'ordre de préséance (« Merit order »), du rang non-prioritaire de l'aérien dans la hiérarchie des besoins¹⁵². **Une tarification ciblée**, en renchérissant son coût, doit inciter les compagnies à **réduire les vitesses** et les constructeurs à **poursuivre leurs efforts en matière d'efficacité énergétique** pour réduire l'effet rebond. Le chercheur propose que cette tarification intervienne en aval, à l'échelle du carburéacteur utilisé, pour ne pas exercer d'effet-prix sur l'électricité commune.

Une partie des pertes de recettes fiscales (accises) subies par les Etats sur les carburants des véhicules terrestres pourrait être retrouvée du côté du trafic aérien, dans le cadre de négociations internationales. Elles pourraient tenir compte des rotations des aéronefs et des accès aux espaces aériens des Etats-membres pour éviter le dumping international. Les taxes sur l'électricité (Turpe compris) représentent 120 €/MWh pour les consommateurs alors qu'elles ne sont que de 11,2 €/MWh pour celles appliquées à l'électricité entrant dans la fabrication des e-fuels. Réserver la priorité d'usage de certaines ressources (biomasse, hydrogène bas carbone...) aux modes de transport aériens de même qu'exonérer de taxes l'électricité entrant dans le processus de production des nouveaux carburants peuvent être assimilés à des **privilèges de plus en plus exorbitants**, octroyés en raison de l'absence de solutions alternatives crédibles et de risques de « fuites du carbone » en cas de taxation unilatérale des Etats¹⁵³.

Les enjeux sont à la fois voisins et très différents en ce qui concerne le **transport maritime**. Alors que le transport aérien est pour l'essentiel centré sur la mobilité des personnes, et marqué par une très forte concentration des kilomètres parcourus sur un nombre réduit d'usagers (et très majoritairement des voyages d'agrément), le transport maritime est massivement concentré sur le transport de marchandises (341 millions de tonnes transitent par les ports français). En renchérir le coût se répercute mécaniquement sur les intrants des chaînes de valeur et les prix à la consommation pour tous (85% des importations européennes arrivent par mer).

Le poids dans les émissions mondiales est proche du trafic aérien (environ 3%) mais pour des besoins beaucoup plus diversifiés et difficilement effaçables. Au cœur de négociations conduites au sein de l'Organisation maritime internationale (OMI) qui s'inscrit, depuis juillet 2023, dans un objectif de neutralité carbone en 2050 (à travers des mesures attendues en 2025 pour une mise en œuvre à partir de 2027), **le transport maritime fait l'objet en France d'une « feuille de route » spécifique** portée par les acteurs concernés, actualisée en novembre 2024¹⁵⁴. Celle-ci prévoit différentes mesures de décarbonation à travers l'usage de biocarburants et e-carburants (5 TWh en 2035 et 20 TWh en 2050), l'électrification ou l'hybridation de certains navires, l'électrification des quais pour les escales (besoins estimés à 3,5 TWh en 2030 et 45 TWh en 2050 soit l'équivalent de la production de 25 parcs éoliens de grande dimension), le déploiement à grande échelle de mesures d'efficacité énergétique, la sobriété à travers des vitesses réduites. Les coûts de transformation pour la filière maritime sont évalués entre 75 et 110 milliards d'euros entre 2023 et 2050.

3.4. Les coûts d'entretien des patrimoines routiers

Nous avons déjà eu l'occasion de mettre en évidence l'impossibilité de penser les mobilités de demain sans une très importante composante routière massivement électrifiée. 1,1 million de kilomètres de routes et autoroutes, de rues, de chemins servent aujourd'hui à 87% des déplacements terrestres des personnes (en km parcourus) et à une part hyper-prépondérante du transport de marchandises. Géré, pour l'essentiel de son linéaire, par les collectivités (717 000 km relèvent du « bloc communal », 377 000 des départements, seulement 11 780 de l'Etat

¹⁵²L'association Transport & Environnement calcule que les projections de trafic aérien établies au sein de l'Union européenne par Boeing et Airbus, soit un doublement à l'horizon 2050, se traduira par une augmentation de 59% des carburants consommés (en tenant compte des progrès des motorisations). De fait, l'incorporation de 42% de carburants « durables » (SAF) prévue par la loi européenne à cet horizon sera largement contrebalancée par la croissance des volumes consommés. Cf. Transport & Environnement, *Down to earth. Why European aviation needs to urgently address its growth problem*. Janvier 2025, 33 p. Airbus parie sur une croissance annuelle de 3,6% du trafic aérien au cours des deux décennies à venir et prévoit de livrer 43 300 nouveaux avions d'ici 2044.

¹⁵³ Même s'il est amené à baisser avec les progrès techniques et le déploiement à grande échelle, le coût des carburants de synthèse ou des e-carburants reste encore élevé, de 5000 à 9000 euros la tonne en 2025 contre 850 la tonne de carburant fossile. Le taux d'incorporation réglementaire étant très faible jusqu'en 2035, le renchérissement du prix du billet d'avion sera, dans un premier temps, assez modeste, entre 10% à 20% du prix d'un billet à 500 euros (avec 40% du prix affecté au carburant). Le coût de production à maturité des e-SAF devrait se situer entre 2000 et 2500 euros la tonne selon l'Académie des technologies.

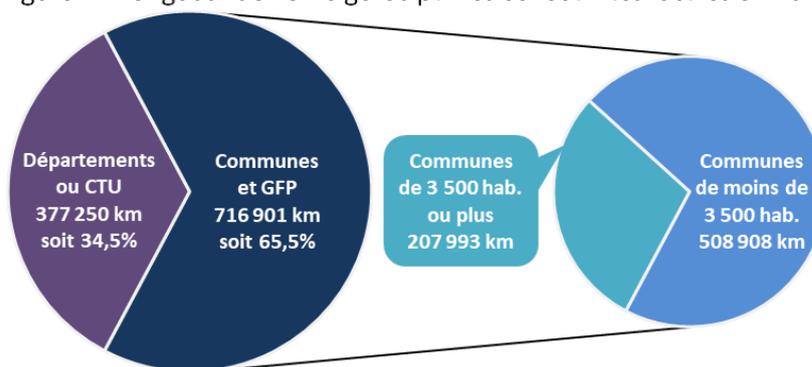
¹⁵⁴ *Feuille de route de décarbonation de la filière maritime. Propositions pour décarboner le maritime national, assurer la souveraineté d'approvisionnement de la France*, novembre 2024, 155 p.

sur le réseau national non concédé), ce patrimoine sera à l'avenir le support de mobilités décarbonées et optimisées.

Outre les véhicules individuels, les routes accueillent des transports collectifs (cars, bus, navettes...) indispensables aux chaînes de transport et aux stratégies de report modal, les véhicules utilitaires légers (VUL) de centaines de milliers d'artisans mais également l'essentiel du fret terrestre en tonnes transportées (et plus encore si l'on raisonne en valeur ajoutée/km). Tout en se déployant par paliers, la décarbonation progressive de ces différents flux va avoir deux effets :

- la réduction de l'avantage comparatif du mode ferroviaire,
- l'érosion programmée de la base taxable et d'une recette fiscale importante.

Figure 1 – Longueur de voirie gérée par les collectivités locales en 2023



Hors Mayotte pour la voirie communale. Données estimées pour les métropoles à partir de celles de 2022.
Source : DGCL. Données DGCL, longueur de voirie (données provisoires pour les départements).

Source : DGCL

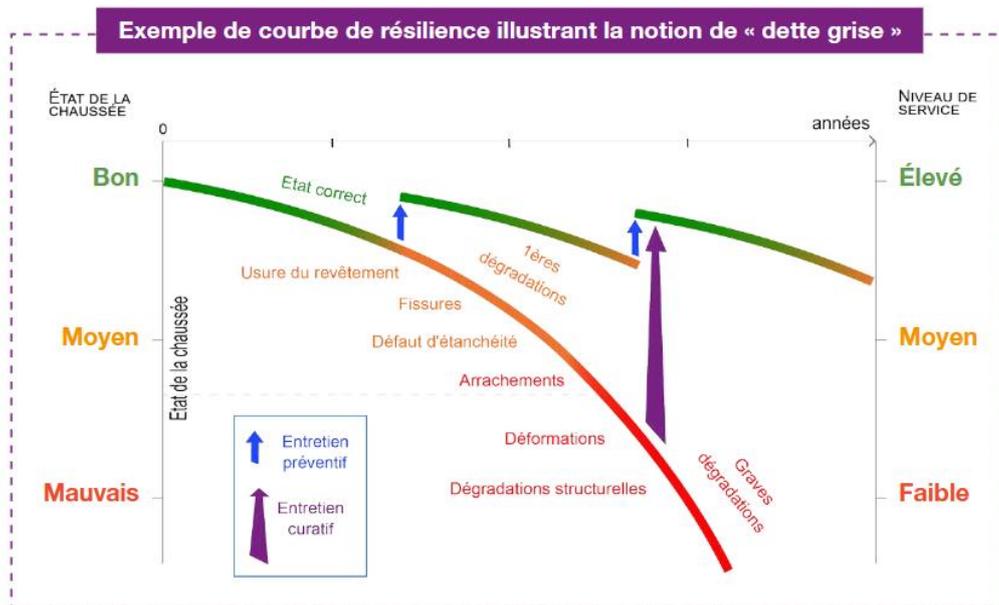
L'électrification des mobilités et les reports modaux programment en effet, en toute logique, **la régression continue des recettes fiscales adossées aux carburants fossiles** (TICPE, ex-TIPP), privant la puissance publique de moyens pour financer l'entretien et l'amélioration des infrastructures. Il est souvent affirmé que la route couvre aujourd'hui plus que son coût grâce à la fiscalité énergétique, ce qui sera progressivement moins vrai à l'avenir. La direction du Trésor anticipe une perte de 11 milliards d'euros de rentrées fiscales (TICPE et TICGN) en 2030, puis une perte de 33 milliards en 2050. Alors qu'elle finançait très largement son coût-système par ses contributions fiscales, la mobilité routière sera porteuse d'une nouvelle équation à l'avenir.

Selon les dernières évaluations disponibles, les efforts d'investissement accomplis en faveur des patrimoines routiers représentaient en 2024 des montants d'environ 14 milliards euros (hors concessions autoroutières), principalement portés par les collectivités. Après une longue période de baisse, **une reprise des dépenses d'équipement routier a été constatée** depuis la stabilisation des dotations (DGF) de l'Etat aux collectivités. Ces dernières leur ont consacré 13,3 milliards d'euros en 2023, contre 11 milliards en 2017¹⁵⁵. Cette augmentation tient en partie à la reprise de l'inflation mais semble aussi se vérifier en euros constants. La part relative des dépenses routières dans les budgets locaux tend néanmoins à se contracter, en partie sous l'effet des contraintes budgétaires des départements et l'envol de leurs dépenses sociales. Il doit être par ailleurs souligné que certaines dépenses des collectivités comptabilisées dans les sections de fonctionnement de leurs budgets sont, en matière routière, intimement liées à des dépenses d'équipement et de Capex. Elles intègrent en fait une bonne part de fournitures et de travaux d'entretien. Le niveau optimal de dépenses à programmer pour l'entretien du réseau et son adaptation aux nouvelles mobilités fait encore débat mais se situerait entre 13 et 15 milliards d'euros par an, sans recettes directement affectées.

Si les **extensions linéaires du maillage ont vocation à se raréfier** (abandons des tracés « greenfield » de grand gabarit, freinage de l'étalement urbain...) et à être remplacées par des opérations essentiellement capacitaires (rocares, élargissements...), l'effort d'investissement va néanmoins devoir être maintenu pour rattraper les retards d'entretien accumulés depuis une quinzaine d'années (notion de « dette grise » qui s'accumule avec les retards et tend à renchérir les coûts de régénération en l'absence d'actions préventives), parachever l'infrastructure de

¹⁵⁵ Julien Desclodure, « Les dépenses de voirie des collectivités locales entre 2013 et 2023 », DGCL, Bulletin d'information statistique n°192, février 2025

recharge (stations, bornes...) voire demain des systèmes de recharge par induction¹⁵⁶, et faciliter la cohabitation de plusieurs types de mobilités. Un rattrapage est en cours dans l'entretien des ouvrages d'art et notamment des ponts, sous l'effet d'une instruction ministérielle prise après la tragédie de Gênes¹⁵⁷.



Source : IDDRIM

L'une des grandes questions portant sur les coûts d'entretien et d'amélioration des réseaux routiers et viaires porte désormais sur **l'inflation que peut provoquer le changement climatique avec les épisodes extrêmes** (inondations, tempêtes, glissements de terrain...) et les canicules prolongées. Le réchauffement peut être à l'origine de certaines baisses de coûts (moins de jours de gel) mais provoquer l'augmentation de beaucoup d'autres, notamment dans les zones concernées par le retrait-gonflement d'argiles (RGA) et les fortes sécheresses. **La résilience des réseaux et ouvrages d'art** passe de fait par des investissements préventifs et des techniques d'entretien renouvelées. Dans l'hypothèse d'un allègement progressif des véhicules, l'usure des chaussées devrait être plus lente et nécessiter moins d'entretien. Les pollutions liées aux rejets de métaux lourds et les coûts de récupération qu'ils impliquent seront a priori beaucoup plus réduits.

Mobilités actives : réorganiser la « cyclabilité » de l'espace français

Devenus obligatoires depuis la loi LOM de 2019 lors des créations ou rénovations de voiries, les aménagements de bandes cyclables sécurisées représentent d'ores et déjà un effort budgétaire conséquent. De 15 000 km en 2010, les pistes cyclables sont passées à 57 000 km en 2022. Une ville comme Paris dispose aujourd'hui de 1000 km aménagés contre seulement 4,3 en 1995. **L'objectif d'augmenter la part modale du vélo, de 3% à ce jour à 12% en 2030 (plan vélo et mobilités actives) reste conditionné par une offre dense** et continue d'axes aménagés, si possible réservés. Les progressions annuelles à deux chiffres des années 2020-2022, puis de 5% en 2023, ont été suivies d'une stagnation des pratiques en 2024¹⁵⁸. Certains y voient les contrecoups des baisses de crédits alloués au Plan vélo. L'essor des pratiques se heurte en milieu dense à des conflits d'usage de la voirie et à un enjeu de maîtrise de l'accidentologie au cœur du récent rapport de l'inspecteur général de l'administration Emmanuel Barbe¹⁵⁹.

Le développement de l'assistance électrique a pour effet d'étirer les distances parcourues et d'effacer l'obstacle des reliefs en étendant la zone de pertinence de l'usage du vélo au profit des espaces périurbains. La pratique du

¹⁵⁶ Des corridors de recharge par induction (qui permettent de recharger les batteries en roulant) sont en phase de test sur l'autoroute A10.

¹⁵⁷ Sur l'évolution des dépenses des acteurs publics et l'état des patrimoines (routes, ouvrages d'art) voir les travaux de l'Observatoire de la route, *Rapport 2024*, IDDRIM, 96 p.

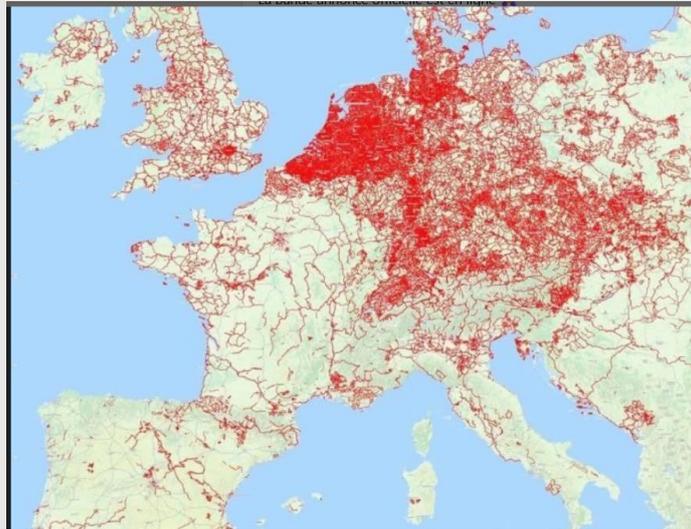
¹⁵⁸ Réseau vélo et marche, « *Fréquentations vélo en France 2024* », Bulletin n°5, 10 janvier 2025, 4 p.

¹⁵⁹ Emmanuel Barbe, *Prévenir les violences et apaiser les tensions pour mieux partager la voie publique*, avril 2025, 117 p.

vélo en milieu rural, pratiquement disparue alors qu'elle était beaucoup plus répandue que dans les villes jusque dans les années 1970, fait aussi son retour à bas bruit dans les territoires les mieux aménagés.

La pratique du vélo doit s'inscrire dans une chaîne de mobilité complète, avec des gares favorisant le stationnement et l'échange modal, des matériels roulants autorisant l'emport de cycles. La « cyclabilité » des grandes distances est progressivement assurée par un **schéma national de véloroutes** créé en 1998 au titre des politiques d'aménagement du territoire et régulièrement actualisé. Il est ainsi passé d'une cible de 13 000 km à 19 500 km puis 26 115 km dans la version de 2023. Il dessine 59 itinéraires dont 10 EuroVélo. 21 655 km étaient déjà ouverts, dont 46% en site propre, le reste à réaliser représentant 4245 km d'itinéraires (610 réalisés en 2024). Le vélotourisme a progressé depuis une quinzaine d'années et très fortement depuis la crise sanitaire (9 millions de séjours de cyclotourisme sont recensés).

Le coût des aménagements en site propre en milieu peu dense sont estimés en moyenne de 50 000 euros par kilomètre. Les politiques vélo conduites dans les espaces urbains plus denses se traduisent par des bouquets d'action (sécurisation, marquage au sol, stationnements, éclairage, signalétique, passerelles, tunnels...) qui représentent des investissements aujourd'hui significatifs dans les budgets d'aménagement ¹⁶⁰.



Source : Damien Deville, *Densité des pistes cyclables en Europe*

¹⁶⁰ Voir Club des villes et territoires cyclables, *Le coût des politiques vélo*, 2020, 96 p.

Les parcs résidentiels et tertiaires contribuent depuis plusieurs années à une baisse notable des émissions de gaz à effet de serre grâce à la performance thermique augmentée des nouvelles constructions d’une part¹⁶¹ mais surtout par les changements d’alimentation énergétique et l’efficacité accrue des équipements. Le réchauffement climatique et les hivers plus doux contribuent également à modérer les consommations finales.

4.1. Agir sur l’enveloppe, les équipements et les usages

Même si elles progressent vers des sources décarbonées (électricité, récupération de chaleur fatale, pompes à chaleur...), ces consommations des parcs résidentiels et tertiaires doivent au demeurant encore fortement baisser pour rester inscrites dans la trajectoire de sobriété énergétique sur laquelle est fondée la stratégie française énergie-climat. **43% des consommations énergétiques proviennent des bâtiments**, essentiellement pour fournir de la chaleur (ou du froid), de l’eau chaude sanitaire mais également pour assurer le fonctionnement des équipements intérieurs (cuisson, électroménager, audio-visuel, numérique...). Une plus grande sobriété dans les usages est naturellement indispensable à l’atteinte des objectifs très ambitieux de réduction de l’empreinte énergétique nationale.

A service rendu comparable, beaucoup est également escompté des progrès des matériels mis en marché. L’augmentation programmée des prix de l’énergie, y compris de l’électron, est de nature à encourager les comportements de sobriété et limiter les effets-rebond. De tels efforts seront d’autant plus nécessaires que de nouveaux postes de consommation, au développement exponentiel, ont surgi avec les activités numériques : téléchargements, VOD, internet des objets, cloud, intelligence artificielle générative...

En parallèle de la décarbonation du flux énergétique qui les alimente, les baisses de consommation des logements et bâtiments tertiaires sont attendues de leur efficacité thermique (« l’enveloppe ») et des efforts de rénovation engagés en ce sens. Parmi les **21 millions de bâtiments résidentiels** (38 millions de logements) et les 973 millions de mètres carrés de bâtiments tertiaires recensés en France, **nombre d’entre eux restent marqués par de faibles performances thermiques**. Le chantier de leur rénovation représente le principal effort d’investissement public et privé programmé à l’horizon 2050. Pour rappel, les objectifs de la SNBC sont d’atteindre un rythme de croisière annuel de 370 000 rénovations énergétiques d’ampleur de logements d’ici 2030 puis de monter en cadence pour viser 700 000 rénovations d’ampleur par an entre 2030 et 2050.

Le modèle économique de ce vaste chantier industriel repose implicitement sur les baisses de facture énergétique que les améliorations thermiques peuvent apporter (sous réserve d’un usage des biens inchangé voire optimisé¹⁶²). Le retour sur investissement des travaux de rénovation, à un horizon temporel donné, est tributaire de plusieurs facteurs :

- Le **prix de base de l’énergie** (et des politiques publiques qui, selon les contextes, l’accroissent ou le tempèrent),
- **L’état initial du bien** mis en rénovation et son caractère plus ou moins énergivore (dont dépendra le gain marginal apporté par un euro dépensé dans la rénovation).

En toute logique, le coût d’abattement du carbone comme le coût-efficacité d’un chantier de rénovation varient en fonction des sauts qualitatifs qu’il est possible de franchir avec un même budget de travaux. Notre premier rapport a déjà permis de faire état des différentes évaluations (Cour des Comptes, Conseil d’analyse économique...) des systèmes d’aide déployés depuis une quinzaine d’années. Le passage d’un crédit d’impôt à des primes a permis d’améliorer le ciblage des aides et leur caractère pilotable. Les dispositifs d’accompagnement déployés sur le terrain (France Renov), adossés aux collectivités, préfigurent un **véritable service public de la rénovation** qui devrait contribuer à fiabiliser les filières, soutenir la qualification des artisans (RGE), sécuriser les particuliers et les copropriétés dans leurs choix et leurs plans de financement, recommander des bouquets de travaux à impacts optimisés.

Selon une évaluation réalisée au sein du Conseil d’analyse économique, seule une partie (26%) des opérations de rénovation énergétique des résidences principales, en normes BBC, trouve sa propre rentabilité (calculée sur un horizon de 25 ans), sans avoir besoin de soutiens publics¹⁶³. On sait que ceux-ci jouent un rôle déclencheur

¹⁶¹ Le parc bâtiementaire est en réalité très inerte. Si les nouvelles constructions représentent l’équivalent de 1% du parc total chaque année, seulement 10% d’entre elles remplacent des immeubles démolis. Le taux de renouvellement réel des patrimoines est de fait de l’ordre de 0,1%.

¹⁶² Un « effet rebond » est souvent constaté après rénovation, ce qui réduit de 20% environ en moyenne les gains théoriques attendus des rénovations.

¹⁶³ Gabrielle Fack et Louis-Gaëtan Giraudet, « *Efficacité énergétique des logements : rénover l’action publique* », Les notes d’analyse du Conseil d’analyse économique, n°81, juin 2024, 12 p.

important dans les décisions de travaux. **La propension à investir des particuliers est freinée par la « préférence pour le présent ».** Cette préférence élève le seuil de rentabilité à partir duquel l'épargne est mobilisée pour investir. Toutes les études confirment que cette préférence est renforcée parmi les catégories sociales les plus modestes. La décision d'investir est également freinée par l'accès au marché du crédit. Les bailleurs privés ont des difficultés à répercuter le coût des travaux sur les loyers des occupants. L'habitat collectif est pour sa part confronté à des temps de décision très longs et à des désaccords fréquents au sein des assemblées syndicales. Ces « barrières » à l'investissement réduisent à 5%, selon les évaluations du CAE, les rénovations réalisables et rentables sans aide publique.

En intégrant les considérations sociétales (climat, santé), la rentabilité socioéconomique des rénovations s'élève en revanche à 55% et même à 65% si la valeur tutélaire du carbone est fixée à 500 euros par tonne évitée. Le pourcentage d'émissions eqCO² évitées atteindrait alors 82% selon les auteurs. Passer du seuil des 26% de rénovations spontanément « rentables » à l'objectif de 55% revient à un nouveau besoin de financement annuel de 2 à 3 milliards d'euros jusqu'en 2050. Sans abaissement des différentes barrières à l'investissement privé, le besoin de soutiens publics est réévalué à 6 milliards d'euros annuels.

Tableau 1. Logements dont la rénovation est rentable socialement mais pas d'un point de vue privé

Caractéristiques des logements			Caractéristiques des ménages concernés			
Performance énergétique	DPE C	18 %	Statut d'occupation	locatif social	23 %	
	DPE D	33 %		locatif privé	31 %	
	DPE E, F, G	49 %		propriétaire	45 %	
Vecteur énergie	Gaz	63 %	Revenu		occupants	propriétaires
	Électricité	20 %		Q1	24 %	8 %
	Fioul	16 %		Q2	21 %	12 %
	Autres	1 %		Q3	18 %	12 %
Type de logement	logement individuel	35 %		Q4	18 %	17 %
	logement collectif	65 %	Q5	18 %	52 %	

Lecture : Parmi les logements dont la rénovation est rentable pour la société mais pas pour les ménages, 45 % sont occupés par leurs propriétaires et 31 % sont loués, 52 % des propriétaires de ces logements appartiennent au dernier quintile de ces revenus (20 % des plus aisés) et 24 % sont occupés par des ménages appartenant au 1^{er} quintile (20 % les moins aisés).

Source : Giraudet L.-G. et Vivier L. (2024) : *op. cit.*

Source : Conseil d'analyse économique

A travers les différents régimes d'aides développés à l'échelle nationale, souvent complétés par des subventions des collectivités, de l'ordre de **8 milliards d'euros se retrouvent déjà mobilisés chaque année.** Le chantier de la rénovation « bâtementaire » constitue de fait le principal poste de dépenses d'investissement additionnelles identifié par les rapports évoqués dans notre premier chapitre, notamment le rapport Pisani-Ferry Mahfouz.

Malgré les restrictions des enveloppes budgétaires intervenues dans le cadre des dernières lois de finances, **l'ANAH a préservé d'importantes capacités d'engagement en 2025** avec un budget total d'intervention de 4,4 milliards d'euros, soit 16% de plus qu'en 2024 selon sa directrice générale. 70% sont constituées d'aides à la pierre déléguables aux collectivités et bonifiables à leur initiative. Avec une enveloppe de 3,4 milliards d'euros, MaPrimeRénov constitue le levier principal de son intervention¹⁶⁴. Les taux de TVA réduits et les certificats d'économie d'énergie (CEE), auxquels près de 200 types de travaux sont éligibles (tant sur l'enveloppe que les modes de chauffage), de même que les prêts à taux zéro, constituent des leviers complémentaires puissants. Orientées vers des démarches de performance globale, jouant à la fois sur l'enveloppe et le flux énergétique, les aides de l'ANAH gagnent progressivement en coût-efficacité. La stabilisation des dispositifs a permis de relancer les projets de rénovation d'ampleur permettant de franchir plusieurs catégories en matière de diagnostic de performance énergétique (DPE), leur rythme ayant triplé entre le premier trimestre 2025 (plus de 17 000 rénovations) et le premier trimestre 2024. 80% de ces rénovations d'ampleur concernent les logements classés en F ou G, ce qui atteste d'un ciblage plutôt efficace¹⁶⁵.

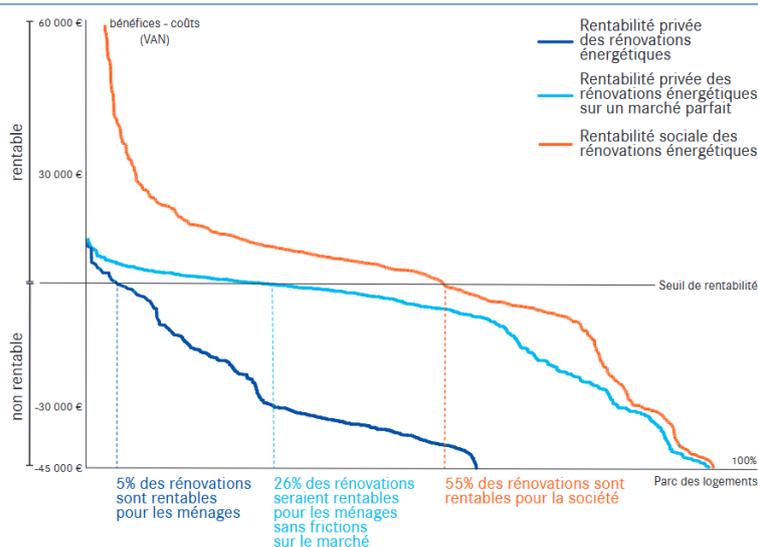
¹⁶⁴ MaPrimeAdapt' est dotée de 261 millions en 2025 et MaPrimeLogementDécent de 105 millions. 320 millions d'euros sont consacrés aux dépenses d'ingénierie, dont le financement du service public France Renov'.

¹⁶⁵ La très forte consommation des enveloppes allouées à MaPrimeRénov et aux rénovations globales est, avec le constat d'un nombre croissant de fraudes, ce qui a conduit le gouvernement à suspendre les dépôts de dossier en juin 2025 jusqu'à la fin de

Pour les **bailleurs sociaux**, les **efforts de rénovation** de leur parc de 5,6 millions de logements vont fortement **soliciter leurs fonds propres**, affectés par la réforme de 2017, et contrarier leurs efforts de construction. Ont été évoquées dans notre premier rapport les estimations des besoins d'investissement nécessaires réalisées par la Fédération des offices HLM, les différentes stratégies possibles pour progresser vers une performance élevée (bâti, chauffage, usages) et la diversité des contextes territoriaux¹⁶⁶. Les acteurs du logement social militent pour obtenir un équivalent du dispositif MaPrimeRénov, financé à partir des certificats d'économie d'énergie (CEE).

Notre premier rapport soulignait également que **les CEE sont sur-mobilisés au service de la rénovation thermique des logements individuels**, au-delà de leur poids relatif dans les émissions (et même de leur part dans les consommations finales d'énergie). Un rééquilibrage de l'emploi des certificats au profit des copropriétés, des logements sociaux, du parc tertiaire voire des mobilités restreindrait les budgets essentiellement orientés à ce jour vers la rénovation thermique des maisons. Au-delà de ce rééquilibrage, l'instrument des CEE est confronté à d'importantes remises en cause de son efficacité.

Figure 2. Rentabilité privée et sociale de la rénovation sur l'ensemble du parc (valeur actualisée nette)



Source : Giraudet L.-G. et Vivier L. (2024) : « Analyse socio-économique de la rénovation énergétique des logements », *Focus* n° 106, juin.

Source : France stratégie

4.2. Quel avenir pour les certificats d'économie d'énergie (CEE) ?

Reposant sur le principe des systèmes de certificats négociables (conçus par l'économiste canadien Herman Dales dans les années 1970), ils sont valorisés par le renforcement des objectifs quantitatifs d'économies d'énergie et des obligations quantifiées assignées aux fournisseurs. Fonctionnant comme un marché, ils imposent de donner une **valeur-type à des opérations standardisées**, ce qui est la source de nombreux problèmes compte tenu de la complexité de la rénovation énergétique des logements ou bâtiments. Les CEE sont considérés comme insuffisamment ciblés et exposés à des détournements fréquents faute de pilotage adapté. Certains travaux de recherche ont montré la propension de ces mécanismes à surestimer la valorisation énergétique des opérations standardisées et à multiplier les effets pervers, liés à l'**asymétrie d'information entre prestataires et clients**, qui favorisent l'éviction du marché des professionnels les plus rigoureux¹⁶⁷. Les certificats pèsent relativement lourd sur les factures des ménages pris dans leur ensemble, avec un effet très régressif. Représentant un surcoût moyen de 164 euros par ménage (4% des factures), l'impact peut monter jusqu'à 300 euros par an pour un ménage occupant une passoire thermique.

l'année. Cette annonce, énoncée de manière assez confuse voire contradictoire par différents ministres (au moment où ces lignes sont écrites), provoque un mouvement de panique parmi les professionnels de la filière et les particuliers.

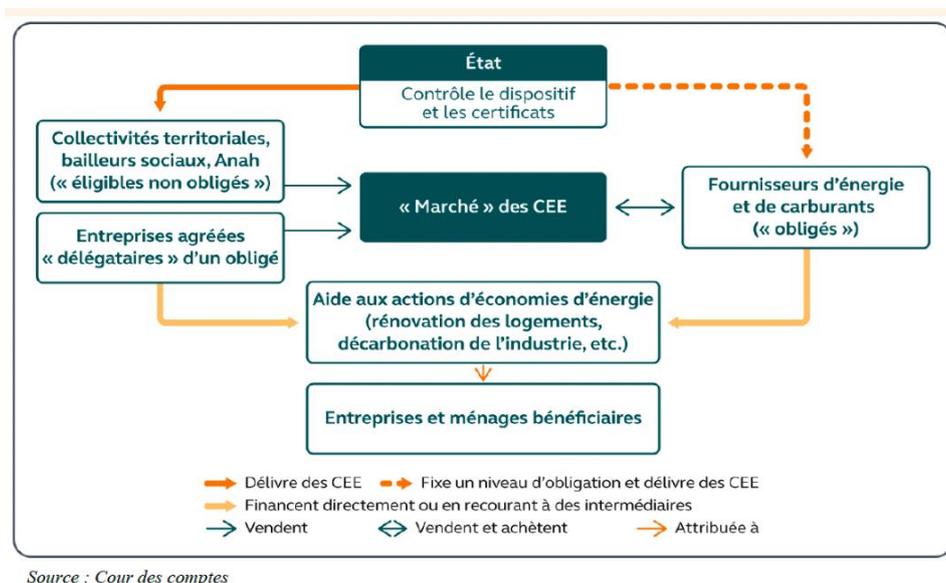
¹⁶⁶ Fédération des offices HLM, *Loi Climat et Résilience & Stratégie nationale bas carbone, Scénarisation des investissements des adhérents de la FOPH pour répondre aux enjeux*, septembre 2024. Les besoins sont estimés à 82 milliards d'euros au total soit un effort de trois milliards par an. Voir aussi un document qui propose des scénarios graduels de rénovation. Union régionale pour l'habitat des Hauts-de-France, *Plan de transition environnementale du mouvement HLM des Hauts-de-France*, 2023, 73 p.

¹⁶⁷ Mathieu Glachant, Victor Kahn, François Lévêque, « Une analyse économique et économétrique du dispositif des certificats d'économie d'énergie (CEE) », MinesParisTech-PSL, octobre 2020, 23 p.

Plusieurs rapports publics¹⁶⁸ ont conclu à l'impératif de repenser ce **mécanisme de financement extra-budgétaire**, représentant déjà **6 milliards d'euros** avant l'entrée en vigueur en 2027 des nouveaux quotas carbone étendus aux mobilités et au chauffage des bâtiments. Sous la pression, la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) a lancé en septembre 2024 un appel à programmes, présenté comme inédit, visant à obtenir des outils d'évaluation technique et économique des CEE. Afin d'améliorer l'efficacité des certificats en vue de la 6^{ème} période (2026-2030), deux réseaux associatifs ont appelé à une refonte radicale avant l'entrée en vigueur du nouveau marché carbone européen (ETS 2)¹⁶⁹. Ils dénoncent la capture du dispositif par des intermédiaires (fournisseurs, démarcheurs) qui prélèvent jusqu'à 25% de la valeur des certificats (voire 55% de frais et marges pour les opérations « *isolation à un euro* ») ; les frais de gestion de l'ANAH et des collectivités étant de 4 à 5 fois inférieurs. **Tout en ayant contribué à la massification de la rénovation énergétique, les CEE ont encouragé des projets d'inégale qualité et de rendement faible au regard du coût mobilisé.** En reprenant à leur compte les conclusions des rapports de la Cour des Comptes, de l'Ademe et des inspections générales ministérielles, les deux réseaux associatifs concluent à un très faible retour sur investissement des euros facturés aux consommateurs avec le système en vigueur (de l'ordre de 3 TWh d'économies d'énergie réelles). Parmi les critiques :

- Une répercussion des certificats sur la facture qui fragilise les ménages les plus exposés à la précarité énergétique,
- Une conception déficiente des fiches d'opérations standardisées, co-élaborées avec les professionnels concernés (au risque de conflits d'intérêt), qui tend à surestimer les économies d'énergie,
- Une multiplication des fraudes et des non-conformités trop longtemps minimisée,
- Des effets d'aubaine importants qui profitent à de très nombreux « petits travaux » ou gestes qui seraient intervenus sans ces aides¹⁷⁰.

Ils invitent au **recentrage des CEE**, pour la prochaine période, sur des politiques ciblées et accompagnées par les collectivités sur le terrain, tout en élargissant l'éligibilité des rénovations de copropriétés et le financement du leasing social permettant aux ménages modestes d'acquérir un véhicule électrique. A montant comparable, les économies d'énergie effectives devraient être triplées selon leurs calculs.



Source : Cour des comptes

¹⁶⁸ Parmi les rapports d'évaluation, pour la plupart critiques : IGF-CGEDD, Revue de dépenses. *Aides à la rénovation énergétique des logements privés*, 2017, 271 p. Cour des Comptes, *Les certificats d'économies de l'énergie : un dispositif à réformer car coûteux et complexe pour des résultats incertains*, 2024, 160 p. *Revue du dispositif des certificats d'économies d'énergie en préparation de la 6^{ème} période*, mission commune Inspection générale des finances, Conseil général de l'économie, IGEDD, juillet 2024, 250 p. Gabrielle Falck et Louis-Gaëtan Giraudet, *Efficacité énergétique des logements : rénover l'action publique*, Les notes du Conseil d'analyse économique, n°81, juin 2024, 12 p.

¹⁶⁹ CLER et AGIR pour le climat, *Dossier de presse : 6^{ème} période des CEE : comment coupler efficacité et équité ?*, 11 p, avril 2025.

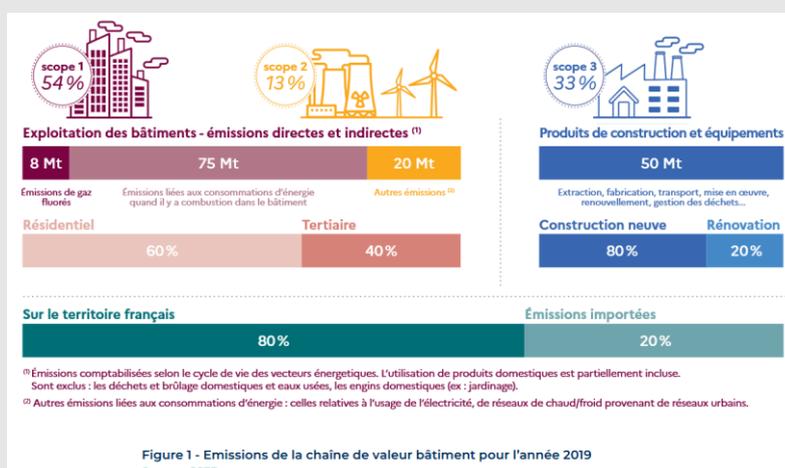
¹⁷⁰ op. cit.. « L'effet d'ajout de travaux non prévus n'est attesté que dans 60% des rénovations au mieux : un taux de 30% à 50% d'aubaine pour les particuliers est relevé dans l'évaluation de l'ADEME de 2019, et de plus de 50% dans l'étude Mines PSL. Dans le secteur résidentiel, sur 4 milliards d'euros par an prélevés sur les factures des ménages depuis 2019, seuls les deux tiers (environ 2,3 milliards d'euros par an) sont reversés en incitations financières et moins d'un quart (1 milliard d'euros par an) sont reversés pour des travaux supplémentaires (sans fraudes et non déjà prévus sans les aides)».

Parc tertiaire : augmenter la cadence

Parmi les investissements publics et privés supplémentaires à engager dans la décarbonation du secteur du bâtiment dans son ensemble (estimés entre 20 à 30 milliards par an d'ici 2030), un effort d'accélération est à fournir sur les bâtiments tertiaires (commerces, bureaux, établissements scolaires, hôpitaux...). Parmi les **22 milliards d'euros dépensés en 2022, 16,4 milliards l'ont été dans le résidentiel et seulement 5,7 milliards dans le tertiaire** selon les calculs de l'institut I4CE, soit un rapport d'environ trois pour un (alors que tertiaire représente 40% des émissions du bâtiment et 270 TWh de consommation finale d'énergie). I4CE préconise un doublement des efforts portés sur le résidentiel à l'horizon 2030, mais un triplement de ceux consacrés au tertiaire (public ou privé).

Malgré le volontarisme des objectifs de la loi de 2019 et du décret tertiaire en matière de gains de performance¹⁷¹, les **opérations de rénovation restent freinées par leur faible rentabilité économique**, et des retours sur investissement qui excèdent la durée de vie de l'installation. Les mécanismes de tiers-financement, de type contrat de performance énergétique (CPE), peinent à prendre leur essor en France. Malgré les encouragements donnés par le Grenelle de l'environnement, seulement 380 CPE ont été signés entre 2008 et 2021 et très peu ont reposé sur une avance de financement par le prestataire privé.

Alors que le tertiaire public (celui des collectivités notamment) est accompagné par des dotations de l'Etat (DSIL, Fonds vert) gérées à une échelle déconcentrée, les **aides à la disposition du tertiaire privé restent plus morcelées** et à moindre effet de levier. Les utilisateurs des bâtiments sont en outre rarement les propriétaires. Ces derniers n'ont qu'une connaissance réduite des factures de consommation. Les incitations aux travaux sont jugées insuffisantes à ce jour malgré les aides de l'Ademe pour établir des diagnostics et la capacité théorique de valoriser des CEE. Le modèle économique préconisé par l'Institut de la finance durable¹⁷² est d'accélérer l'amortissement des investissements liés aux rénovations et de permettre au propriétaire de répercuter le coût des travaux dans les loyers une fois réalisés (par dérogation au principe général), à l'instar des possibilités offertes aux bailleurs sociaux (à travers la « 3^{ème} ligne de quittance »). Des politiques de certification adaptées doivent permettre également d'agir sur la valorisation des biens rénovés et la formation des plus-values. Pour les patrimoines des collectivités, l'institut préconise un fort accompagnement en ingénierie (services de l'Etat, intercommunalités), une refonte des règles de la comptabilité publique et une simplification de l'accès aux mécanismes de tiers-financement dans le prolongement de la loi de 2023¹⁷³.



Source : Institut de la finance durable

¹⁷¹ Le décret tertiaire n°2019-771 du 23 juillet 2019 vise essentiellement la performance thermique des bâtiments plus que la décarbonation de leur fonctionnement. Il vise une baisse de 40% des consommations en 2030, 50% en 2040 et 60% en 2050.

¹⁷² Institut de la finance durable, *Freins et leviers sectoriels au financement de la transition écologique. Le cas de la décarbonation du bâtiment*, mai 2024.

¹⁷³ Loi n° 2023-222 du 30 mars 2023 visant à ouvrir le tiers financement à l'Etat, à ses établissements publics et aux collectivités territoriales pour favoriser les travaux de rénovation énergétique. Elle crée une nouvelle formule contractuelle, le marché global de performance (MPGP), qui est volontairement distinguée des formules de partenariat public-privé (marché de partenariat) dans lesquelles la collectivité se déleste de la maîtrise d'ouvrage de son immeuble ; une condition qui fait souvent office de repoussoir. L'encadrement très strict de cette procédure, qui réintroduit la possibilité de paiement différé, conduit certains spécialistes à douter de son succès.

Représentant près d'un milliard de mètres carrés (dont environ un tiers public) le parc immobilier tertiaire se transforme en général de manière plus rapide que les logements, ce qui permet d'intégrer au fil de l'eau les nouvelles réglementations thermiques, une ergonomie différente des locaux et des équipements intérieurs. Il consomme de l'énergie sur des plages horaires différentes de celle du parc résidentiel et peut fortement progresser en termes d'usages. Outre la performance thermique intrinsèque du bâtiment et les sources énergétiques utilisées, de nombreux progrès peuvent provenir de l'utilisation des locaux et des choix des équipements utilisés. Dans une note de l'Institut Sapiens, Philippe Charlez préconise, après comparaison de trois scénarios, de fournir un effort massif et prioritaire sur le **taux d'occupation énergétique (TOE) des bâtiments tertiaires**, notion qui rapporte la surface « énergétisée » à la surface totale¹⁷⁴. Ce TOE est de 84%, bien supérieur à l'occupation physique des surfaces (40% en moyenne), ce qui met en évidence des **consommations disproportionnées et superflues par rapport aux besoins**. Dit autrement, des volumes considérables sont chauffés, éclairés et climatisés pour un usage quasi-nul. Combinée avec un changement des équipements et un effort de rénovation ciblé sur les « passoires », l'action prioritaire portée sur le TOE serait pour l'Institut Sapiens et l'auteur de la note la stratégie la plus coût-efficace.

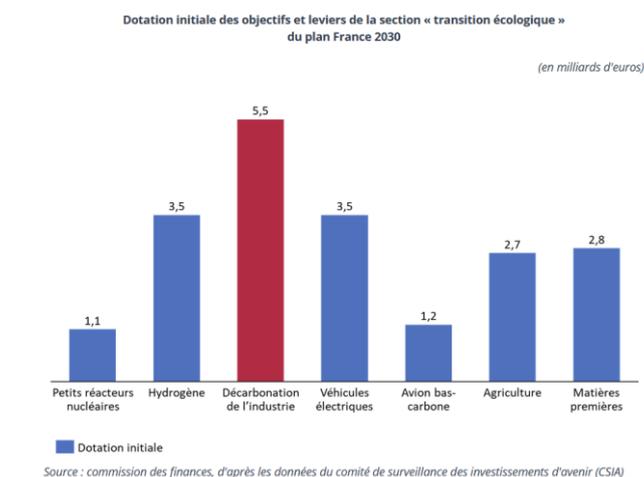
Une **réduction du TOE à 50% à l'horizon 2030 est possible** en activant les leviers de la sobriété (éclairage réduit, suppression des illuminations nocturnes, interdiction des terrasses chauffées, abaissement du chauffage l'hiver et de la climatisation l'été...) et en investissant dans la domotique. **Cette action sur les usages pourrait ainsi effacer 54 TWh de consommation finale d'énergie d'ici 2050** selon l'étude. L'action de rénovation pourrait être recentrée sur les bâtiments classés en catégories E,F ou G pour les conduire à minima à la classe D. Les équipements thermiques seraient systématiquement remplacés par des pompes à chaleur aérothermiques, des chauffe-eaux thermodynamiques, des plaques à induction pour décarboner le parc. Ce scénario était chiffré à un effort d'investissement brut de 78 milliards d'euros nets pour les entreprises (en tenant compte de 46 milliards de subventions publiques) à l'horizon 2050, soit un effort d'environ 2,6 milliards par an en moyenne. La valeur actualisée nette (VAN) de ce scénario serait positive dès 2030 et atteindrait 93 milliards en 2050. Le scénario de l'isolation maximale, encouragé implicitement par le décret tertiaire dans son actuelle rédaction, est en revanche, selon l'auteur, budgétivore et de faible intérêt.

¹⁷⁴ Philippe Charlez, *Quelle stratégie pour décarboner le tertiaire ?*, Note de l'Institut Sapiens, avril 2023, 29 p.

Chapitre 5 – Effacer les émissions industrielles : calibrer les aides publiques

Responsable de 18% des émissions de gaz à effet de serre recensées en France, le secteur industriel (hors énergie) fait figure de variable clef des chantiers de décarbonation de l'économie nationale. Le projet d'actualisation de la stratégie française énergie climat (SNBC3) prévoit en conséquence un objectif de réduction d'émissions de l'ordre de 26 millions de tonnes d'ici 2030 (71 Mt en 2022 à 45 Mt en 2030). Afin de décliner la nouvelle ambition du Pacte vert européen et de l'ajustement à 55% (« Fit for 55 ») des baisses d'émissions en 2030 en référence à 1990, les efforts attendus de l'industrie sont réhaussés de 10 Mt eqCO² par rapport aux budgets carbone de la SNBC2.

Ce changement de cadence présuppose de **lourds investissements industriels, adossés à des financements privés et publics** selon des clefs de répartition qui restent encore à préciser. Les travaux de modélisation du Trésor estimaient entre 2 et 3 milliards d'euros par an jusqu'à 2030 les investissements industriels nécessaires à l'atteinte des objectifs de la SNBC2 et les ont relevés de 5 milliards par an pour faire face aux objectifs du projet de SNBC3. De nombreux dispositifs ont vu le jour dans le cadre des plans France relance puis France 2030, dotés de moyens exceptionnels, pour accompagner les industriels¹⁷⁵. Le Sénat a proposé une analyse détaillée des financements publics alloués à ce chantier tout en préconisant un surcroît de transparence et d'information du Parlement sur sa mise en œuvre¹⁷⁶.



Source graphique : Sénat

L'accompagnement financier des acteurs industriels par des subventions publiques de tous types (« aides d'Etat » au sens européen) suppose une doctrine précise d'intervention afin de **ne pas susciter d'effets d'aubaine ou de distorsions de concurrence entre acteurs de marché**. Instruits par l'Ademe, les appels à projets du plan France 2030 pour accompagner les grands projets de décarbonation profonde sont censés viser des projets non-rentables à court terme et de compléter le financement privé sur une période de 15 ans. Les règles d'allocation sont préalablement validées par la Commission européenne dans son rôle de supervision des aides publiques aux entreprises (« aides d'Etat »). La sélection des projets s'opère par une mise en concurrence à travers un mécanisme d'enchères fondé sur l'efficacité de l'aide publique au regard des émissions effacées. On notera que les aides destinées à de nouvelles implantations industrielles situées dans des filières stratégiques pour les transitions (batteries, hydrogène...) obéissent à des règles proches, avec un calcul de la valeur actuelle nette (VAN)

¹⁷⁵ Les différents fonds et programmes d'accompagnement des industriels dans leurs stratégies de décarbonation sont encore difficiles à évaluer dans leurs effets respectifs et leurs incidences budgétaires. Les chiffres divergent à ce sujet dans les différentes communications gouvernementales. Certains documents évoquent 27 milliards d'euros mobilisés par le plan France 2030 mais ces enveloppes intègrent des programmes de recherche d'ampleur pour des innovations de rupture (décarbonation de l'aérien, nouveau nucléaire...). Le périmètre pris en compte est de fait très extensif. Certains projets annoncés sont en outre reportés, à l'instar des soutiens à la décarbonation des sites de Mittal, malgré des soutiens publics prévus de 850 millions d'euros.

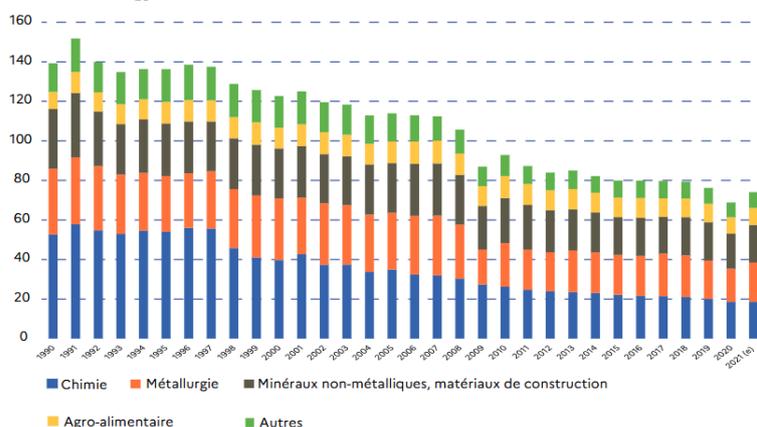
¹⁷⁶ Sénat, *Rapport d'information de la commission des finances sur les aides à la décarbonation de l'industrie du plan France 2030*, mai 2024, 89 p.

des projets qui permet de dimensionner les aides publiques au juste niveau nécessaire pour garantir leur rentabilité sans susciter un effet d'aubaine¹⁷⁷.

Analyser les productions au prisme de leur empreinte carbone

L'industrie a contribué en France à la **moitié des baisses d'émissions constatées depuis 1990**. Ces baisses sont imputables aux progrès des procédés (efficacité énergétique, électrification, substitution du gaz au charbon...), très élevés dans le secteur de la chimie notamment (cf. graphique ci-dessous), mais aussi aux délocalisations des activités lourdes et des approvisionnements des entreprises (500 milliards d'euros d'intrants de nos propres chaînes de valeur sont importés). Nouveaux procédés productifs et délocalisations des approvisionnements ont joué un rôle majeur dans cette trajectoire mais ont contribué à une « **fuite de carbone** » vers des pays tiers. Une partie non-négligeable des émissions se retrouvent de fait dans cette empreinte carbone nationale même si elles n'apparaissent plus dans les émissions territoriales. Alors que les émissions de GES par habitant sont en France estimées autour de 6 tonnes, soit l'un des meilleurs scores en Europe, l'empreinte carbone par habitant est en revanche beaucoup moins favorable (environ 11 tonnes par habitant). Plus de la moitié de cette dernière est désormais incorporée dans les importations.

Graphique 2 - Évolution des émissions directes de l'industrie manufacturière depuis 1990 par secteur (en MtCO_{2e})



Source : CITEPA, Rapport national d'inventaire format Secten, édition 2022.

Source : Direction générale des entreprises

Peu présente jusqu'en 2022-23 dans le débat public, la problématique du **contenu carbone de nos consommations finales** s'est peu à peu réinvitée dans les discussions. L'inventaire territorial retenu dans les négociations internationales (protocole de Kyoto, Accords de Paris...) et le Pacte vert européen s'avère en fait très problématique en pouvant exercer un effet incitatif à la désindustrialisation ou à la baisse des volumes de production « made in France ». Pour illustrer ce propos, les seuls sites de Mittal de Dunkerque et Fos-sur-Mer ont réduit en 2023 leurs émissions de près de 4 millions de tonnes sous l'effet des baisses de production constatées dans un contexte de faible demande d'acier et de hausses de coûts de l'énergie en Europe. Les baisses d'émissions industrielles nationales de 7% (qui ont permis à la France de respecter sur le fil son budget carbone) sont imputables à ces effets conjoncturels qui pourraient devenir structurels si les sites sidérurgiques étaient à l'avenir menacés.

L'objectif de décarbonation du secteur manufacturier est de tendre vers un scénario « zéro émissions » de l'industrie à l'horizon 2050 ; objectif qui ne pourra être totalement atteint en valeurs brutes. Une part des usages de

¹⁷⁷ Voir l'étude de cas réalisée sur le projet d'usine de batteries de nouvelle génération Prologium à Dunkerque par Cyprien Batut et Jonas Kaiser, « *Evaluer les projets industriels à l'aide de la grille Best-Invest Prologium Technology Co à Dunkerque* », Institut avant-garde, mai 2025, 11 p. La valeur actuelle nette (VAN) est établie en évaluant la somme des flux de trésorerie futurs actualisés au taux reflétant le niveau de risque du projet minoré des coûts d'investissements initiaux engagés. Les évaluations de la Commission européenne tiennent également compte des retombées socio-économiques et effet positifs à attendre du projet (R&D, emploi, autonomie stratégique...) en les comparant aux potentiels effets négatifs.

produits fossiles restera incompressible, principalement dans les intrants (matières). Ces émissions brutes résiduelles devront être **compensées à travers les leviers de séquestration** pour aboutir à la neutralité carbone. La décarbonation de l'industrie française s'inscrit ainsi dans un temps long et un déploiement par paliers. Elle doit de surcroît tenir compte d'une inflexion majeure, à savoir la volonté des pouvoirs publics, assez largement partagée¹⁷⁸, d'inverser le mouvement historique de désindustrialisation qui a marqué l'économie française depuis le choc pétrolier des années 1970. Cette ambition de renouveau industriel n'en rend que plus nécessaire l'effort de décarbonation des sites existants. Elle peut dans le même temps **valoriser les avantages comparatifs du mix électrique national très largement décarboné** (grâce au poids historique du nucléaire et de l'hydro-électricité) et la montée en puissance progressive des EnR électriques (éolien, photovoltaïque).

5.1 La décarbonation comme levier de réindustrialisation

Au regard de la SNBC2, la nouvelle trajectoire de décarbonation de l'industrie doit désormais intégrer les enjeux de réindustrialisation et les ressauts de consommation d'énergie qu'ils présupposent. Regagner quelques centaines de milliers d'emplois et de l'ordre de deux points de valeur ajoutée industrielle dans le PIB pour rééquilibrer la balance commerciale française équivaut à des besoins énergétiques supplémentaires de l'ordre d'une trentaine de TWh de consommations énergétiques finales à l'horizon 2030 et environ 60 TWh en 2050 dans le scénario haut de réindustrialisation qu'a étudié RTE (scénario de réindustrialisation « profonde »). Cette ambition présuppose de **nouvelles capacités électriques** (production, réseau, stockage) mais également **des solutions énergétiques diversifiées** (récupération de chaleur fatale, biomasse à partir du bois ou des déchets, pompes à chaleur, géothermie...).

Energie de transition, le gaz doit demeurer une solution mobilisable tout en incorporant une part croissante de renouvelable dans le mix gazier. On notera que ce surplus de consommations énergétiques aura pour effet, par construction, d'accentuer les efforts de sobriété énergétique demandés aux autres secteurs (mobilités, résidentiel...) afin que soit respecté un second objectif de la stratégie française énergie-climat : la réduction de la consommation énergétique globale de 28% en 2030 par rapport à 2012.

Dans une communication de fin novembre 2024 (*Dossier de presse Ambition pour l'industrie des services du Premier ministre*) le gouvernement revendiquait 130 000 emplois industriels créés depuis 2017 en solde net et 400 ouvertures nettes d'usines de sites depuis 2022, tout en faisant état des nouvelles vagues de défaillances, plans sociaux et fermetures qui affectent les tissus manufacturiers. Son intention était de simplifier les réglementations et alléger les transpositions de textes européens, exonérer les usines de la comptabilité foncière du ZAN, supprimer les sanctions pénales associées à l'application de la directive européenne CRSD. Le contexte politique a ajourné temporairement ces orientations mais elles font désormais l'objet d'un large consensus eu égard aux enjeux de souveraineté industrielle, de commande passée aux industries de défense et de production des équipements nécessaires aux transitions.

L'accélération de la décarbonation présuppose un déploiement massif des équipements de nouvelle génération : pompes à chaleur, véhicules électriques, panneaux photovoltaïques, aérogénérateurs, électrolyseurs... 60% à 70% des nouvelles usines ouvertes en France en 2023 et 2024 relèvent de ces filières, de même que la plupart des projets de « gigafactories » annoncés d'ici 2030. Le renforcement des capacités industrielles dans ces domaines se révèle indispensable pour éviter un creusement supplémentaire de la balance commerciale nationale. De cinq milliards d'euros en 2019, les déficits commerciaux constatés dans les trois secteurs clefs des énergies renouvelables et de récupération, des mobilités terrestres à faibles émissions et du bâtiment résidentiel sont passés, selon l'Ademe, à plus de 18 milliards en 2022¹⁷⁹.

Le graphique ci-après illustre la prédominance chinoise dans la fabrication des équipements installés en réponse aux appels d'offre de la CRE.

¹⁷⁸ Cette adhésion transpartisane aux objectifs de réindustrialisation et de souveraineté a été illustrée à l'automne 2024 par la tribune co-signée par de nombreuses personnalités politiques telles que Bruno Lescure, Yannick Jadot, Valérie Pécresse, Xavier Bertrand pour appeler au renforcement des moyens budgétaires alloués à la décarbonation de l'industrie. Plus de 50 personnalités ont signé ce texte dont 5 présidents de régions, une trentaine de parlementaires, de nombreux maires et présidents d'agglomération.

¹⁷⁹ Ademe, *Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans les secteurs des énergies renouvelables et de récupération, des transports terrestres et du bâtiment résidentiel, Situation 2020-2022, Estimation préliminaire vs. Objectifs PPE-SNBC 2023*. Synthèse générale. 2024, 31 pages.

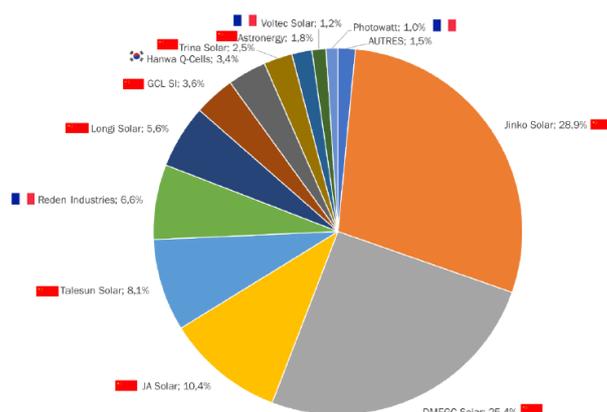


Figure 73 : Répartition de la puissance installée cumulée retenue par fabricant de modules photovoltaïques (pourcentage de la puissance cumulée retenue) – PV Bâtiment

Source : CRE

De fait, les transitions énergétique et écologique ne sont pas seulement des opportunités pour favoriser la réindustrialisation. Elles en accentuent le caractère impératif tout en interrogeant les capacités nationales à accueillir de nouvelles implantations en site vierge (« *greenfield* ») dans des délais courts (sites « clefs en mains », réduction des temps d'instruction, sécurisation des procédures...), à passer à l'échelle industrielle des projets prototypes, à mobiliser du capital patient sur des projets gourmands en immobilisations, à regagner en compétitivité-coût par des prix de l'énergie moins élevés et moins volatiles.

La France disposant d'une électricité bas carbone à prix de revient très compétitifs, **les productions « made in France » affichent de fait un très bon bilan GES**, essentiellement lié au « scope 2 » (approvisionnement énergétique) de sites industriels qui, en revanche, n'ont pas toujours été assez modernisés dans leurs process¹⁸⁰. Cet avantage comparatif doit être naturellement valorisé dans la logique de décarbonation qui s'impose sur l'ensemble des chaînes de valeur. La visibilité progressivement donnée au contenu carbone des différents « intrants » et composants qui entrent dans les processus de production va conduire à reconsidérer les choix de localisation et les politiques d'achat des groupes.

Plusieurs enjeux critiques vont être soulevés par la création ou la relocalisation d'activités visant une haute performance carbone :

- La **disponibilité de grands fonciers** accessibles et aménagés,
- Le raccordement à des **réseaux électriques** de forte puissance,
- La disponibilité de la **ressource en eau**,
- L'**acceptabilité sociale** des projets industriels de grande dimension,
- Les **solutions de recrutement** et/ou de qualification des salariés.

Une approche très territorialisée et concertée de ces divers enjeux va en toute logique imposer la construction de **stratégies d'écosystèmes complets**, en mesure d'anticiper les goulets d'étranglement sur certaines ressources et d'en maîtriser les coûts d'acquisition. C'est la stratégie affichée par l'Etat, en coordination plus ou moins formalisée avec les régions et acteurs publics locaux (intercommunalités), à travers la promotion de « hubs » et de « valleys ».

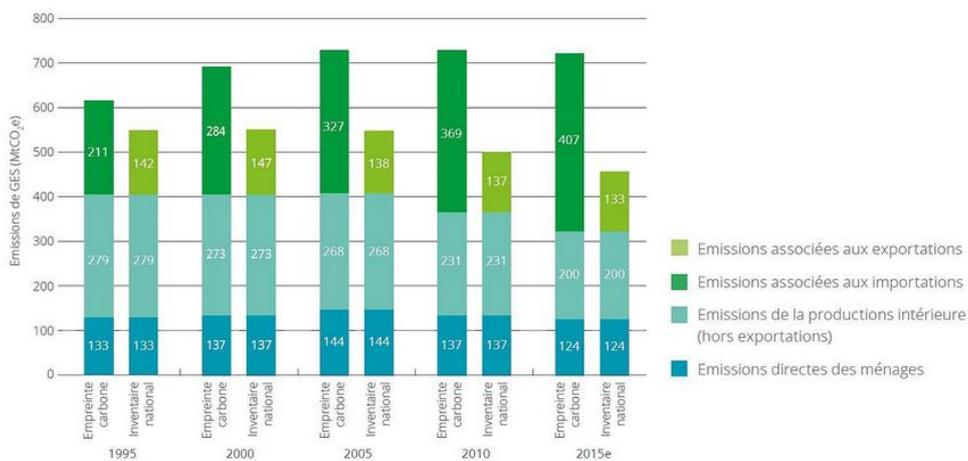
Comme nous l'évoquons dans notre premier rapport, diverses études ont montré que la relocalisation d'activités industrielles en France conduirait à une forte réduction de leur empreinte carbone. L'Insee (cf. figure en annexe n°9) évalue à **290 000 les tonnes d'émissions en eqCO² qui seraient en moyenne effacées pour chaque milliard d'euros de valeur ajoutée industrielle relocalisée en France**. Dans une étude consacrée à un scénario volontariste de réindustrialisation, le cabinet Deloitte concluait également à un très fort effet de réduction de l'empreinte carbone de productions relocalisées¹⁸¹. Ce « re-shoring » productif peut certes provoquer un ressaut

¹⁸⁰ Fabrique de l'industrie (David Lolo), *L'industrie est-elle plus verte ailleurs ? La France face à l'Allemagne*, Les notes de la Fabrique, 114 p., 2024.

¹⁸¹ Deloitte Uniden, *Le redéploiement industriel : Un enjeu social, économique et un instrument de maîtrise de notre empreinte carbone Etude d'impact de la désindustrialisation sur notre empreinte carbone*, 2021, 112 p.

des émissions territoriales françaises et de la consommation énergétique nationale mais tout en assurant des gains nets importants pour l’empreinte carbone française et l’atténuation du changement climatique.

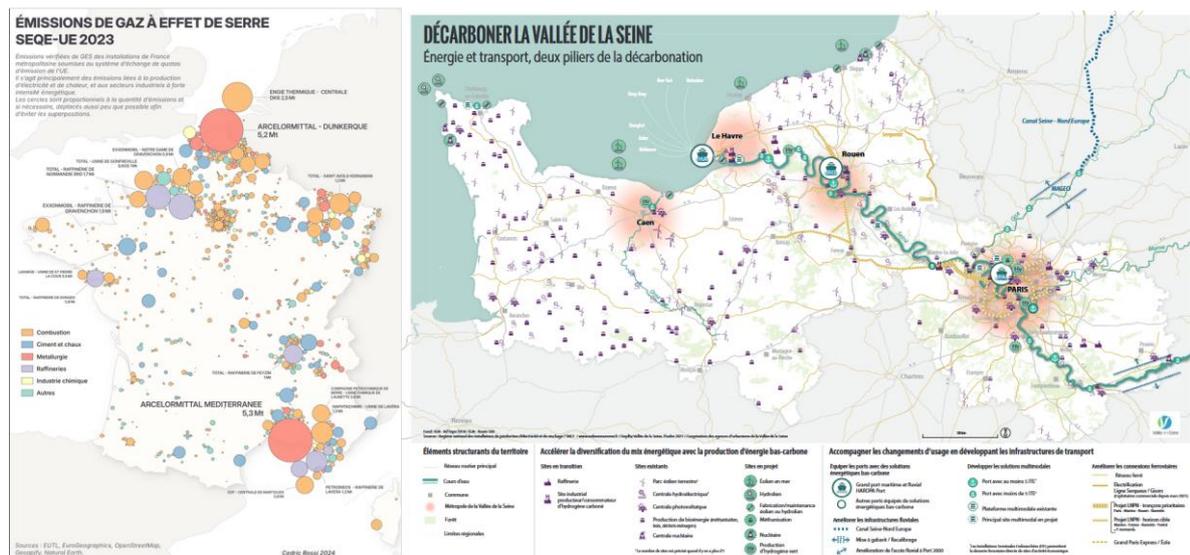
Figure 1. Évolution de l’empreinte carbone et de l’inventaire national de la France



Source : Deloitte

Des émissions industrielles très concentrées

En termes géographiques, les émissions sont très massivement concentrées dans les Hauts-de-France, en Normandie le long de l’axe Seine (Rouen-Port-Jérôme-Le Havre), sur l’Etang de Berre (Fos/Mer), le couloir de la chimie (région lyonnaise) et le sillon lorrain. On notera que les **émissions imputables aux activités industrielles doivent être observées en lien avec celles relevant de la production énergétique** tant elles sont le plus souvent imbriquées ; les émissions de certains hauts-fourneaux industriels étant comptabilisées dans le secteur énergie. De même, une part non-négligeable des émissions imputables aux activités logistiques se rattache aux activités industrielles et à leurs écosystèmes. Les stratégies de décarbonation de l’industrie peuvent de fait avoir des effets d’effacement sur des périmètres d’émission plus larges.



Sources : Cédric Rossi et Vallée de la Seine

Les principales émissions industrielles sont liées à des activités très capitalistiques, situées en amont des chaînes de valeur, à travers la sidérurgie, les matériaux de construction (minéraux non-métalliques tels que le ciment et la chaux), la chimie ... Des activités très énergivores, telles que les industries du papier et du verre, sont un peu moins carbonées. 60% des émissions industrielles sont liées aux activités de combustion (chaudières, fours...) et 40% à des émissions dites de procédés (réactions chimiques). Les géographies des énérgo-intensifs et des industries très carbonées se recouvrent de fait, mais de manière partielle¹⁸².

Très consommatrices de foncier et génératrices d'importants flux, ces **activités carbo-intensives sont situées logiquement sur de vastes emprises portuaires ou fluviales**, contribuent aux émissions de particules fines recensées dans les agglomérations concernées, soumises au dispositif de zones à faibles émissions (ZFE). Ces activités sont souvent regroupées dans les mêmes espaces et liées par des synergies inter-industrielles étroites au cœur des stratégies les plus avancées d'écologie industrielle territoriale¹⁸³. **La production d'acier, celle du ciment et la chimie représentent à elles seules plus de la moitié des émissions industrielles**. Sur 71 millions de tonnes eqCO² d'émissions de GES, les minéraux et matériaux de construction en représentent 19 millions de tonnes, la métallurgie 18 millions et la chimie 17 millions soit 60 millions de tonnes pour ces trois « blocs ». Ces industries de matériaux ont pour clients d'autres industriels et relèvent de relations commerciales inter-entreprises. Certains secteurs énérgo-intensifs présentent des volumes d'émissions proportionnellement plus faibles (verre, papier), en raison d'une électrification plus avancée.

Même si ces secteurs produisent pour de larges bassins de consommation, voire pour l'international (deux tiers des produits sidérurgiques français sont exportés), **la baisse de leur intensité carbone a vocation à profiter à tout leur écosystème de partenaires et clients industriels**. Des chercheurs de l'Institut des politiques publiques (IPP) ont calculé que 75% des émissions reposent sur environ 10% de la valeur ajoutée industrielle¹⁸⁴. Ce sont en général des sites très capitalistiques, peu pourvoyeurs d'emplois, mais situés au centre de toiles industrielles multi-secteurs. En réintégrant l'énergie utilisée, la métallurgie émet plus de 5 kg en eqCO² par euro de valeur ajoutée. Les fabricants de produits minéraux non métalliques en émettent plus de 2 kg, la chimie autour d'1,2 kg.

5.2. Le choix de prioriser 50 sites

La stratégie française est marquée par le **ciblage particulier des 50 sites les plus carbo-émissifs** qui représentent 45% des émissions industrielles (et 55% des émissions des entreprises soumises au système européen de quotas sur le marché carbone). Recouvrant à ce jour 70% des émissions industrielles françaises, le système européen de quotas (SEQE) va voir ses effets progressivement s'accroître avec l'augmentation du coût de la tonne carbone par réduction graduelle des quotas gratuits. Selon les calculs de l'IPP, 90% des émissions bénéficiaient en 2019 de quotas gratuits ce qui abaissait la tarification réelle des industriels assujettis à 31 euros la tonne (contre 47 euros pour les non assujettis au système SEQE soumis en revanche à la « taxe carbone » assise sur l'énergie). Cette situation s'est inversée en 2022 (84€ pour les premiers contre 60€ pour les seconds).

La **montée en puissance des quotas** va être accompagnée de l'instauration d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF), progressivement élargi, qui neutralisera en partie les risques de pertes de compétitivité des industriels sur le marché intérieur européen. Les aides publiques complémentaires des plans de relance (France relance et France 2030) sont censées accélérer la décarbonation au regard de la trajectoire fixée par les quotas. Toute la question est d'en mesurer la plus-value et l'additionnalité effective, et maîtriser le risque de substitution au mécanisme des quotas. S'il vise à réduire les « fuites » de carbone par des délocalisations des productions émissives en dehors du continent européen, le MACF et la hausse du prix des quotas restent néanmoins critiqués pour les effets de renchérissement des coûts qu'ils susciteront en aval des chaînes de valeur, à travers des intrants plus onéreux pour les exportateurs. **La décarbonation effective et rapide des industries lourdes conditionne de fait la compétitivité future de très nombreuses entreprises sur les marchés extra-européens**. La baisse des impôts de production engagée dans le cadre du plan de relance (suppression graduelle de la CVAE et réduction de moitié de la valeur locative des locaux industriels dans le calcul des impositions foncières) profite fortement, par effet de structure, aux industries émissives¹⁸⁵.

¹⁸² Certains sites très émissifs sont liés aux activités de combustion pour la production d'énergie et n'apparaissent pas dans la comptabilité carbone du secteur industriel lui-même. Leurs émissions sont comptabilisées dans le secteur de l'énergie. Leur connexité avec les activités industrielles est néanmoins évidente et invite à traiter les enjeux de décarbonation de l'industrie en liant étroitement les deux secteurs dans leurs boucles d'interdépendance. Par exemple, la comptabilité climatique rattache les activités des hauts fourneaux au secteur de l'énergie quand bien même ils sont au cœur de procédés industriels tels que la sidérurgie. On comprend que ces frontières doivent être dépassées pour définir des stratégies transversales ciblant les deux secteurs.

¹⁸³ Voir ADEME-OREE, *Etat des lieux de l'écologie industrielle et territoriale en France. Evaluation, maturité, pérennité*, 112 p., sept. 2024.

¹⁸⁴¹⁸⁴ Institut des politiques publiques, « *Les émissions de CO² de l'industrie française et le « ciblage carbone » des politiques publiques*, Notes de l'IPP, n°102, janvier 2024

¹⁸⁵ Le taux effectif d'imposition à la CVAE dépendait du chiffre d'affaire des groupes, ce qui se traduisait par l'application du taux maximal aux activités très émissives, reliées pour la plupart à des groupes multinationaux. Les sites très émissifs occupent en général de larges emprises, très fortement contributrices à la taxe foncière et à la cotisation foncière des entreprises.

Dans le prolongement des tendances constatées depuis 1990, la décarbonation de l'industrie passe (à production domestique comparable, voire augmentée) par divers leviers tels que :

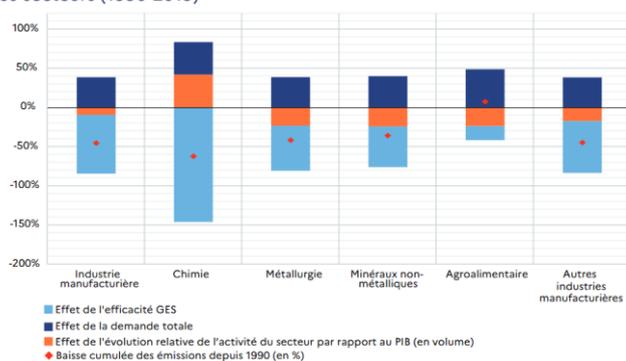
- L'amélioration des procédés (abattement de gaz fluorés ou de protoxyde d'azote) et l'efficacité énergétique,
- La valorisation de la chaleur fatale,
- L'électrification à partir de sources bas carbone,
- Le remplacement du charbon ou du fioul par des biocarburants ou de la biomasse,
- La modification des intrants (ex. hydrogène bas carbone en place de l'hydrogène brun) et la réduction de sources d'émissions non-énergétiques (recyclage, éco-matériaux, réduction du taux de clinker...),
- Les technologies de capture et de stockage du carbone,
- Les leviers de compensation carbone en dernier recours.

Dans le cadre du Pacte vert européen et des plans de relance post-covid, les moyens publics mobilisés pour accompagner les transitions industrielles ont radicalement changé de dimension. Que ce soit au travers des soutiens aux filières hydrogène, à la biomasse, aux technologies de décarbonation classiques ou exploratoires, les **aides publiques mobilisées sont passées de quelques centaines de millions d'euros à plusieurs milliards**. En comparaison avec les approches plus traditionnelles, inscrites pour l'essentiel dans les contrats de plan Etat-région et des programmes co-financés, les soutiens nationaux à la décarbonation industrielle ont été marqués par une très nette recentralisation, à travers :

- Une **négociation directe des contrats de transition écologique entre l'Etat et les industriels** sur les 50 sites (signature le 22 novembre 2023 de 32 contrats couvrant 49 sites lors d'une cérémonie à Paris avec le ministre de l'Industrie et la Première ministre) pour un objectif cumulé de réduction de 22 millions de tonnes eqCO² en 2030,
- **L'élaboration de feuilles de route de décarbonation avec quatre filières** (chimie, matériaux de construction, mines et métallurgie, agroalimentaire)
- Le lancement par l'ADEME de plusieurs **appels à projets nationaux** pour accompagner, dans le cadre de France 2030, aussi bien des projets individuels des entreprises que des projets plus collectifs tels que les zones industrielles bas carbone (ZIBAC).

Les effacements d'émissions accomplis par les différents secteurs depuis 1990

Graphique 3 - Décomposition de l'évolution des émissions de l'industrie manufacturière et de ses sous-secteurs (1990-2019)



Source: CITEPA, Rapport national d'inventaire format Secten, édition 2022 pour les données d'émissions et INSEE, Comptes de la Nation par branche pour les données d'activité. Calculs DGE.

Note: Les émissions E de l'industrie sont décomposées comme $E = VA_{totale} * (VA_{manufacturière} / VA_{totale}) * E / VA_{manufacturière}$; les valeurs ajoutées (VA) sont en volumes chaînés. La « VA totale » correspond ainsi à l'évolution qu'auraient eue les émissions de l'industrie si elles avaient évolué comme le produit intérieur brut; l'effet « écart VA totale - VA manufacturière » correspond à l'impact d'une évolution de la VA manufacturière différente de la VA totale.

Source : Direction générale des entreprises (DGE), Théma n°8, « L'action de l'Etat en faveur de la décarbonation de l'industrie », mars 2023)

Les programmes pluriannuels de décarbonation des sites industriels existants s'élèvent pour leur part à 5,6 milliards d'euros au sein de France 2030 qui viennent s'ajouter aux fonds mobilisés dans le cadre du plan de relance¹⁸⁶ et aux fonds européens. 4 milliards d'euros étaient directement fléchés en faveur des 50 sites principaux et des autres gros émetteurs (« à grande échelle »), avant qu'une baisse de 18% de l'enveloppe soit décidée fin 2023. Les budgets européens contribuent à ce chantier d'envergure. Le **Fonds de transition juste (FTJ)** comme les deux **programmes importants d'intérêt économique commun (PIIEC)** consacrés aux enjeux hydrogène (Hy2Tech et Hy2Use dotés respectivement de 5,4 Mds et 5,2 Mds de financements à l'échelle de l'Union) peuvent également abonder les financements nationaux et s'inscrire dans un chantier qui va mobiliser, en pratique, de très nombreuses parties prenantes. Les changements de modèles énergétiques se jouent aussi bien à l'intérieur des usines que dans leur environnement proche ou moins proche, en appelant des infrastructures de réseau adaptées, des flux d'énergie et de matière, des qualifications.

Le mode opératoire retenu dans le cadre du plan de relance et de France 2030 consacre un **retour en force de l'intervention de l'Etat dans les politiques industrielles**, avec un effet potentiel d'éviction des collectivités¹⁸⁷. Ce fort investissement de l'acteur public national est rendu nécessaire par la complexité des dossiers de réindustrialisation et des procédures technico-réglementaires à faire respecter (débat de la CNDP, planification des réseaux énergétiques, gestion des risques...). L'Etat ne pourra, pour autant, se priver du concours des autorités régionales et locales dans la phase active de mise en œuvre. Les chantiers de décarbonation nécessitent un alignement des stratégies de nombreux acteurs, appuyées sur des « task force » ou missions d'appui, de type commissariat à la transition industrielle et écologique (comme à Fos-sur-Mer), préfigurés parfois par les groupements industriels locaux eux-mêmes. Des gouvernances appropriées doivent être ainsi développées et confortées pour **multiplier les synergies inter-industrielles** au sein des grandes plateformes d'écologie industrielle territoriale. Les collectifs associant entreprises et collectivités locales comme PIICTO (ZIP de Fos-étang de Berre), l'ADELE (Association de Décarbonation Loire Estuaire), SOCRATE sur l'axe Seine, le collectif CO² du Dunkerquois... mettent en évidence la plus-value d'un fort ancrage territorial de la décarbonation. Ce dernier peut favoriser :

- Le co-investissement public et privé dans des infrastructures,
- Le partage d'une culture commune de la décarbonation et des phénomènes d'apprentissage,
- La pérennité des actifs en cas de défaillance ou de départ d'un des acteurs de l'écosystème.

Au-delà des parcs industriels ou zones portuaires présentant les gisements d'émissions les plus concentrés, les tissus de PME ou d'ETI plus diffus doivent pouvoir se raccorder aux « hubs » principaux à travers l'animation régionale des chaînes de valeur. La logique de la directive CRSD va progressivement conduire l'ensemble des acteurs à se montrer très attentifs aux procédés de leurs fournisseurs¹⁸⁸. **La décarbonation s'inscrit ainsi tout autant dans une logique de filière et de continuum productif que dans une logique de bassin d'emploi.**

Il reste à s'interroger sur la proportionnalité des aides publiques. Que doivent-elles apporter par rapport au fonctionnement du mécanisme incitatif de tarification carbone à travers le système européen de quotas ? Quelles conditionnalités doivent les accompagner pour que les progrès soient au rendez-vous ? Comment s'assurer que les aides publiques ne jouent pas un rôle de substitution aux investissements privés et exercent un réel effet d'additionnalité ?

Un suivi attentif des aides et de leur **effet multiplicateur sur la décarbonation** est censé être assuré en toute transparence, avec des options de récupération des aides perçues en cas de manquement. Pour les appels à projets lancés dans le cadre du plan de relance, le volet efficacité énergétique et décarbonation des procédés s'est traduit par 142 lauréats qui ont porté près de trois milliards d'euros d'investissements (2,94 Mds€) avec 582 millions d'euros d'aides publiques. Les émissions évitées sont évaluées à 2,85 millions de tonnes ce qui permet de mesurer le coût d'abattement de la tonne carbone. Selon les évaluations de la Direction générale des entreprises (DGE), **les aides ont assez bien ciblé les secteurs jugés prioritaires** et apporté une réelle valeur socio-économique à travers un coût d'abattement du carbone maîtrisé (coût moyen de 26 €/tCO²)¹⁸⁹. Le risque de surfinancement des projets aurait également été évité selon les auteurs de l'étude. Les aides ont effectivement déclenché des projets

¹⁸⁶ Deux appels à projets (IndusEE et IndusDECAR) avaient été lancés par l'ADEME pour agir tant sur l'efficacité énergétique sur les procédés (hors efficacité énergétique). En 2021, un dispositif unique a pris la suite (DECARB IND) pour couvrir toutes les initiatives de décarbonation. Voir dataviz des projets soutenus : <https://datavision.economie.gouv.fr/relance-industrie/1338575>

¹⁸⁷ Voir Mickael Vaillant, *Le CSR, Un chaînon essentiel pour la décarbonation profonde de l'industrie française en Europe*, La Fabrique écologique, note n°52, avril 2025.

¹⁸⁸ Fabrique de l'industrie (David Lolo), *Les émissions indirectes, prochain chantier de décarbonation de l'industrie*, Les synthèses de la Fabrique, n°28, décembre 2023

¹⁸⁹ DGE, Théma n°8, « *L'action de l'Etat en faveur de la décarbonation de l'industrie* », mars 2023. Dans son rapport d'évaluation et de suivi de la politique de décarbonation de l'industrie le Sénat conclut pour sa part à un coût de la tonne évitée de 15 euros, soit un rendement bien supérieur à celui du soutien public aux véhicules électriques (110 euros) ou à l'électrification et à la rénovation des logements (50 euros). Sénat, Rapport d'information n°640, 29 mai 2024, *Les aides à la décarbonation de l'industrie du plan France 2030 relance : des engagements à clarifier, un déploiement à accélérer*,

qui ne se seraient pas réalisés sans elles et ont permis d'assurer la rentabilité des projets sans pour autant fabriquer des rentes (voir graphique ci-après).

Encadré 2 - L'utilisation des coûts d'abattement pour la sélection des projets de décarbonation

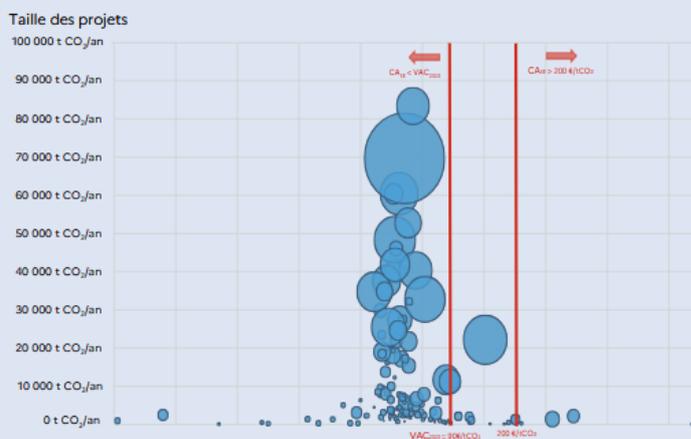
La méthode de sélection de projets de décarbonation peut s'appuyer en premier lieu sur le coût d'abattement, variable de référence qui permet d'identifier les projets bénéfiques pour la collectivité. Calculé par rapport à une situation de référence préalablement définie (exemple: *statu quo*, situation fictive standardisée, etc.), le coût d'abattement reflète le rapport entre les surcoûts actualisés induits par le projet, nets des économies qu'il permet, et les émissions de GES évitées. Cette valeur est ensuite comparée à la « valeur de l'action pour le climat » qui dépend des objectifs de décarbonation de la France et est croissante au cours du temps: elle est actuellement estimée à une valeur proche de 90 €/tCO_{2e} en 2020 avec les objectifs de la SNBC-2 et sa trajectoire sera révisée à la hausse dans le cadre de l'adoption de la prochaine stratégie nationale bas carbone.

Ainsi, tous les projets dont le coût d'abattement est inférieur ou proche de la valeur de l'action pour le climat sont théoriquement rentables du point de vue socioéconomique et doivent être réalisés.

Dans une logique d'appel à projets, la hiérarchisation des projets selon leur coût d'abattement constitue par conséquent une première analyse utile pour la sélection.

Plusieurs raisons peuvent toutefois conduire à compléter cette approche en particulier lorsqu'il s'agit d'investissements dans des technologies d'avenir, dont le développement à échelle industrielle devrait ouvrir d'importants gisements de décarbonation et réduire les coûts de ces technologies par des effets d'apprentissage.

Graphique 7 - Taille, coût d'abattement socioéconomique (CA_{SE}) et montant des subventions accordées aux projets lauréats du volet décarbonation des procédés et des utilités



Source: Données ADEME (opérateur de l'appel à projets). Calculs DGE. VAC = valeur de l'action pour le climat.
Note: La taille des bulles est proportionnelle à la subvention publique reçue. Ainsi, seuls les projets financés sont représentés.

Source : Direction générale des entreprises (DGE)

Au regard de la notion de transition juste, il reste à mesurer la **justification des aides publiques allouées à des sites ayant pu être affectés par un sous-investissement au cours des dernières années**, voire des dernières décennies. L'allocation des crédits sur le fondement du coût de la tonne évitée peut garantir une bonne « rentabilité carbone » des euros investis mais en bénéficiant massivement aux entreprises les plus retardataires dans leur propre trajectoire de décarbonation. Les industriels ayant déjà financé sur fonds propres leurs investissements pourraient s'en estimer lésés. Les systèmes d'aides doivent ainsi veiller à préserver des incitations à figurer dans le peloton de tête et la performance environnementale. Les analyses en termes de stricts « coûts d'abattement » peuvent conduire à accorder une prime implicite aux groupes industriels les plus retardataires et aux sites n'ayant connu aucun effort de modernisation par le passé.

5.3. Les enjeux de l'économie circulaire : la réduction de l'empreinte matière

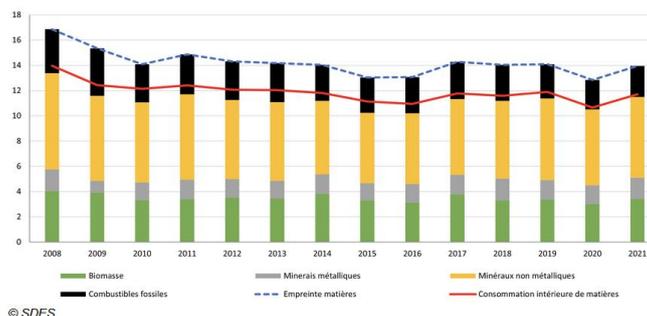
Les principaux flux de déchets des sociétés développées correspondent à des flux de matière transformée ou extraite par des processus industriels (aciers et métaux, emballages, verre, aluminium, briques, bétons, minéraux non métalliques...). Même si elle avait tendance à se stabiliser depuis quelques années et a même fortement baissé durant les années Covid, **l'empreinte matière annuelle des Français est remontée à 14 tonnes par habitant** au dernier décompte de 2021, ce qui représente 944 millions de tonnes pour l'économie nationale¹⁹⁰. L'extraction intérieure de matière est de 640 millions de tonnes, constituée à 60% de minéraux non-métalliques et 40% de biomasse. Le flux de matières importées (combustibles fossiles, minerais métalliques...) se révèle très supérieur au flux exporté (principalement des produits agricoles). L'ambition de réduire cette empreinte est au cœur des

¹⁹⁰ La moyenne au sein de l'Union européenne est de 14,8 tonnes par habitant avec des écarts marqués entre les Pays-Bas (7,5 tonnes) et la Finlande (46,1 tonnes).

stratégies qui visent à rendre l'économie plus circulaire, fondée sur la sobriété des usages, l'éco-conception des biens, le réemploi, le recyclage. **Le taux de recyclage visé en 2025 pour les déchets non minéraux était de 65%** (contre 46% en 2022). 55% des déchets minéraux sont par ailleurs recyclés. Pour les déchets du bâtiment, 67% sont aujourd'hui valorisés sous diverses formes mais l'ambition affichée est d'accroître le réemploi des matériaux dont la production en amont est très énergivore et émissive¹⁹¹. Une telle ambition appelle de **nouveaux modèles économiques valorisant les déchets comme des ressources** tout en assurant la compétitivité du réemploi et/ou du recyclage par rapport à l'utilisation de matière vierge. Cette circularité renforcée de l'économie est également une condition pour sécuriser les approvisionnements en métaux et matériaux critiques, en lien avec les transitions elles-mêmes, pour accompagner la stratégie nationale bas carbone et l'électrification des usages¹⁹². La décarbonation de l'économie française et la planification écologique doivent intégrer ces flux d'intrants.

Évolution de la consommation intérieure de matières et de l'empreinte matières par principales catégories de matières en France

En tonne par habitant



© SDES
Sources : SDES ; Douanes ; Eurostat. Traitement : SDES, 2024.

Source : SDES, Ministère de la Transition écologique

Même s'ils dominent dans les représentations mentales, les gisements de déchets du quotidien transitant par les poubelles domestiques et le service public local ne forment qu'une faible part des volumes globaux. Ceux-ci sont très majoritairement constitués (en tonnages) par les déchets du bâtiment et notamment ceux issus des minéraux non métalliques. Les entreprises et professionnels doivent depuis 2016 trier leurs propres déchets et les répartir en cinq flux séparés (papier carton, métaux, verre, bois, plastique). La loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (Agec) a ajouté deux flux : plâtre et fraction minérale. Renforcer la circularité de l'économie par le réemploi des matériaux et l'augmentation du recyclage est un défi majeur afin de réduire l'empreinte matière nationale et les émissions « amont » tant des activités extractives que des industries de base énérgo-intensives. **L'éco-conception des produits est notamment encouragée** pour prolonger leur durée de vie (réparabilité, lutte contre l'obsolescence programmée...) et garantir la recyclabilité de leurs composants. Alors qu'une part importante du financement des circuits de collecte et de gestion des déchets repose en aval sur le contribuable (notamment les déchets municipaux), les évolutions réglementaires visent à renforcer le « signal-prix » adressé beaucoup plus en amont aux ménages ou aux professionnels, lors de l'achat des biens.

Les **filières de responsabilité élargie des producteurs (REP)**, progressivement étendues à la plupart des matériaux, reposent sur la perception des contributions prélevées par des « éco-organismes » auprès des industriels « metteurs en marché ». Ces éco-contributions sont répercutées sur les prix de vente et encouragent les industriels à innover pour en réduire l'impact sur les prix de vente. Elles financent les actions de collecte et de traitement des déchets, dans une logique « pollueur-payeur ». La France recense 18 filières REP, dont celle du bâtiment en cours de structuration. Les éco-contributions représentent environ 1,8 milliard d'euros à ce jour. 6 nouvelles filières ont été créées par la loi Agec. 68 millions de tonnes de déchets, sur un total de 310 millions, sont désormais couverts par la REP soit 22% contre seulement 5% en 2020. Les cahiers des charges fixés aux éco-organismes prévoient entre 2022 et 2030 une multiplication par cinq des tonnages collectés, par trois des tonnages recyclés et par neuf des tonnages réemployés, ce qu'un rapport public d'inspections générales considère comme hors d'atteinte au vu des retards pris¹⁹³. Ce même rapport évalue à **6 milliards d'euros par an les éco-contributions supplémentaires représentées par les nouvelles filières et les trajectoires d'objectifs à l'horizon 2029** ; une augmentation significative qui doit être assortie de performances réellement améliorées en

¹⁹¹ Certains matériaux connaissent déjà des taux de recyclage élevés comme le verre pour emballages (86%) ou l'acier (78% et presque 100% pour l'acier utilisé dans le bâtiment). L'aluminium est recyclé à 49% mais seulement à un taux 32% en ce qui concerne les emballages ménagers. Des progrès importants sont attendus pour augmenter le recyclage (moins émissif que la production à partir de matière vierge) mais aussi les réemplois sans transformation.

¹⁹² Voir à ce sujet les scénarios étudiés dans un rapport réalisé par l'Institut National de l'économie circulaire et Capgemini, *Stratégie nationale bas carbone sous contrainte de ressources*, 2022, 144 p.

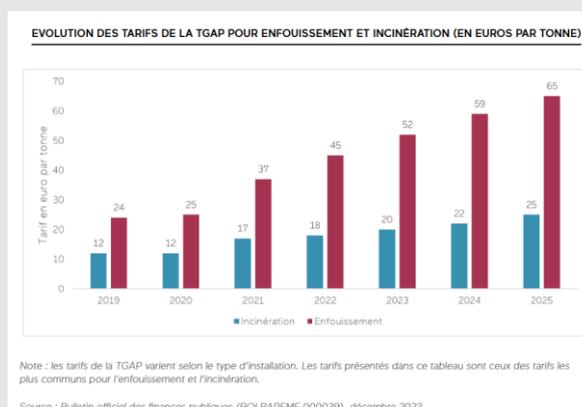
¹⁹³ IGF, IGEDD, CGEIF, *Performance et gouvernance des filières à responsabilité élargie des producteurs*, 2024, 341 p.

termes de réemploi-recyclage mais aussi d'une gouvernance profondément repensée, beaucoup plus transparente, des filières REP.

Si certaines filières de recyclage sont déjà extrêmement bien organisées et très rentables, d'autres commencent seulement à se structurer ou à trouver des solutions économiquement performantes. Très économes d'énergie, le réemploi ou le recyclage peuvent néanmoins représenter un surcoût par rapport à l'utilisation de matières vierges, notamment lors des épisodes de chute des cours. Lorsque les pays asiatiques (notamment la Chine en 2018) ont décidé de cesser d'acheter aux pays développés les matériaux issus du recyclage, les pays exportateurs se sont retrouvés confrontés à des volumes considérables de déchets sans valeur. Les obligations imposées aux industriels européens d'incorporer des taux croissants de matière recyclée dans leurs productions (cf. plastique) vont inverser cette tendance mais auront pour effet de renchérir leurs coûts de production. **La logique des industriels est ainsi de structurer des circuits de collecte les plus courts possibles** et les moins coûteux, en plaidant pour des mutualisations des centres de tri et une industrialisation renforcée des filières¹⁹⁴. Elle est aussi d'éviter les mélanges de matière dans les poubelles ou les déchetteries, le recyclage perdant en compétitivité lorsque la matière est « souillée ».

Service public local de gestion des déchets ménagers : de nouvelles équations économiques ?

Même s'il ne porte que sur 15 % des flux et gisements de déchets en, le service public local de collecte et de traitement des déchets est confronté à la complexité des circuits de collecte en porte à porte devant les domiciles et la diversité des déchets domestiques. Il représente **13 milliards d'euros de dépenses par an** (sur environ 20 milliards d'euros de dépenses totales consacrées aux déchets) et s'efforce de réduire les volumes par la responsabilisation des ménages et usagers, le renforcement des consignes de tri, l'organisation de filières de collecte séparées (verre, biodéchets...) afin de réduire les volumes d'ordures résiduelles. La montée en puissance de la **taxe générale sur les activités polluantes (TGAP)** sur l'enfouissement et l'incinération, permet à l'Etat d'appliquer le principe pollueur-payeur et de prélever une recette fiscale nationale sur les services publics locaux de traitement des déchets. La TGAP se répercute *in fine* sur le coût de traitement et la tarification locale des usagers. Elle est passée de 18€ hors taxes par tonne en 2020 à 65 € hors taxes par tonne en 2025 ce qui provoque un rehaussement très sensible du coût complet d'élimination des ordures ménagères résiduelles.



Source : **Intercommunalités de France**

Cette tarification est assurée soit par une redevance (REOM) tenant compte de la composition des foyers soit une taxe (TEOM) assise sur les valeurs locatives des domiciles ou locaux. **Une part incitative**, tenant compte des volumes de déchets produits par les ménages, **peut être intégrée dans la tarification**. Cette pratique, répandue essentiellement dans des contextes ruraux et des petites agglomérations où prédomine l'habitat individuel, permet une réduction de 35% à 40% des volumes de déchets produits. La gestion des déchets représente, avec l'eau et l'assainissement, le principal poste de dépenses des collectivités en matière d'environnement.

¹⁹⁴ François Crasson, Maxime Gérardin, Marc Mancini « *Emballages ménagers : quel cadre d'organisation ?* ». France Stratégie, Note d'analyse n° 131, 2024. 16 p. Cette note suggère de transférer les centres de tri actuellement du ressort des intercommunalités, vers les éco-organismes tout en renforçant le pilotage de ces derniers compte tenu de leur situation de monopole de fait et leur pouvoir de marché. Ce transfert faciliterait, selon les auteurs, une prise en charge plus importante du coût de traitement des déchets par les écocontributions.

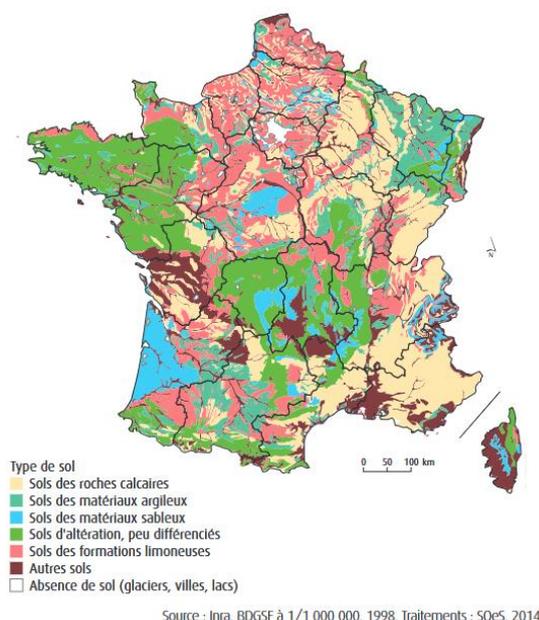
Chapitre 6 – Sols, forêts, biodiversité : la bataille du vivant

La protection-reconstitution tant des sols que des couverts végétaux sont au cœur des stratégies de séquestration, et partant de la stratégie nationale bas carbone¹⁹⁵. Elle est surtout la clef de la préservation de la biodiversité et du vivant. De nombreuses politiques publiques concourent de manière implicite à cet objectif en agissant sur les pollutions à la source ou en exerçant un rôle réparateur des écosystèmes, ce qui rend complexe toute estimation exhaustive des moyens financiers qui concourent à les protéger.

Donner une valeur monétaire à la biodiversité et au vivant peut sembler un exercice chimérique voire déplacé. Hors de toute considération monétaire, il est légitime de considérer que ces biens communs doivent être protégés « *quoi qu'il en coûte* ». Les économistes proposent au demeurant des évaluations monétaires des services rendus par la nature au profit des collectivités humaines. Depuis James Meade, l'analyse des externalités positives liées au vivant est devenu un classique¹⁹⁶. Ces évaluations progressent pour analyser les rendements agricoles, les capacités de filtration de l'eau par les sols ou les herbiers marins, les fonctions de dépollution des sites industriels par les plantes... La fonction de séquestration du carbone peut également être traduite en valeur monétaire à travers sa valeur tutélaire et la valeur de l'action pour le climat (VAC) évoqués dans notre premier chapitre. Les émissions « négatives » de cette capture doivent trouver, en toute logique, une forme de rémunération.

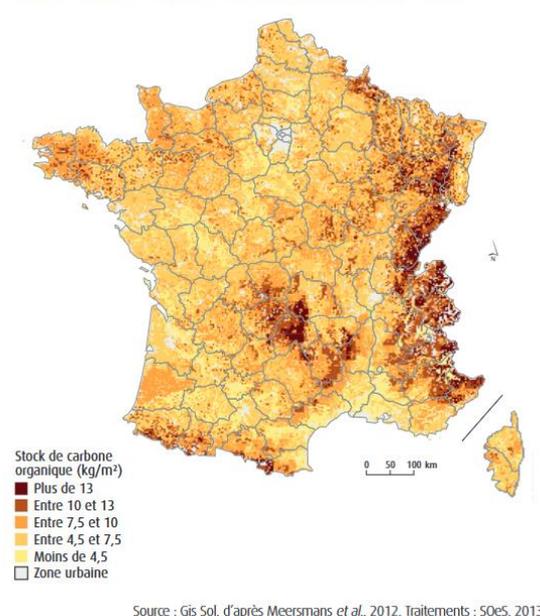
La diversité des sols en France métropolitaine

Répartition des grands types de sols en France métropolitaine



Le carbone dans les sols

Stocks de carbone organique dans la partie superficielle des sols



Sources : CGEDD

Le recensement précis des financements d'ores et déjà mobilisés au service de la biodiversité se heurtent à d'importantes difficultés méthodologiques tant pour en fixer le périmètre et en coter l'intensité dans la budgétisation verte (« *Green budgeting* » recommandé par l'OCDE) que l'Etat a commencé de s'imposer à lui-même et à ses opérateurs avant que les collectivités territoriales y soient à leur tour invitées. Estimés autour de 2 milliards d'euros par an il y a quelques années¹⁹⁷, les budgets publics (fonctionnement, subventions d'investissements à des tiers, dépenses fiscales...) consacrés à la biodiversité sont aujourd'hui réévalués dans le cadre de travaux approfondis

¹⁹⁵ A l'échelle mondiale, la capacité théorique de séquestration des sols a été estimée à un flux de 20 gigatonnes sur 25 ans, soit 10% de plus que les émissions de gaz à effet de serre actuelles (source : association française d'études des sols). Le stock de carbone contenu dans le premier mètre de la couche terrestre (1500 à 2000 gigatonnes) dépasse à lui seul les stocks de carbone organique de la biomasse végétale (650 gigatonnes) et de l'atmosphère (750 gigatonnes).

¹⁹⁶ Le prix Nobel James Meade (1907-1995) est connu pour ses travaux sur les externalités positives gratuites que s'apportent mutuellement l'apiculteur et l'arboriculteur. Le premier bénéficie pour la productivité de ses ruches de la proximité des arbres cultivés par le second. De manière réciproque, celui-ci tire profit de la pollinisation des abeilles. Leur travail aléatoire enrichit la diversité génétique des plantations et leur résistance aux maladies.

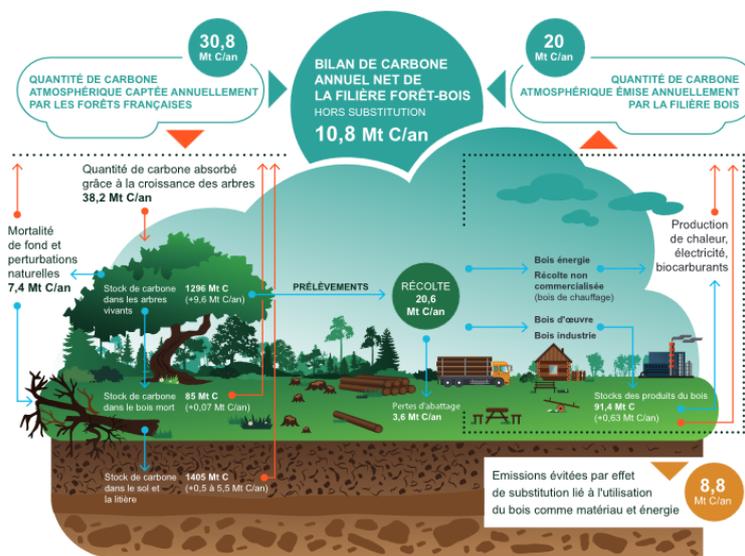
¹⁹⁷ Patrick Lavarde, Philippe Bellec, Patricia Correze-Lenée, *Proposition de scénarios de financement des politiques publiques de préservation des ressources en eau, de la biodiversité et des milieux marins*, CGEDD, juillet 2016, 323 p..

et plus exhaustifs¹⁹⁸. Le rapport IGF-IGEDD de 2022 propose une fourchette allant de 2,3 Mds euros (périmètre restreint) à 4,7 Mds (périmètre élargi) dans son inventaire des dépenses rattachables à ce jour à la biodiversité, soit seulement 0,2 à 0,3% de la dépense publique¹⁹⁹. Ces dépenses restent en-deçà des besoins identifiés par la SNBC2 et le rapport de 2016. Ils sont mis en regard des dépenses considérées comme « dommageables » à la biodiversité, et évaluées à plus de 10 milliards d'euros.

Les estimations restent marquées par l'arbitraire des découpages ministériels et des programmes suivis par les lois de finances (BOP), assez « stato-centrées ». Comme le rasoir d'Ockham, les découpages simplifient à l'excès le réel et ne peuvent intégrer les interventions des collectivités, les effets de transformation et de « verdissement » de nombreuses politiques sectorielles, les changements de pratiques qui ont des effets rapides et vertueux pour la biodiversité. **Le coût-efficacité des mesures doit également être mieux renseigné car certaines actions reposent sur des efforts modestes voire de la non-dépense.** A titre d'exemple, la fin de l'utilisation des produits phytosanitaires dans les jardins privés comme dans les espaces verts des collectivités (parcs et jardins publics, zones d'activités, carrefours et abords routiers...) s'est traduite, en quelques années, par un regain très net de biodiversité au prix de légers surcoûts d'entretien (en tout ou partie compensés par les moindres achats de produits)

La définition des **corridors écologiques** (trames vertes, bleues et noires) dans les documents de planification comme la généralisation en cours des inventaires (atlas de la biodiversité²⁰⁰) sont des politiques *in fine* assez peu coûteuses au regard du service écologique rendu. Elles permettent d'offrir des refuges aux agents pollinisateurs parfois expulsés des espaces agricoles par les épandages.

Dans les projets d'aménagement et les documents de planification, la logique des compensations foncières afférentes à la séquence Eviter, Réduire, Compenser (ERC) tend à renchérir le coût final des opérations et à élever les charges foncières. Pour autant, des mécanismes de valorisation des sites « producteurs » de biodiversité sont en cours d'expérimentation. A nouveau remis en débat au Parlement par la proposition de loi sénatoriale Trajectoire de réduction de l'artificialisation concertée avec les acteurs locaux (TRACE, n°124) en cours de navette parlementaire, **l'objectif « zéro artificialisation nette » (ZAN)** est à ce jour poursuivi à travers une réduction du flux des consommations foncières. Sa vocation est néanmoins de préparer un basculement vers des stratégies de compensation qui ne seront pas seulement arithmétiques (un hectare renaturé pour un hectare artificialisé) mais devront entrer dans des considérations qualitatives, en intégrant le service écologique rendu à partir d'une grille d'analyse des valeurs agroécologiques des terres.



6.1 Relier émissions agricoles et séquestration

Certains auteurs ont regretté que le rapport Pisani-Mahfouz de 2023 n'évoque que marginalement le sujet du carbone vivant, que ce soit le flux d'émissions provoqué par le protoxyde d'azote et le méthane d'origine agricole ou, en sens contraire, les captations du CO² assurées par le végétal et les terres cultivées. Penser solidairement

¹⁹⁸ IGF-IGEDD, *Le financement de la stratégie nationale pour la biodiversité (SNB) pour 2030*, Novembre 2022, 417 p.

¹⁹⁹ Deux tiers de ces dépenses seraient orientées vers la protection des sols contre les polluants et 28% vers la dépollution de sites.

²⁰⁰ Selon les données de l'OFB et de son observatoire, 1100 atlas ont été réalisés depuis 2010 à une échelle communale ou intercommunale, couvrant un total de plus de 4860 communes. Le coût moyen de réalisation de cet inventaire détaillé est d'environ 50 000 euros.

ces deux sujets s'avère pourtant indispensable en vue de renouer le pacte entre la société et les exploitants agricoles. On sait qu'une **composante importante des émissions de GES d'origine agricole est incompressible**. Elles peuvent néanmoins être compensées au sein des filières agricoles et forestières, soit à l'échelle des exploitations elles-mêmes, soit de groupements territoriaux élargis. Le prix donné au carbone (ou à ses équivalents) émis doit avoir pour miroir la juste rémunération du carbone retiré par un bon usage des terres (comptabilité « UTCATF »).

Déjà partiellement esquissée, cette logique peut encourager la formation d'exploitations ou de groupements d'exploitations moins spécialisés, combinant diverses sources de rémunération et parvenant à réduire leur bilan « net » d'émissions de GES. Une telle bascule présuppose au demeurant de prendre en compte les services déjà rendus par les exploitations et pas seulement les gains nets. Pour illustrer ce sujet, les élevages extensifs actuels, dont les prairies contribuent fortement à la séquestration, ne disposent pas de réelles marges de manœuvre pour renforcer leurs puits de carbone et obtenir des gains éligibles à des soutiens publics. Certains syndicats agricoles critiquent justement la non-rémunération de services rendus dès lors que seuls les gains « nets » sont à ce jour ciblés par les mesures agroenvironnementales.

Reconstituer la « pompe carbone »

Il est établi que la France n'est pas parvenue à pleinement respecter sa trajectoire carbone en raison de la **dégradation de ses « puits » de séquestration**. Ses performances en matière d'émissions brutes ne se retrouvent pas dans les émissions « nettes » pour cette raison. Alors qu'ils ont représenté jusqu'à 70 millions de tonnes d'émissions « soustraites » en 2008, les puits carbone naturels ne séquestrent plus qu'environ 35 millions de tonnes aujourd'hui pour une pluralité de raisons : incendies, micro-agresseurs, prolifération d'insectes xylophages, appauvrissement des sols, artificialisation, réduction des linéaires de haies, régression des prairies et des zones humides... La « pompe carbone » de la forêt française perd à elle seule 30 millions de tonnes en une décennie (67 Mt eqCO² en 2013 à 37 Mt en 2023), celle-ci étant fragilisée également par le stress hydrique et climatique. **Reconstituer les capacités de séquestration des écosystèmes devient un chantier prioritaire** tant au titre des politiques d'atténuation du changement climatique (et d'adaptation) que d'autres considérations écologiques d'égale intensité. La reconquête de la biodiversité se recombine de fait à de nombreux autres chantiers des transitions et en constitue le fil conducteur, à un horizon temporel qui dépasse l'échéance de l'accord de Paris. Dans l'hypothèse (théorique) où serait atteint à la date convenue de 2050 l'objectif du « zéro émissions nettes », beaucoup restera à faire pour récupérer dans l'atmosphère les surplus de gaz à effet de serre d'origine anthropique. A cet égard, la date de 2050 ne saurait être envisagée comme un couperet. La deuxième partie du XXI^{ème} siècle sera marquée par de nouveaux défis d'ingénierie géo-climatique pour abattre des stocks d'émissions accumulées au cours de deux siècles d'utilisation des énergies fossiles.

En visant un objectif de 80 millions de tonnes d'émissions « négatives » la stratégie nationale bas carbone de deuxième génération (SNBC2) a poursuivi un objectif volontariste de doublement du pouvoir de séquestration des puits naturels mais sans en définir les leviers de manière probante. Dans un travail très documenté, l'institut I4EC a pu mettre en évidence le faible réalisme des pistes envisagées au vu des moyens disponibles²⁰¹. **La SNBC 2 poursuivait notamment les objectifs de prolonger le cycle de vie du bois** en augmentant la part de sciage et la production de panneaux (+ 244 %), d'atteindre 15 millions de tonnes d'eqCO² de captage et stockage géologique, de freiner le retournement des prairies et l'artificialisation des terres agricoles. Etaient également planifiées la reconstitution massive de linéaires de haies et la multiplication de surfaces d'agroforesteries, la plantation de 15 000 à 20 000 hectares de surfaces forestières nouvelles... Pour renforcer le stockage des sols (dont la moitié de la matière organique est composée de carbone) était prévue la généralisation des cultures intermédiaires et le remplacement du maïs fourrage par des prairies temporaires²⁰².

6.2. Quel modèle de régénération de la forêt ?

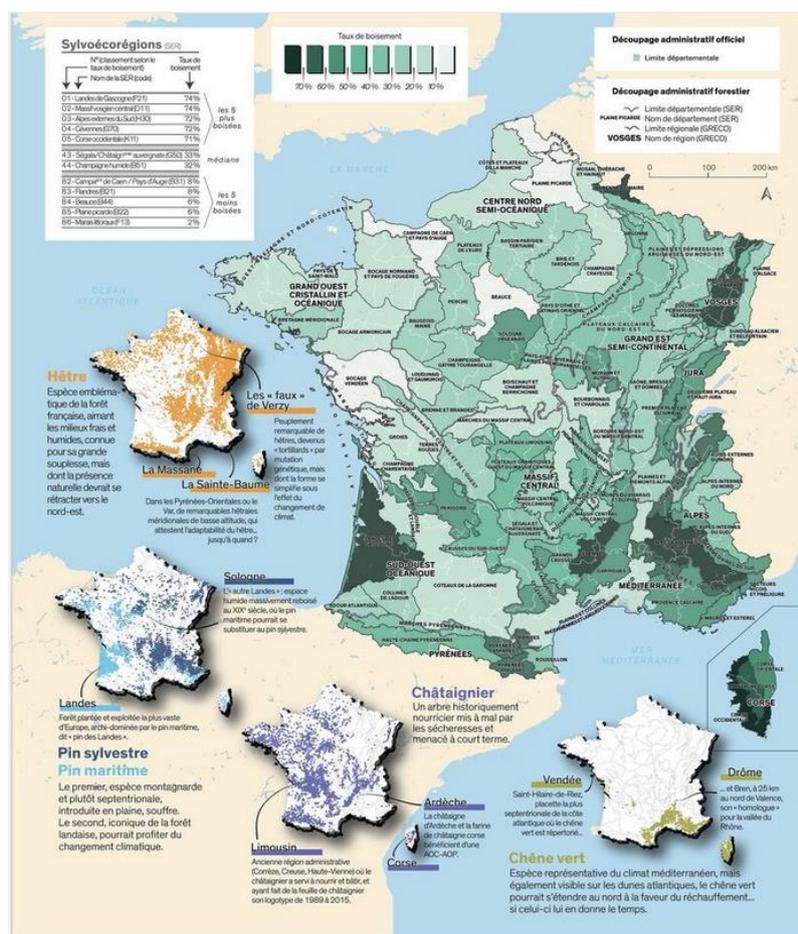
Des moyens exceptionnels (de l'ordre de 220 millions d'euros dont 150 pour le fonds forêt) ont été dégagés dans le cadre du plan France relance en faveur du renouvellement forestier (50 millions d'arbres replantés), donnant suite à plusieurs rapports²⁰³. A la suite des Assises de la forêt et du bois réunies, ces soutiens devaient être

²⁰¹ Julia Grimault, Clothilde Tronquet, Valentin Bellasen, Thomas Bonvillain et Claudine Foucherot, *Puits de carbone : l'ambition de la France est-elle réaliste ? Analyse de la Stratégie nationale bas-carbone 2*, I4CE, Février 2022, 90 p.

²⁰² La France recense 17 millions d'hectares de prairies mais beaucoup tendent à régresser ou à voir leurs habitats menacés (30%) par surpâturage, retournement, épandage d'intrants... L'encouragement des prairies temporaires n'assure pas les mêmes bénéfices environnementaux que les prairies naturelles très riches en biomasse et qui multiplient les services rendus (qualité des fourrages, richesse floristique et faunistique, résistance aux aléas et à l'érosion des sols, prévention des pollutions diffuses, qualités paysagères...).

²⁰³ Cour des Comptes, *La structuration de la filière forêt-Bois, ses performances économiques et environnementales*, Communication à la commission des finances, de l'économie, générale et du contrôle budgétaire de l'Assemblée nationale, avril 2020, 151 p. Anne-Laure Cattelot, députée du Nord, *La forêt et la filière bois à la croisée des chemins : l'arbre des possibles*,

pérennisés à hauteur de 100 à 150 millions par an abondés par des contributions publiques et privées pour représenter entre 1,1 et 1,4 milliard d'euros entre 2021 et 2030. Le président de la République a alors annoncé la plantation d'un milliard d'arbres pour repeupler les massifs fragilisés. Si l'effort budgétaire a été salué par les assemblées parlementaires et des organismes experts comme l'Institut I4CE, tous ont souligné les risques de mal-investissement au regard des enjeux de résilience des patrimoines forestiers et de diversité des espèces²⁰⁴, une bonne gestion forestière ne pouvant reposer exclusivement sur des plantations artificielles. Des associations militantes, à l'instar du réseau Canopée, ont dénoncé les modèles économiques privilégiés par ce plan inspiré selon elle par les grandes coopératives forestières ; plan accusé de favoriser les pratiques de coupes rases, les plantations en plein et des monocultures biologiquement pauvres, privilégiant les résineux (douglas, épicéas)²⁰⁵.



Source : Atlas IGN 2023

La préparation de la SNBC3 a de fait conduit à réinterroger les prélèvements excessifs de biomasse à des fins énergétiques (64% des prélèvements). L'efficacité des politiques de repeuplement forestier engagées dans le cadre de la relance puis du plan d'investissement France 2030 s'est vue également questionnée au sein d'organismes

juillet 2020. Conseil économique, social et environnemental, *Face au changement climatique, quelle sylviculture durable pour adapter et valoriser les forêts françaises*, rapporteurs : Marie-Hélène Boidin-Dubrule et Antoine d'Amécourt, mars 2021, 145 p. Assemblée nationale, Catherine Couturier et Sophie Panonacle, *Rapport sur l'adaptation au changement climatique de la politique forestière et la restauration des milieux forestiers*, mai 2023, 153 p.

²⁰⁴ Vincent Dépoues, Julia Grimault et Valentine Role, *Adapter la forêt métropolitaine au changement climatique : d'abord bien investir*, septembre 2022, I4CE, 20 p. Académie des sciences, *Les forêts françaises face au changement climatique*, juin 2023, 52 p.

²⁰⁵ Canopée, *Planté ! Le bilan caché du plan de relance forestier*, mars 2022, 49 p. Le rapport évalue à 87% les coupes rases parmi les projets financés par le plan de relance, avec une prédominance des résineux peu adaptés au réchauffement climatique. Le critère de diversification, limité aux repeuplements de plus de 10 hectares, peut être facilement rempli avec un quota de 20% d'arbres d'une deuxième variété de résineux

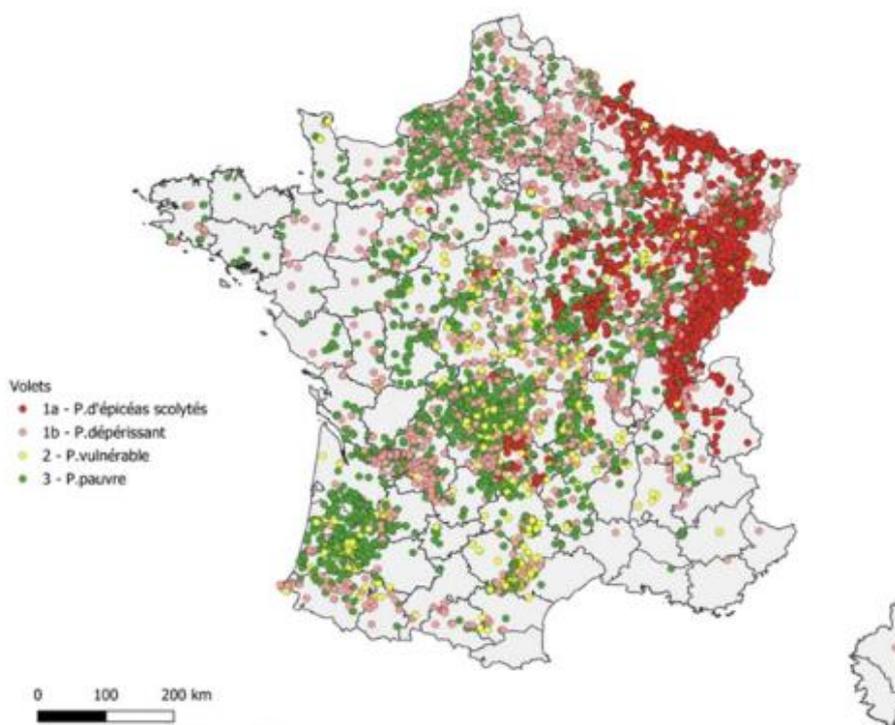
de l'Etat tels que le SGPE²⁰⁶ ou France stratégie²⁰⁷. Nombre de spécialistes s'accordent sur l'enjeu de rééquilibrer le modèle économique du bois-forêt et de le réorienter vers le bois d'œuvre, à cycle de vie long, tout en structurant les filières de transformation aval.

Alors que 75% des espèces forestières demeurent des feuillus, 80% des valorisations dans les scieries françaises se font avec des résineux, pour beaucoup destinés à l'exportation. La France accuse un déficit commercial récurrent de 7 à 8 milliards d'euros par an au sein de la filière bois (et même de 9,5 milliards d'euros en 2022) malgré la richesse de ses patrimoines forestiers et le dynamisme de son activité de construction. Son tissu industriel, très atomisé et tourné vers la production amont, capte mal la valeur ajoutée des activités de transformation. C'est en ce sens que le plan de relance a sans doute trop voulu favoriser les filières industrielles en attente de volumes rapidement accessibles à partir d'espèces de pousse rapide.



Source : rapport Cattelot

RÉPARTITION DES CHANTIERS PAR TYPE DE PEUPEMENT (FORÊT PRIVÉE ET COMMUNALE)



Source : Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire, *Bilan du dispositif d'aide au renouvellement forestier (2021-2023)*, août 2024, 12 p.

Les politiques publiques de soutien aux **filières bois-forêt**, y compris ceux alloués à la recherche amont, représentaient de l'ordre d'1,16 milliard d'euros en 2020 selon la Cour des Comptes, à travers des dispositifs

²⁰⁶ Frédéric Jobert, *Pour un nouveau paradigme forestier*, Terra Nova, avril 2025, 21 p.

²⁰⁷ Hélène Arambourou, « Vers une planification de la filière forêt-bois », La note d'analyse de France stratégie, n°124, juillet 2023.

multiples, mal coordonnés, discontinus (appels à projets). L'évaluation plus récente du Sénat²⁰⁸ réhausse à 1,45 milliard ce montant cumulé en intégrant les mesures du plan de relance forestier et des aides de la Banque publique d'investissement (BPI). Si 800 millions correspondent à des subventions soumises à des éco-conditionnalités, plus de 400 millions relèvent d'aides fiscales à travers les taux réduits de TVA (en faveur du bois-énergie) mais aussi la fiscalité des successions et de la fortune immobilière, sans réelle contrepartie en termes de pratique d'exploitation. Faute de budgets annexes dédiés, les dépenses engagées par les collectivités locales en faveur de la forêt sont assez mal recensées.

La plupart des rapports (Sénat, Assemblée nationale, Cour des Comptes...) ont souligné l'enjeu de revoir la fiscalité forestière qui s'avère contre-productive en entretenant l'émiettement parcellaire de la forêt française non-domaniale et le maintien des propriétés sous le seuil à partir duquel s'imposent des obligations de gestion. Ce seuil gagnerait lui-même à être abaissé pour inciter à des pratiques de gestion durable et à une productivité accrue de la filière. Les nouvelles exigences fixées pour la certification sont l'occasion de repenser ces règles du jeu et les incitations au remembrement parcellaire²⁰⁹.

A l'analyse, il semble très réaliste de penser qu'une **profonde réorganisation de la propriété forestière et de la chaîne de valeur du bois**, de l'amont à l'aval, serait **en capacité d'autofinancer le renouvellement des forêts** à travers les recettes commerciales et fiscales supplémentaires. Le rapatriement en France de la valeur ajoutée et la réduction des déficits commerciaux de la filière doivent demeurer un objectif-cible pour ne pas structurer des exploitations et des modèles économiques dépendants à la subvention²¹⁰. La transformation d'une partie des 400 millions d'aides fiscales en subventions adossées à des contreparties plus claires au regard d'une gestion optimisée devrait favoriser le remembrement forestier et le renouvellement. Un pilotage beaucoup plus régionalisé et décentralisé de la filière bois permettrait certainement d'optimiser les politiques de soutien aux différents maillons de la chaîne de valeur, de renforcer la cohérence et la stabilité des dispositifs. **Les chartes forestières de territoires devraient devenir les supports de contractualisations plus ambitieuses** pour concilier les usages de la forêt, traversés de tensions croissantes entre exploitants et société civile. La décentralisation des systèmes d'aide permettrait d'encourager des plans de gestion collectifs adaptés aux contextes locaux et conduire des politiques préventives (prévention des incendies). Ces démarches territorialisées pourraient intégrer les multiples services rendus par la forêt, notamment en matière de protection de la ressource en eau et de lutte contre les inondations.

6.3. Comment rémunérer les services rendus par la biodiversité ?

De manière générale, le renouvellement de la gestion forestière a vocation à s'inscrire dans les **politiques locales de reconquête de la biodiversité** (atlas de la biodiversité, trames vertes et bleues...) et de protection-valorisation des « infrastructures » écologiques. Le renouvellement de la gestion forestière doit faire système avec les objectifs affichés en matière de reconstitution des linéaires de haies, de bocages, de bosquets... et de préservation du maillage des zones humides. Les politiques de gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau sont aussi intimement liées aux enjeux de biodiversité. Il en va de même des investissements demandés aux grands opérateurs de réseaux (sociétés d'autoroutes, RTE, EDF, SNCF Réseau, la Compagnie nationale du Rhône, Voies navigables de France...) pour **favoriser les continuités écologiques**, les passages et frayères, l'entretien des berges et des espaces à fort intérêt faunistique. Les actions de prévention des inondations, financées par les PAPI (Fonds Barnier), la taxe Gemapi ou d'autres concours (agences de l'eau) doivent être recombinaisonnées avec les politiques de biodiversité par des solutions fondées sur la nature (reméandrages, aires d'expansions de crues, végétalisation et entretien de la ripisylve...) permettant de multiplier les externalités positives croisées.

La plupart des rapports d'évaluation évoqués plus haut concluent au sous-financement structurel des politiques de protection-reconstitution de la biodiversité. Le « verdissement » des politiques publiques est néanmoins très accessible à moyens constants à travers les réorientations des priorités ou le renforcement des éco-conditionnalités. La suppression progressive des aides publiques et fiscalités aux effets négatifs doit amplifier cette conversion à « iso-périmètre » de dépenses publiques. Le rapport de la mission d'inspection IGF-IGEDD publié en 2022 fait de la réduction des subventions dommageables la priorité à poursuivre. Elle a ainsi calculé qu'une réduction de 4,6% des volumes de dépenses « dommageables » de l'Etat et de l'Union européenne suffirait à

²⁰⁸ Sénat, *Rapport d'information sur le financement public de la filière forêt-bois*, rapporteurs : Christian Klingner et Victorin Lurel, 29 mai 2024, 78 p.

²⁰⁹ Présentées en avril 2025, les nouvelles exigences de gestion durable PEFC (100 exigences, 31 engagements, 9 évolutions principales) vont être progressivement diffusées pour une entrée en vigueur en septembre 2026. Elles prévoient l'interdiction des produits chimiques désherbants, la réduction de la taille des coupes rases autorisées, l'introduction de zones forestières à haute valeur ajoutée, la diversification des essences...

²¹⁰ Voir Frédéric Jobert, op. cit. L'auteur plaide pour des politiques publiques visant à « maximiser les valeur d'option », à savoir des politiques capables de se réorienter dans des contextes incertains et évolutifs sans multiplier les « sentiers » de dépendance.

financer les besoins nouveaux des politiques de biodiversité (estimés à 173 millions d'euros en 2023 et 465 millions en 2027 en net²¹¹), ce qui serait en ligne avec les objectifs de la convention internationale d'Aichi sur la biodiversité.

Tableau 1 : Dépense publique en faveur de la biodiversité en 2021 (en M€)

Acteur	1 - Politiques de biodiversité	Part	2 - Politiques en lien avec la biodiversité	Part	Total	Part
État ²⁰	531,6	23,3 %	706,5	29,3 %	1 238,1	26,4 %
Office français de la biodiversité	460,0	20,2 %	-	-	460,0	9,8 %
Agences de l'eau	254,7	11,2 %	314,9	13,1 %	569,6	12,1 %
Conservatoire du littoral	58,4	2,6 %	-	-	58,4	1,2 %
Opérateurs	773,1	33,9 %	314,9	13,1 %	1 088,0	23,2 %
Régions	186,8	8,2 %	11,9	0,5 %	198,7	4,2 %
Départements	432,4	19,0 %	-	-	432,4	9,2 %
Bloc communal	296,5	13,0 %	393,1	16,3 %	689,6	14,7 %
Collectivités territoriales	915,7	40,2 %	405,0	16,8 %	1 320,7	28,1 %
Fonds européens	59,7	2,6 %	986,3	40,9 %	1 046,0	22,3 %
Total	2 280,1	100,0 %	2 412,7	100,0 %	4 692,8	100,0 %

Source : Mission.

Source : IGF-IGEDD

Les orientations de la politique agricole commune (PAC), et plus spécifiquement de son premier pilier, représentent la majeure partie des financements « dommageables » qui excèdent de très loin les volets dédiés aux mesures agroécologiques et à l'agriculture biologique. De fait, la **capacité des pouvoirs publics à « verdier » la PAC est la variable-clef de cette bifurcation**. Cette réorientation progressive, dont chacun mesure les résistances qu'elle suscite (cf. manifestations agricoles de janvier 2024), devrait permettre de réallouer des moyens pour financer les actions concourant à l'initiative dite « 4 pour 1000 » qui promeut des pratiques culturales renforçant les **capacités de stockage du carbone dans les sols**. La réorientation des aides de la PAC, à hauteur d'un à deux milliards par an, pourrait contribuer à capter plusieurs millions de tonnes de CO²²¹² tout en finançant des politiques favorisant la réduction de l'usage des pesticides et des engrais azotés²¹³.

Un certain nombre d'outils fiscaux ou de redevances sont mobilisés au service de la biodiversité dans son ensemble, à l'instar de la taxe départementale sur les espaces naturels sensibles (TDENS), devenue une composante de la taxe d'aménagement. Beaucoup d'autres ne représentent encore que des recettes marginales et pourraient être accrues par une plus stricte application du principe « pollueur payeur », à l'image des redevances pour pollutions diffuses et celles appliquées aux consommations d'eau (insuffisamment distinguées des prélèvements accompagnés de restitutions).

Autre enjeu : **l'application plus stricte de la séquence Eviter-Réduire-Compenser**, accompagnée de la création de réserves foncières dédiées et de pouvoirs de préemption accrus, peut constituer une politique publique à coûts maîtrisés (avec effet de rebond des coûts supportés par les aménageurs). Nombre de spécialistes espèrent beaucoup de la montée en puissance de l'action des collectivités, tant pour protéger et prévenir que pour reconquérir (renaturation, maintien des zones humides, trames vertes...). La mobilisation des acteurs privés, via le mécénat notamment et le bénévolat associatif, est encore marginale mais pourrait être largement stimulée. Les mécanismes de compensation carbone, expérimentaux à ce jour, sont d'un maniement complexe et ont peu de chances de financer une montée d'échelle rapide. Un levier identifié par la Cour des Comptes, serait de prélever une part des recettes retirées du système d'enchères de quotas carbone européen (SEQUE-UE), dont les produits sont actuellement affectés soit à l'ANAH soit au budget général de l'Etat, pour en orienter une part vers la biodiversité.

²¹¹ Cette évaluation porte sur les besoins identifiés pour les politiques nationales, dont la mission préconise une forte territorialisation afin de faire levier sur les moyens propres des collectivités. Les besoins « nets » tenaient compte de certaines mesures déjà annoncées dans le cadre du plan de relance comme la pérennisation du fonds friches.

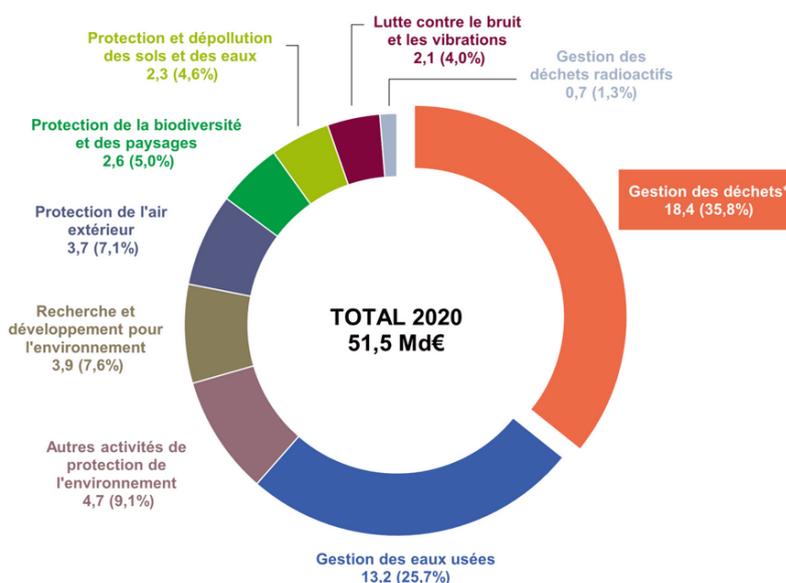
²¹² INRAE, *Stocker du carbone dans les sols français. Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ?*, Synthèse, 2019, 118 p.

²¹³ INRAE, « *Agriculture européenne sans pesticides chimiques en 2050* » réalisé par l'INRAE, résumé, 2023, 16 p.

Les politiques reconstitutives représentent des coûts non-négligeables qui doivent trouver des accompagnements budgétaires adaptés. Replanter des haies revient par exemple, selon une étude de la DRAAF Aquitaine, à un investissement moyen d'environ 14 euros hors taxe au mètre linéaire pour un rang et 18,5 euros pour deux rangs. La plantation d'arbres intra parcellaires (étude du réseau Afac-Agroforesterie dans 9 régions) se traduit par un coût moyen de 23,45 euros HT par arbre en parcelle de culture et près de 39 euros HT en parcelle d'élevage. En milieu urbain, la renaturation par dépollution de friches peut se traduire par des investissements très élevés en fonction des activités antérieures. La dépense moyenne constatée, selon des études de l'ADEME, est d'environ 360 000 euros par hectare, avec une très forte disparité des coûts selon la typologie des pollutions à traiter.

Au regard des moyens mobilisés en faveur d'autres politiques publiques (cf. graphique ci-dessous), l'action de protection de la biodiversité peut sembler un parent pauvre, victime de ce qu'il est souvent appelé la « *tragédie des communs* » pour évoquer ces « biens communs » (*Commons*) qui, parce qu'ils appartiennent à tous, ne sont en fait protégés par personne²¹⁴. A la suite des méthodes employées pour évaluer le coût de l'inaction climatique et donner une valeur monétaire au carbone, **l'évaluation du coût de l'inaction en matière de biodiversité reste à construire** et à faire progresser dans les politiques publiques. Le calcul monétaire des services rendus par le vivant et les écosystèmes permet de mieux appréhender le coût de l'inaction, notamment pour les activités économiques et usages sociaux qui en sont les plus tributaires. Selon certains calculs effectués par le réassureur Swiss Re, près de 55% du PIB mondial repose sur des activités en lien direct avec la biodiversité et les services écosystémiques. La Banque de France évalue de son côté à 42% les actifs des banques françaises corrélés à la nature. Comme en d'autres matières, le retard de l'action et l'absence de prévention tendent à renchérir fortement le coût des actions réparatrices.

Répartition de la dépense de protection de l'environnement par domaine en 2020
En milliards d'euros (Md€) et en %



© SDES

Source : Ministère de la Transition écologique, SDES

²¹⁴ L'expression est attribuée au biologiste Gareth Hardin (1915-2003) mais reprend des constats que faisait déjà Aristote dans l'Antiquité.

Chapitre 7 – Le financement des politiques de l'eau

Placée au cœur des enjeux d'adaptation au changement climatique et du Plan national qui leur est consacré (PNACC), la gestion de la ressource en eau revêt une double dimension qualitative et quantitative. D'importants moyens ont été consacrés depuis deux décennies à la première pour répondre aux obligations réglementaires (directive-cadre sur l'eau, directive Eaux résiduaires urbaines...) et aux considérations de santé publique. La **gestion quantitative revient à son tour au premier plan** avec l'intensification des épisodes extrêmes tant de stress hydrique que d'inondations. Des besoins de financement se font jour dans diverses directions, que ce soit pour protéger la qualité de la ressource (sécurisation des captages, performance des traitements...), organiser des usages plus sobres et circulaires, prévenir et lutter contre les inondations. Sur fond de réchauffement climatique, l'eau est à nouveau placée au cœur des priorités gouvernementales, traduites en vastes concertations (Assises de l'eau, Conférence nationale sur l'eau de 2025) et en plans stratégiques. Présenté en mars 2023 par le chef de l'Etat et le gouvernement, quelques mois après les épisodes caniculaires de l'été 2022, le Plan Eau vise à sécuriser l'accès à la ressource (baisse de 10% des consommations en 2030, passage de 1% à 10% de la réutilisation des eaux usées..).

Des réorganisations conséquentes des compétences sont intervenues depuis une dizaine d'années (voir encadré plus loin) aussi bien dans la gestion du « petit cycle » que du « grand cycle », distinction qui tend aujourd'hui à s'estomper avec la nécessaire approche intégrée de la gestion de l'eau. L'expression « petit cycle » correspond à l'adduction d'eau et à l'assainissement, qui sont des services publics locaux dotés d'équipements dédiés, quand celle du « grand cycle » évoque les actions déployées, dans un cadre hydrologique plus large, pour protéger la ressource et les milieux aquatiques. Les services publics d'eau et d'assainissement sont financés par des redevances acquittées par les usagers (ménages, administrations, petits usages des entreprises...).

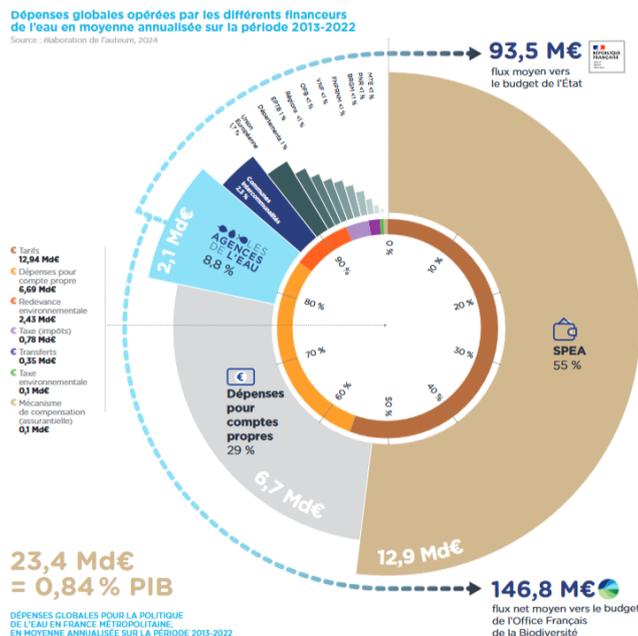
7.1. Qui paie l'eau ?

Le récent *Panorama du financement global de la politique de l'eau en France métropolitaine* publié par le Cercle français de l'eau évalue à 55% la part des recettes apportées par les usagers domestiques et assimilés, avec près de 13 milliards d'euros de contributions assises sur les factures d'eau et d'assainissement des usagers²¹⁵. Les autorités organisatrices assurent la création, l'entretien et l'extension des réseaux de canalisation et équipements (usines de production, station de traitement...) nécessaires à ces services publics et dont elles sont les propriétaires/maîtres d'ouvrage, même lorsqu'elles procèdent par délégation de services publics à des opérateurs privés. Ces services publics donnent lieu à la création obligatoire de budgets annexes qui assurent la transparence des recettes et des coûts. Les redevances sont intégralement affectées au service public concerné selon le principe « l'eau paie l'eau ».

Aux redevances locales, qui relèvent d'une **logique de contrepartie du service rendu** (et non du principe pollueur-payeur), dont une part prépondérante est assise sur les volumes consommés et traités, se rajoutent les redevances additionnelles prélevées par les agences de l'eau. Les recettes des agences atteignent 2,3 milliards d'euros en moyenne annuelle et font l'objet depuis quelques années de prélèvements de l'Etat tant pour son budget propre (à travers la notion de « plafond mordant »²¹⁶) que pour le financement de l'Office français de la biodiversité (OFB). Créées par la loi sur l'eau de 1964, souvent présentée comme visionnaire, les agences ne sont pas des institutions à prérogatives opérationnelles. Comme la plupart des agences nationales, elles sont essentiellement en charge de programmes de financement à destination de tiers (collectivités locales, industriels, agriculteurs...), apportent des prestations de conseil et assurent des solidarités de financement à l'échelle des grands bassins hydrographiques français.

²¹⁵ Cercle français de l'eau, *Panorama du financement global de la politique de l'eau en France métropolitaine*, novembre 2024.

²¹⁶ Cette règle de « plafond mordant » correspond à un prélèvement par l'Etat des recettes des agences dépassant des montants plafonnés définis au sein des lois de finances. Très critiquée, elle remet en cause le principe « l'eau paie l'eau » et le caractère de redevance de la recette des agences. Elle réduit en outre les capacités d'intervention des agences dans un moment d'accroissement des besoins.



Source : Cercle français de l'eau, 2024.

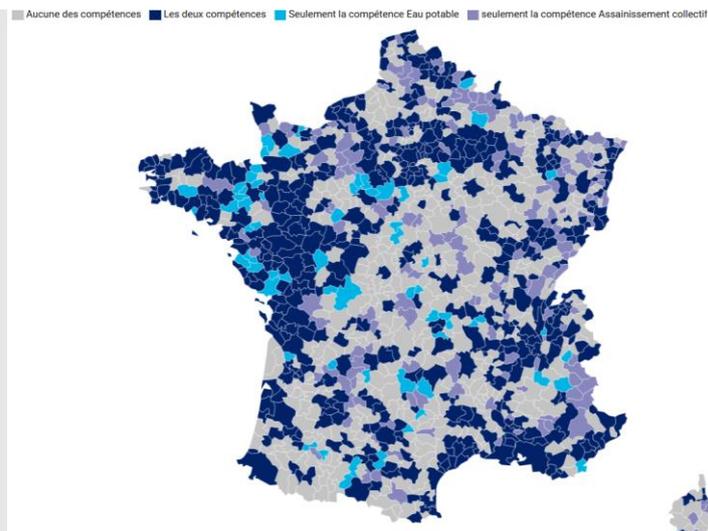
Par ailleurs, 29% des dépenses consacrées à l'eau relèvent des initiatives propres des acteurs privés (agriculteurs et industriels pour l'essentiel) disposant de leurs propres équipements de collecte, de transport et de rejet. Le *Panorama* précité recense 6,7 milliards d'investissements pour comptes propres mais souligne la probable sous-estimation de ces dépenses, faute d'exhaustivité des données disponibles. Les autres contributions aux politiques de l'eau (Union européenne, collectivités locales hors services publics eau et assainissement, OFB, Voies navigables de France...) jouent un rôle d'appoint, et apportent environ 7% des financements globaux.

Une réorganisation d'ampleur des compétences locales

Les lois MAPTAM et NOTRe ont provoqué un puissant mouvement de transfert de responsabilités des communes (et de petits syndicats techniques) vers les intercommunalités à fiscalité propre dans le domaine de l'approvisionnement en eau, de l'assainissement et de la gestion des eaux pluviales. Vivement critiqué par des rapports publics d'évaluation lors du **Grenelle de l'environnement**²¹⁷, l'émiettement des autorités organisatrices au sein du « petit cycle » a été concerné par une réduction sensible de leur nombre. Étaient recensés en 2022, environ 25 000 services publics d'eau et d'assainissement collectif et non collectif²¹⁸, mais ils sont de plus en plus souvent adossés aux mêmes autorités organisatrices (métropole, communauté urbaine, communauté d'agglomération, communauté de communes).

²¹⁷ Conseil d'Etat, *L'eau et son droit*, Etudes et documents, 2010, 580 p. Cour des Comptes, *Les instruments de la gestion durable de l'eau*, Rapport public 2010, pp. 617-655 et *La gestion quantitative de l'eau en période de changement climatique. Exercices 2016-2022*, Rapport public thématique, juillet 2023.

²¹⁸ Les services publics d'eau, d'assainissement collectif et non collectif ont leurs propres règles de fonctionnement et de facturation. Ils doivent demeurer individualisés même s'ils reposent sur une autorité organisatrice unique (commune ou intercommunalité). Ce sont des services publics industriels et commerciaux censés équilibrer leurs dépenses par leurs recettes. Certaines dérogations sont prévues pour permettre le concours du budget général de la collectivité à des programmes d'investissement d'importance.



Source : Intercommunalités de France

Ils étaient 35 000 dix ans plus tôt, ce qui témoigne d'une dynamique de rationalisation engagée. Au demeurant, des révisions successives de la loi NOTRe ont conduit à différer l'échéance du transfert aux communautés de communes, reporté à 2026, avant d'être remis en cause par une proposition de loi bénéficiant du soutien du gouvernement. Plusieurs milliers de communes ont renoncé à ce jour au transfert de compétences. Elles sont majoritairement localisées dans des espaces de montagne, souvent très peu denses. Les services gérés par les intercommunalités représentent néanmoins la part majoritaire de la population française, le transfert de compétences demeurant obligatoire dans les territoires plus urbains (métropoles, communautés urbaines et communautés d'agglomération).

7.2. Un constat de sous-financement

Ces diverses sources de financement, mobilisées volontairement ou sous forme de redevances, forment un total de plus de 23 milliards d'euros, soit presque 1% du PIB (0,84%). La France se situe dans la fourchette de dépenses publiques et privées que l'OCDE recommande de consacrer à cette ressource. Pour autant, malgré la performance croissante de ses installations, le taux de satisfaction élevé des usagers à l'égard de l'eau du robinet, le rattrapage accompli en matière d'assainissement collectif et non collectif²¹⁹, de nombreux rapports soulignent le sous-financement des politiques de l'eau au regard des enjeux à venir²²⁰.

L'une des observations les plus récurrentes concerne **les retards pris sur l'entretien des réseaux d'acheminement**, dont le linéaire représente (selon les travaux de l'association spécialisée ASTEE) plus de 996 000 kilomètres de canalisations pour l'eau et 392 000 km pour les réseaux d'assainissement collectif (l'habitat dispersé étant équipé d'installations d'assainissement non collectif). Ces linéaires sont de divers calibres (50% sont d'un diamètre inférieur à 8 cm pour l'eau mais peuvent monter à 30 cm), de matériaux variés (fonte, PVC...) et de dates de création très différentes. La croissance urbaine et les dynamiques de périurbanisation, de même que l'élévation des standards de confort, ont contribué à une extension considérable du maillage, finement ramifié jusqu'aux hameaux éloignés²²¹. **La valeur patrimoniale à neuf de ces réseaux est estimée à environ 200**

²¹⁹ La performance des équipements d'assainissement collectif, au regard de la directive ERU atteint 92% pour les stations d'épuration des collectivités publiques. Les installations individuelles de l'assainissement non-collectif sont plus en retard, avec un taux de conformité de 62%.

²²⁰ Sénat, *Rapport d'information n°142 sur l'avenir de l'eau*, Rapporteurs : Catherine Belrhiti, Cécile Cukierman, Alain Richard, Jean Sol, Novembre 2022, 166 p. Avis du Conseil économique, social et environnemental, *Comment favoriser une gestion durable de l'eau (quantité, qualité, partage) en France face au changement climatique ?*, Rapporteurs : Pascal Guihéneuf et Serge Le Quéau, 2023, 150 p. Agence France locale-INET, *Face à la raréfaction de la ressource en eau ; Comment mieux orienter les financements vers des usages vertueux de la ressource et la modernisation des réseaux ?*, mars 2024, 27 p. Entretiens du Conseil d'Etat, *La politique de l'eau : son financement et sa gouvernance sont-ils adaptés aux enjeux actuels*, Dossier du participant, 13 novembre 2024.

²²¹ L'équipement en réseaux d'eau et d'assainissement commence à se déployer dans les grandes villes au XIXème siècle (avec la machine à vapeur qui permet d'assurer la pression) et s'accélère à partir de l'entre-deux-guerres. Seulement 23% des communes disposent d'un réseau d'eau potable en 1930. Il faudra un demi-siècle pour équiper l'ensemble du pays. En 1946,

milliards d'euros pour l'eau et 192 milliards d'euros pour l'assainissement. Une réflexion en termes de gestion patrimoniale se diffuse depuis une quinzaine d'années avec les bilans et plans d'entretien imposés par les textes réglementaires²²². A 90% enterrés et souvent anciens, ces réseaux étaient parfois mal connus des collectivités maîtres d'ouvrage, tant dans leur emplacement précis que dans leur état. Un effort important leur est désormais demandé en matière d'investigation et de connaissance des réseaux. Un indice moyen de connaissance et de gestion patrimoniale (ICGP) est établi à l'échelle départementale et révèle d'importantes disparités entre le nord et le sud de la France.

Les taux de renouvellement se sont dégradés, accumulant les retards d'entretien et les « dettes grises ». Au rythme actuel, la mission d'information sur la gestion de l'eau constituée en 2024 au Sénat a estimé à **140 ans** la durée qui serait nécessaire, à rythme inchangé, au **renouvellement du linéaire des réseaux d'eau**. Il faudrait même 150 ans pour renouveler à hauteur de 100% les réseaux d'assainissement collectif. Bien que soit constaté un rebond des investissements depuis quelques années, sous l'effet des plans pluriannuels de travaux développés par les intercommunalités et des politiques de relance, le sous-financement du « petit cycle » est largement documenté. L'Union des industries et des entreprises de l'eau (UIE) a chiffré à 4,6 milliards d'euros, dans sa plus récente évaluation réalisée avec la chercheuse Maria Salvetti (économiste pour l'OCDE), les déficits d'investissements annuels dans les réseaux d'eau et d'assainissement en incluant ceux à fournir en matière de gestion des eaux pluviales. Cette estimation est souvent reprise, notamment par le récent *Panorama* du Cercle français de l'eau qui s'appuie sur les évaluations de la même experte. Le gouvernement évoque un taux de renouvellement annuel de 0,67% des linéaires. A raison d'une durée de vie moyenne de 40 ans, le renouvellement complet est bien de l'ordre de 150 ans. Les fuites d'eau sont évaluées à 1,5 milliard de mètres cubes par an.

Le chiffrage des besoins par le Cercle français de l'eau

Publié fin 2024 et présenté lors d'un colloque au Sénat, le *Panorama du financement de la politique de l'eau en France métropolitaine* réalisé par la chercheuse Maria Salvetti pour le Cercle français de l'eau évalue à **13 milliards d'euros les besoins de financements supplémentaires annuels** concernant l'ensemble des politiques de l'eau, tant pour faire face aux enjeux qualitatifs (5 milliards d'euros), moderniser les infrastructures et rattraper les retards accumulés (4,6 milliards) que pour intégrer les risques climatiques 3 milliards d'euros).



Source : Cercle français de l'eau, *Panorama du financement de la politique de l'eau en France métropolitaine*, 2024.

l'eau courante n'existait encore que dans 37% des immeubles français. Le « tout-à-l'égout » ne concernait que 12 immeubles sur cent. Voir Jean-Pierre Goubert, « *La France s'équipe. Les réseaux d'eau et d'assainissement. 1850-1950* », Annales de la recherche urbaine. Année 1984, 23-24, pp. 47-53. L'eau courante à domicile pour tous n'est devenue une réalité qu'à la fin des années 1980.

²²² Caty Wery, Anne Rozan, Christophe Wittner, Yves le Gat, Pascal Le Gauffre, Kevin Nirsimloo, Cyril Leclerc, « *Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement : de l'état des réseaux à la planification de leur réhabilitation – Outils, méthodes et perspectives* », Sciences Eaux et Territoires, 2012/4, numéro 9, pp. 44-53.

Par construction, les besoins de financement sont indexés sur les objectifs que s'assigne la puissance publique, que ce soit au travers les directives européennes, les législations nationales ou les stratégies des autorités organisatrices elles-mêmes. En cas de poursuite d'un objectif-cible de 85% du taux de rendement des réseaux, les chiffrages pourraient être fortement revus à la hausse. **Les besoins de financement annuels dépendent également du rythme de rattrapage poursuivi.** En matière de traitement en amont (potabilisation) comme en aval (assainissement), les incertitudes actuelles tiennent aux seuils réglementaires nouveaux susceptibles d'intervenir dans les obligations de traitement des micropolluants. La **lutte contre les polluants dits « éternels » (PFAS)** capte désormais toute l'attention²²³. L'extension de la liste des molécules visées par les traitements contribue également à renchérir les coûts des installations et leur exploitation. Les effets du réchauffement climatique amplifient la gravité de ces pollutions en réduisant les capacités de dilution des milieux naturels. Les procédés de traitement de ces micropolluants restent encore au stade de pilotes²²⁴.

Dans le cadre du Plan eau, une priorité est accordée à des politiques préventives visant à protéger la ressource très en amont pour réduire les coûts de dépollution et les risques sanitaires. La protection renforcée des points de captage est une priorité nationale. L'Etat a prévu d'établir une liste de captages sensibles qui seront surveillés de près par les services préfectoraux et soumis à des protections renforcées. 1100 points feront l'objet de périmètres de protection renforcés²²⁵. Sur 32 900 points de captage recensés, plus de 14 000 ont été fermés depuis les années 1980 en raison de problèmes de qualité (pesticides, produits phytopharmaceutiques, métaux lourds, fluor...). Une centaine de fermetures sont opérées chaque année en raison de pollutions non-traitables techniquement ou d'un coût déraisonnable. Des plans de gestion de la sécurité sanitaire des eaux (PGSSE) sont également demandés aux autorités organisatrices à l'horizon 2026.

Gestion quantitative : le défi du changement climatique

En ce qui concerne les aspects quantitatifs, les priorités du Plan eau et des soutiens des agences portent sur les améliorations des rendements du réseau, l'optimisation des usages de la ressource (par réutilisation et stockage) et la lutte contre les inondations. L'objectif national est de réduire de 10% les consommations et prélèvements d'eau. Les prescriptions tendent peu à peu se renforcer dans les textes législatifs, les schémas directeurs de planification (SDAGE/SAGE), les arrêtés préfectoraux ou avis des autorités environnementales. La réalisation de projets territoriaux de gestion de l'eau (PTGE), encore facultative, est très fortement encouragée à l'échelle des bassins versants pour donner à la planification une dimension plus opérationnelle et répartir les efforts de sobriété entre parties prenantes.

Les coûts prévisionnels sont de fait sensibles à de nombreux paramètres et de choix politiques. Il est au demeurant probable que les coûts de gestion du « petit cycle » auront durablement tendance à augmenter et à exercer une pression sur les tarifications. La révision de la directive Eaux résiduaires urbaines (ERU) renforce les normes applicables dans les stations desservant plus de 10 000 habitants et impose de fait un traitement dit « quaternaire » de l'eau brute, ce qui représente un surcoût évalué à minima à 400 millions d'euros annuels. La condamnation récente de la France pour manquement à ses obligations dans l'application de la première directive ERU, en raison de la non-conformité des taux de charge de 78 agglomérations, va imposer un effort de rattrapage tout en provoquant une action récursoire de l'Etat contre les agglomérations défaillantes afin de partager les sanctions financières²²⁶. Les dépassements des taux de charge de l'eau en polluants et micro-polluants peuvent se multiplier à l'avenir avec le réchauffement climatique qui, lors des épisodes caniculaires, augmente les taux de concentration.

La tendance spontanée est de fait à l'augmentation des tarifs de l'eau, phénomène qui peut susciter les incompréhensions de particuliers qui voient leur facture augmenter malgré la baisse de leur consommation personnelle. Pour les deux services réunis, le prix moyen constaté au m³ est passé de 2,89 euros en 2010 à 3,57

²²³ Une proposition européenne vise à interdire totalement les per- et polyfluoroalkylés (PFAS) et recommande de rechercher et surveiller activement 24 PFAS jugés prioritaires sans attendre l'entrée en vigueur de la directive cadre sur l'eau révisée. Les normes de dépollution relatives à ces molécules peuvent avoir des impacts budgétaires considérables. A titre d'exemple, 3000 personnes de 11 communes de l'agglomération de Saint-Louis dans le Haut-Rhin sont concernées par un arrêté préfectoral récent (25 avril 2025) interdisant la consommation d'eau du robinet en raison de traces de pollution aux PFAS liée à l'usage passé de mousse anti-incendie par les pompiers de l'aéroport Bâle-Mulhouse. Les travaux de dépollution sont estimés à 20 millions d'euros.

²²⁴ Le groupe Suez et le CNRS (Institut de chimie de la matière condensée de Bordeaux) ont annoncé en avril 2025 la mise au point d'un procédé de « gazéification hydrothermale » permettant la destruction des micropolluants dans les boues d'épuration, ouvrant la possibilité de réduire leur diffusion dans les sols et les cours d'eau. Le procédé permet également de récupérer le carbone pour des biofuels et des métaux.

²²⁵ *Améliorer la qualité de l'eau par la protection de nos captages*, Feuille de route 2025, France nation verte – Gouvernement, mars 2025

²²⁶ Décision de la Cour de justice de l'Union européenne (CJUE) du 4 octobre 2024. Sur ces enjeux d'assainissement, voir les rapports communes IGA-IGEDD, *Comment améliorer durablement la collecte et le traitement des eaux résiduaires urbaines ?*, mars 2023, 130 p. et *Mission d'évaluation ex ante de la directive relative au traitement des eaux résiduaires urbaines (ERU 2)*, mars 2025, 137 p.

euros en 2022²²⁷. En 2023 puis 2024, les augmentations annuelles moyennes du prix de l'eau ont dépassé les 5%. Des augmentations de plus de 50% ont été constatées dans certaines collectivités.

En vertu de son modèle de financement en « boucle fermée » (l'eau paie l'eau), le petit cycle se retrouve assez contraint dans ses capacités d'action. Les autorités organisatrices peuvent choisir d'augmenter leurs tarifications tout en adoptant des barèmes plus incitatifs et plus solidaires. De nombreuses intercommunalités commencent à instituer des **tarifications progressives et différenciées** selon les usages et périodes de l'année. Gratuité des premiers m³, progressivité du prix à partir d'un certain volume consommé par personne, tarification majorée en saison sèche... deviennent des pratiques répandues. Ces tarifications présentées comme « inclusives » et responsabilisantes n'apportent pas de recettes supplémentaires pour autant²²⁸. Nombre de collectivités préfèrent aider les ménages vulnérables à acquitter leurs factures (par un chèque eau) plutôt que de fragiliser les recettes propres du service. En visant la sobriété et la baisse des volumes consommés, elles tendent même à réduire par effet mécanique l'assiette des redevables et les recettes disponibles. La majoration du prix moyen du m³ accentue cette sensibilité-prix. Nombre de collectivités renvoient à la hausse la part de la redevance reposant sur l'abonnement et non sur les volumes, de manière à mieux assurer la couverture des coûts fixes.

Plusieurs réponses peuvent être apportées à cet « effet ciseau » programmé :

- L'une est d'accroître les **contributions extérieures**, en renforçant les capacités budgétaires des agences de l'eau. L'intérêt des agences est leur capacité de mutualisation des financements à une échelle très large de solidarité de bassin, entre l'amont et l'aval. Des financements d'actions préventives de protection des masses d'eau en amont, dans des espaces souvent peu denses, peuvent permettre d'économiser d'importants coûts de traitement dans les fonds de vallée ou les embouchures de fleuves. La limite de cette proposition est le **caractère non récurrent des interventions des agences**. Elles ne peuvent répondre aux enjeux d'équilibre de l'exploitation d'un service à long terme. Leurs recettes proviennent également des redevances perçues sur les volumes consommés, ce qui renvoie à la contradiction soulevée plus haut. L'augmentation des redevances peut être vertueuse pour inciter à la sobriété mais elle est socialement coûteuse et nécessite d'être régulière pour compenser les baisses des volumes consommés. L'option d'accroître les prélèvements des agences supportés par d'autres usagers, notamment les professions agricoles, est à ce jour politiquement peu crédible.
- En second lieu, il n'est pas exclu que se développe à l'avenir le recours au **financement par le levier fiscal**, à travers les concours des budgets généraux des collectivités. Bien que rattachée juridiquement aux compétences d'assainissement, **la gestion des eaux pluviales a été clairement qualifiée de service public administratif à financer par l'impôt**, et non par la redevance. Les travaux programmés afin de tendre vers la gestion séparative des réseaux, de même que certaines actions préventives destinées à protéger la ressource en amont du cycle, ou à alléger les charges d'assainissement en aval, peuvent ainsi basculer entre imputations comptables et modes de financement au sein du « petit cycle ». Cette question des eaux pluviales fait le lien avec le « grand cycle » et la compétence Gemapi qui sera évoquée plus loin.
- Enfin, le **recours à l'emprunt** est pleinement justifié pour **financer des investissements portant sur des actifs de très forte longévité**. La durée de vie des canalisations peut être portée à 60 voire 80 ans, ce qui justifie des périodes d'amortissement étalées et des emprunts long terme. Les offres de la Banque des Territoires (« Aquaprêts ») mobilisés à hauteur de deux milliards d'euros) ou le « prêt vert » de la Banque postale se portent sur des maturités très longues à des taux compétitifs. Les services publics d'eau et d'assainissement étant surtout concernés par des dépenses en « Capex », le poids de l'emprunt dans leur modèle économique peut être relativement élevé, à niveau de risque faible compte tenu des règles d'équilibre recettes/dépenses.

Des investissements de « sobriété » peuvent être également porteurs d'économies dans la durée, notamment ceux favorisant la **réutilisation d'eaux usées ou la récupération des eaux de pluie**. Certains usages, effectués aujourd'hui avec des standards de traitement destinés à la consommation domestique, peuvent être massivement couverts par de l'eau de récupération. Les expériences se multiplient dans l'arrosage des jardins publics et terrains de sports, la propreté urbaine, le lavage de véhicules, l'hydrocurage des réseaux d'assainissement et le nettoyage des bennes à ordures...²²⁹ Des aides sont allouées aux particuliers pour qu'ils se dotent de leurs propres

²²⁷ Observatoire national des services d'eau et d'assainissement, Données Sispea 2022. *Focus : évolution du prix du service et facture d'eau*, 16 p.

²²⁸ Les évaluations de ces pratiques expérimentées depuis la loi « Brottes » par certaines intercommunalités (Dunkerque, Montpellier, Libourne, Muret...) montrent la difficulté et le faible intérêt de les généraliser. Le « signal-prix » de la progressivité est dilué dans l'ensemble de la facture d'eau et perd en visibilité dans les immeubles collectifs sans compteurs individuels. Voir Conseil économique, social et environnemental (CESE), *avis Eau potable : des enjeux qui dépassent la tarification progressive*, Rapporteurs : Jean-Marie Beauvais et Jean-Yves Lautridou, novembre 2023, 98 p.

²²⁹ Longtemps défavorables aux réutilisations des eaux usées pour des raisons de santé publique, les textes réglementaires s'assouplissent depuis quelques années. Le décret n°2024-796 et l'arrêté du 12 juillet 2024 ouvrent à de nombreux usages la possibilité d'utiliser des eaux impropres à la consommation humaine (eaux dites non-conventionnelles). Un an auparavant, un

récupérateurs. De même, des recalibrages à la baisse des capacités des installations dans les agglomérations et bourgs en déprise démographique ne sont pas à exclure. Les effets de re-densification de l'urbanisation, dans la logique du « zéro artificialisation nette », produiront progressivement une baisse du coût unitaire par usager de l'infrastructure. Une partie non-négligeable des besoins de financement peut être couverte par des réorientations stratégiques et de nouvelles priorités inscrites dans les programmations pluriannuelles d'investissement.

Figure 1 : tableau récapitulatif des prix moyens du service de l'eau potable, de l'assainissement collectif et total (somme des deux) pour les années 2010 à 2022 (d'après les prix moyens annuels calculés dans chaque rapport annuel Sispea)

Année	Prix moyen TTC eau potable (€/m ³)	Prix moyen TTC assainissement collectif (€/m ³)	Prix moyen total TTC (€/m ³)	Prix moyen total HT(€/m ³)
2010	1,93	1,73	3,67	2,89
2011	1,96	1,82	3,78	2,96
2012	2,00	1,85	3,85	3,00
2013	2,03	1,89	3,93	3,04
2014	2,05	1,93	3,98	3,07
2015	2,03	2,01	4,04	3,12
2016	2,03	2,00	4,03	3,13
2017	2,05	2,03	4,08	3,12
2018	2,07	2,07	4,13	3,27
2019	2,08	2,11	4,19	3,29
2020	2,11	2,19	4,30	3,38
2021	2,13	2,21	4,34	3,40
2022	2,21	2,31	4,52	3,57

Comme dans d'autres domaines (notamment l'énergie, les réseaux numériques), l'eau et l'assainissement sont des **industries de volume**, historiquement financées par une croissance continue des consommations qui a permis d'amortir les coûts de réseau. Ces croissances ont été constatées dans les comportements domestiques d'une part, jusqu'à l'inversion de tendance des années 2000, mais aussi dans la poursuite de la croissance démographique et l'expansion des villes. Les réseaux amortis des cœurs denses des agglomérations, à forte concentration d'usagers, ont longtemps contribué à financer des linéaires moins « rentables » dont le coût par logement raccordé a pu fortement augmenter. Le coût marginal des extensions urbaines, dans le cadre d'un habitat horizontalisé et dispersé, est de fait très élevé en matière de dessertes de toutes sortes. Bien qu'elles n'en aient pas l'obligation légale, les collectivités ont en général opté pour le raccordement systématique et gratuit des propriétés. Les contributions spécifiques pouvant être demandées aux constructions nouvelles (taxe d'aménagement, participation forfaitaire à l'assainissement collectif) sont en général très inférieures aux dépenses d'équipement constatées.

De fait, **le modèle de financement « historique » des réseaux se retrouve confronté à une tension**, déjà très tangible dans les territoires en décroissance démographique. Les coûts fixes d'entretien des installations reposent sur des consommations stationnaires, voire en baisse, et un nombre d'usagers déclinant. Cet effet de ciseau programmé est depuis plusieurs années au cœur des réflexions des collectivités gestionnaires²³⁰. Des travaux de recherche récents illustrent les solutions envisagées ou expérimentées pour faire face aux baisses de volumes²³¹. Des réflexions sont conduites pour **décloisonner l'approche traditionnelle des services publics et renforcer leurs synergies**. Les équipements d'assainissement sont par exemple utilisés pour lutter contre les inondations ou produire de la chaleur. Les usines de traitement de déchets deviennent des unités de valorisation énergétique. Les flux de déchets triés et retraités sont valorisés dans les filières industrielles de recyclage. Les logiques d'économie circulaire permettent de redéfinir les modèles économiques hier fondés sur les seules « volumétries »

décret avait assoupli les conditions d'autorisation de pratiques de réutilisation des eaux usées traitées (Reut). Décret n° 2023-835 du 29 août 2023 relatif aux usages et aux conditions d'utilisation des eaux de pluie et des eaux usées traitées.

²³⁰ Voir AdCF-Calia Conseils-Suez environnement-GDF-Suez, *Les politiques intercommunales de tarification des services publics de l'environnement et de l'énergie*, 2015, 72 p. Intercommunalités de France, FNCCR, FP2E. *Note eau. Sobriété : vers un nouveau modèle de financement des services d'eau et d'assainissement*. Juillet 2024, 25 p. Les services d'eau et d'assainissement reposent sur une économie de coûts fixes de l'ordre de 80% à 90%. La part fixe de la facture d'eau potable est en moyenne de 17% et celle de la facture d'assainissement collectif de 9%

²³¹ Ibicity, Espelia, Partie Prenante, *Etude sur les nouveaux modèles économiques urbains. Saison 5. Intégrer l'impact de la sobriété dans le pilotage des services urbains*, février 2025 et Saison 4. *Les modèles économiques des services urbains au défi de la sobriété*, 80 p.

de prélèvements. Qu'elle soit fondée sur un engagement politique délibéré, ou sur la réalité d'une déprise démographique et d'attrition de la demande, la sobriété s'inscrit peu à peu à l'agenda.

De nombreuses collectivités sont en outre confrontées à des usages très différenciés au cours de l'année, nécessitant des infrastructures conçues pour les périodes de haute fréquentation, mais qui s'avèrent surdimensionnées en basse saison. L'amortissement des coûts fixes sur des usagers intermittents est une difficulté récurrente, qui prend une dimension nouvelle avec les changements de comportements touristiques qui rendent les anticipations plus aléatoires. Qu'elle repose sur les SDAGE ou SAGE ou les schémas locaux d'assainissement, la planification doit composer avec une volatilité accrue des fréquentations des territoires.

Ces différents paramètres conduisent différents spécialistes à mettre l'accent sur les nouvelles recettes à mobiliser au service des politiques de l'eau en définissant mieux les rôles respectifs des différentes catégories de concours, à savoir :

- Les **redevances centrées sur les usages** et qui devraient mieux refléter les divers types de prélèvements (75% des redevances reposent aujourd'hui sur les ménages pour 17% des prélèvements),
- Les **taxes assises sur le principe pollueur-payeur** et qui devraient, en toute logique, couvrir les coûts de traitement provoqués par les différents émetteurs de pollution (la transformation de la TGAP en redevance pour pollution diffuse a, à cet égard, suscité une confusion)²³²,
- La **fiscalité directe locale** qui concourt au financement de la compétence gestion des eaux pluviales et de la compétence Gemapi,
- Les **recettes assises sur les cotisations d'assurance** pour abonder le Fonds de prévention des risques naturels majeurs,
- Les **subventions reçues de tiers-financeurs** comme les départements et régions,
- Les **prêts à maturité longue** proposés par les banques publiques.

De nouveaux équilibres seront à définir entre ces sources de financement afin de ne pas sur-solliciter la facture des services publics d'eau et d'assainissement. Le financement d'actions de prévention en amont (protection de captage notamment et réduction des pollutions à la source) doit contribuer à réduire les coûts aval. Les mesures agro-environnementales de la politique agricole commune peuvent y contribuer ainsi que les politiques départementales de protection des espaces naturels sensibles. Les rejets d'exploitation industriels doivent être le plus possible traités en circuits fermés, au-delà des seules installations classées.

Parmi les propositions régulièrement formulées figure celle de supprimer la TVA appliquée aux services publics d'eau et d'assainissement et qui contrarie le principe « l'eau paie l'eau »²³³. De nombreux acteurs plaident pour l'interruption des prélèvements opérés sur les agences pour financer les politiques de biodiversité. Ils demandent qu'un autre canal de financement soit aménagé au sein du budget de l'Etat. Moins souvent évoquées, **des recettes complémentaires pourraient sans doute être retirées de nouveaux usages de l'eau** dans le cadre de l'économie circulaire, à l'instar des diverses productions d'énergie renouvelable ou des fonctions de stockage assurées à partir des installations d'eau et d'assainissement (récupération de chaleur ou de froid, photovoltaïque, petit hydraulique...). La directive ERU 2 encourage en ce sens.

La planification et la programmation dans la gestion de l'eau

Les documents de planification essentiels, dans les domaines de l'eau, sont les **schémas directeurs d'aménagement et de gestion de l'eau (SDAGE)** réalisés à l'échelle des comités de bassin, donc des grands bassins hydrographiques français appelés « districts ». L'échelle d'organisation des agences (Adour Garonne, Artois Picardie, Rhône Méditerranée Corse, Seine Normandie, Loire Bretagne, Rhin Meuse) est cohérente avec cette géographie. Ces SDAGE ont été créés par la loi sur l'eau de 1992 (n°92-3) et ont vu leur portée juridique renforcée sous l'influence de la législation européenne. La directive-cadre sur l'eau du 23 octobre 2000 (transposée en France par la loi n°2004-338 du 21 avril 2004) impose un plan de gestion des masses d'eau par grand bassin hydrographique. Elle fixe un principe de non dégradation de la qualité des masses d'eau et fixe des objectifs pour atteindre un bon état, notamment en réduisant ou en supprimant l'origine des pollutions des milieux.

Les SDAGE se veulent des outils de gestion prospective mais ils engagent l'Etat et encadrent l'action des collectivités à travers les règles de compatibilité entre documents de planification. Les schémas régionaux

²³² Est

²³³ Assemblée nationale, Yannick Haury et Vincent Descoeur, *Rapport d'information sur l'adaptation de la politique de l'eau au défi climatique*, janvier 2024, 193 p.

d'aménagement (SRADDET) comme les SCOT sont subordonnés aux règles des SDAGE. Ces derniers sont accompagnés de programmes de mesures et de plans d'action territorialisés. La génération la plus récente des schémas directeurs est constituée de documents extrêmement riches d'informations mais très techniques, de dimension opérationnelle jugée parfois insuffisante. L'Etat promeut de fait la réalisation de documents de planification à des échelles plus fines, celles des bassins versants ou sous-bassins au niveau desquels s'organisent les **commissions locales de l'eau (CLE)** et certains **EPAGE**. Depuis la loi Barnier de 1992 (n°92-3 du 3 janvier 1992) et la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 (loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006) ces schémas locaux visent notamment à assurer l'interface avec les documents d'urbanisme et d'aménagement. Ils sont d'initiative locale ou prescrits par le SDAGE et adoptés par la commission locale de l'eau, organe multipartite (Etat, collectivités, usagers et professionnels). Plus de **200 SAGE sont actuellement approuvés**, en cours d'achèvement ou en révision. Ils sont constitués d'un plan (avec données graphiques) et d'un règlement juridiquement opposables aux administrations et aux personnes morales de droit privé. Dans un rapport d'évaluation, la Cour des Comptes préconise leur généralisation et le renforcement de leurs prérogatives, appuyées sur les commissions locales de l'eau (CLE)²³⁴.

Le plan de gestion du risque inondation (PGRI), réalisé à l'échelle du district hydrographique, et les plans de prévention du risque naturel inondation (PPRNI), de dimension plus locale, sont des documents à l'initiative du représentant de l'Etat, élaborés en concertation avec les collectivités, pour délimiter les zones exposées au risque inondation, imposer des normes d'inconstructibilité ou des prescriptions (réalisation d'ouvrages de protection, exploitations, entretiens...). Plus de **21 000 communes ont été déclarées exposées au risque d'inondation** par cours d'eau. 11 000 d'entre elles sont couvertes par un PPRNI à ce jour ; le risque inondation étant le plus répandu des risques naturels. Ces communes sont de fait très majoritaires au sein des 12 500 communes couvertes par un plan de protection contre les risques naturels. De nombreuses communes sont exposées à plusieurs risques (inondations, glissements de terrain, tempêtes, submersion marine, risque incendie de forêt, retrait-gonflement des argiles).

A la cascade de schémas liée aux exercices de planification doivent être rattachés d'autres documents plus programmatiques qui se généralisent en matière de gestion quantitative. Outre les projets territoriaux de gestion de l'eau (PTGE) centrés sur la disponibilité de la ressource et la gestion du « trop peu », doivent être mentionnées les politiques actives de prévention des inondations attendues des autorités dites « gemapiennes » (du côté du « trop plein »).

Depuis 2002, l'Etat propose, à travers des appels à projet lancés en direction des collectivités, des accompagnements sous forme de Programmes d'action de prévention des inondations (PAPI). 245 ont été labellisés à ce jour. Cette initiative a en quelque sorte « préparé les esprits » à la **création de la compétence Gemapi et au transfert implicite de certaines responsabilités, à l'image de la charge d'entretien des digues**. Les PAPI ont déjà contribué à co-financer de nombreuses vagues de travaux portés par des communes, des intercommunalités ou syndicats mixtes (syndicats de rivière). Un rapport d'octobre 2019 du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) a procédé à une évaluation approfondie du dispositif. Il a permis à la fois d'en confirmer l'intérêt pour accompagner les collectivités territoriales compétentes mais aussi d'en souligner les lourdeurs procédurales liées à la centralisation de nombre de décisions à l'échelle de la Commission mixte inondations (Cmi) et aux exigences interprétatives de certains services de l'Etat²³⁵. Les PAPI mobilisent pour l'essentiel des financements en provenance du Fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM). Les dossiers représentant un volume budgétaire de plus de 3 millions d'euros sont instruits à l'échelle nationale en lien avec la Commission mixte inondations (CMI). Les financements moins élevés relèvent de l'échelle des instances de bassins. L'évaluation du CGEDD concluait en tout état de cause au caractère indispensable de ces programmes d'appui et à leur efficacité d'ensemble. Le programme de troisième génération (PAPI3) a donné suite à un certain nombre de recommandations pour assurer un meilleur suivi budgétaire et renforcer la déconcentration du programme afin de gagner en vitesse d'exécution et répondre à des mesures d'urgence.

Pour accompagner la nouvelle compétence des intercommunalités a été introduite dans la loi la possibilité d'instituer une taxe spécifique, appelée « taxe Gemapi ». Cette taxe n'est qu'une capacité des collectivités à fixer un taux additionnel sur les impôts directs locaux classiques (taxes foncières, cotisation foncière des entreprises, taxe d'habitation). Son seul intérêt est de **pouvoir garantir aux contribuables l'affectation du produit prélevé à**

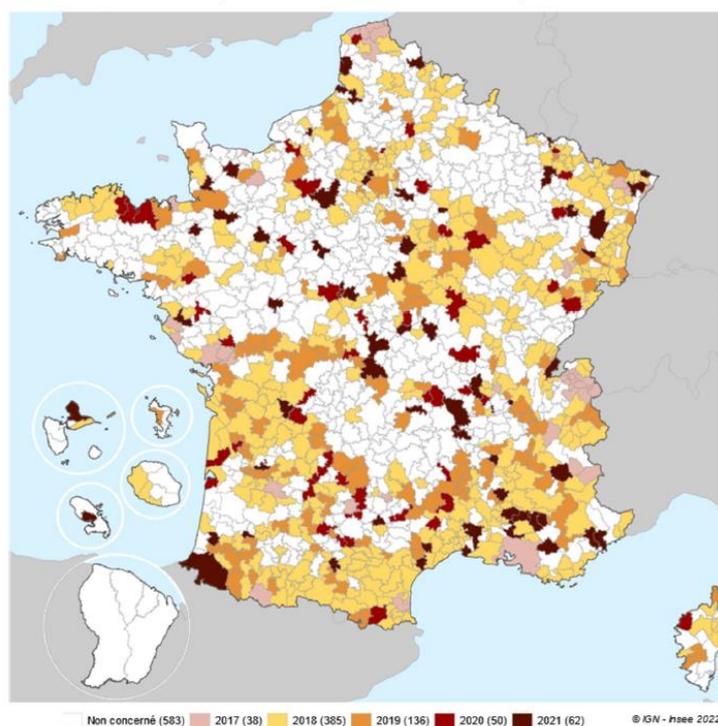
²³⁴ Cour des Comptes, Rapport public 2023, chapitre 6, « Une organisation inadaptée aux enjeux de la gestion quantitative de l'eau », pp. 471-513

²³⁵ Christian Barthod, Marie-Claire Bozonnet, François Scarbonchi, *Evaluation du dispositif des programmes d'actions de prévention des inondations et de l'efficacité de sa mise en œuvre*, Rapport CGEDD-IGA, octobre 2019, 122 p.

la lutte contre les inondations, sujet de préoccupation majeure des habitants et propriétaires des zones les plus exposées aux risques.

D'institution facultative et de montant plafonné (40 € par habitant), intégralement affectée à la compétence nouvelle, **la taxe Gemapi est de plus en plus instituée par les intercommunalités**. De 38 à l'avoir instituée en 2017, elles sont passées à 665 à la fin 2021 selon une étude de la DGCL, soit plus de la moitié d'entre elles, représentant environ 36,5 millions d'administrés²³⁶. La suppression de la taxe d'habitation sur les résidences principales tend à reporter la charge des prélèvements sur les impôts et contribuables fonciers (propriétaires). Avec une moyenne de 7,5 € par habitant assujéti, les prélèvements opérés étaient encore loin, en 2021, d'atteindre les plafonds autorisés. Bien qu'en progression régulière, les montants perçus au titre de la taxe Gemapi n'atteignaient que 275 millions d'euros en 2021. Des montants assez anecdotiques au regard des budgets locaux et des besoins des politiques de financement du « grand cycle ». La marge encore disponible sur cette taxe a alimenté une controverse entre le gouvernement qui y voit la preuve d'un levier fiscal suffisant alors que parlementaires et associations de collectivités expliquent la sous-mobilisation de la taxe Gemapi par **son inadéquation avec les montants des investissements à financer**. L'une de ses autres limites est d'être prélevée à l'échelle de chaque intercommunalité et de ne pas faciliter la mutualisation des recettes à l'échelle d'un bassin versant, voire d'un bassin hydrographique.

Carte 1 - EPCI à FP décidant de prélever la taxe GEMAPI, année après année, entre 2017 et 2021



Lecture : en 2021, 62 EPCI décident de prélever pour la première fois la taxe GEMAPI sur leur territoire ; ils sont représentés sur la carte en marron foncé.

Note : les changements de périmètre, créations et disparitions de groupements dans le temps sont neutralisés en ramenant les données annuelles au découpage géographique de l'année 2021.

Source : DGCL. Données DGFIP, REI ; Banatic.

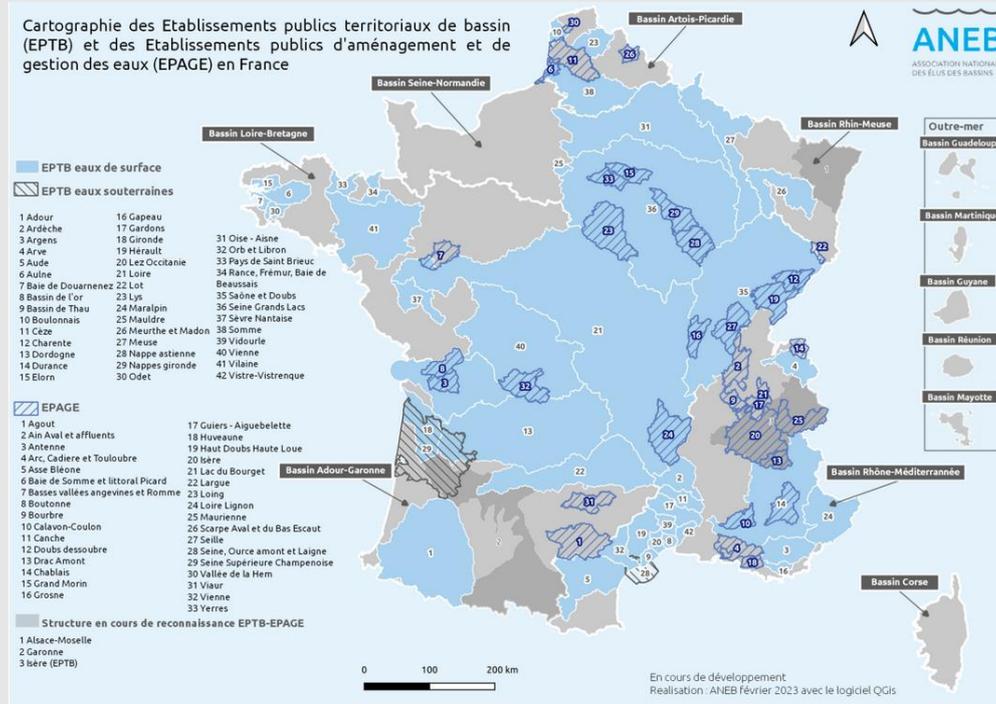
Source : DGCL

La compétence Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations : dix ans de polémiques

Les compétences d'intervention sur le « grand cycle » de l'eau ont connu également d'importantes mutations depuis la création de la compétence dite Gemapi (gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations) par la

²³⁶ Nesheen Solanki, « La taxe Gemapi : une ressource en croissance pour les collectivités », DGCL, Bulletin d'information statistique, n°174, avril 2023.

loi MAPTAM en janvier 2014²³⁷. Attribuée d'autorité aux intercommunalités à fiscalité propre, cette compétence peut être déléguée et transférée à des établissements publics spécialisés, structurés dans une logique de bassin versant les **établissements publics territoriaux de bassins (EPTB) ou établissements publics d'aménagement et de gestion des eaux (EPAGE)** à des échelles plus fines peuvent être missionnés par leurs membres pour conduire des missions d'étude et porter la maîtrise d'ouvrage de travaux d'intérêt commun. Selon les données de leur association (cf. carte ci-dessous) il existait 42 EPTB et 33 EPAGE reconnus en février 2023 (et trois en phase d'officialisation).



Source : ANEB

EPTB et EPAGE sont organisés sous forme de syndicats mixtes dont les membres sont les intercommunalités à fiscalité propre en tant que titulaires de premier rang de la compétence Gemapi. Les contours précis de cette compétence, ainsi que les responsabilités associées, ont fait l'objet de très nombreux débats publics et d'ajustements législatifs. La compétence Gemapi comprend les missions énumérées aux alinéas 1, 2, 5 et 8 de l'article L 211-7 du code de l'environnement à savoir l'aménagement d'un bassin ou d'une fraction de bassin hydrographique, l'entretien et l'aménagement des cours d'eau, canaux, lacs..., la défense contre les inondations et contre la mer, la protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides. La création de cette compétence, par voie d'amendement parlementaire, s'est opérée sans étude d'impact préalable ni chiffrage de son besoin de financement.

Les charges d'investissement induites par la compétence Gemapi, notamment celles induites par le risque inondation, sont encore difficiles à chiffrer avec précision et résulteront de nombreux paramètres. Elles ont notamment tributaires :

- De l'intensité des effets du changement climatique et de l'ampleur des épisodes extrêmes futurs à prévenir,
- Des niveaux de protection des biens et des personnes à garantir à travers les études de danger,
- Des solutions techniques privilégiées pour maîtriser les risques et lutter contre les crues, les ruissellements ou les submersions marines...

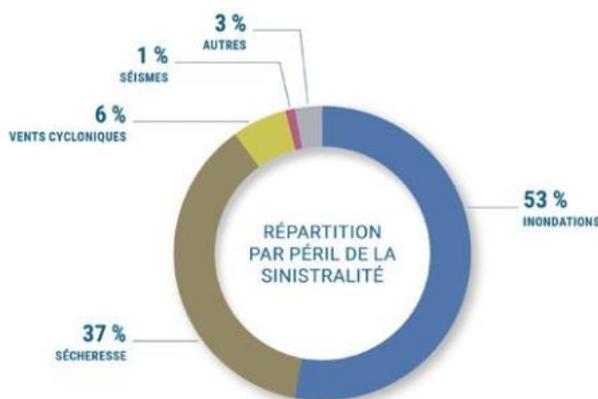
Le chiffrage présenté dans le *Panorama* du Cercle français de l'eau reprend à son compte les estimations de France assureurs et évoque pour l'essentiel les actions réparatrices à engager à la suite des catastrophes naturelles. Outre sa composante « gestion des milieux aquatiques » (gema), dont les incidences budgétaires sont encore très floues, la première raison d'être de la compétence Gemapi est de **renforcer les politiques préventives pour réduire les**

²³⁷ Loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles.

incidences des débordements ou ruissellements²³⁸. Ces politiques doivent agir sur de nombreux leviers d'action et à des échelles distinctes pour conforter des ouvrages de protection (digues, barrages écrêteurs de crues...) mais également mobiliser des solutions fondées sur la nature, axées sur le ralentissement des flux amont-aval. Reméandrages des cours d'eau, zones d'expansion des crues, renforcement de la perméabilité des sols (gestion des ruissellements à la parcelle ou à l'îlot), reconstitution des haies et des talus, entretien des cours d'eau, enlèvement des embâcles, restauration de zones humides, recépage des arbres... sont des investissements préventifs porteurs de réduction d'impacts lors des épisodes extrêmes.

Alors que les débats relatifs aux conditions de création de la compétence Gemapi tendaient à s'apaiser, de nouvelles polémiques ont accompagné le transfert des digues domaniales de l'Etat aux intercommunalités, au début de l'année 2024. Malgré la décennie laissée par la loi Maptam aux services de l'Etat pour établir un diagnostic approfondi du patrimoine transférable et évaluer les efforts d'entretien à fournir, un constat d'impréparation du transfert a été établi par de nombreux observateurs. Les textes réglementaires organisant le transfert ont reçu un avis négatif du Conseil national d'évaluation des normes (CNEN) et suscité l'ire des associations de collectivités. Le Sénat s'est montré également critique à ce sujet²³⁹. Le gouvernement a privilégié l'option du passage en force. Les conventions de mise à disposition des ouvrages ont été préparées unilatéralement par les services de l'Etat.

Répartition par péril de la sinistralité au sein du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles entre 1982 et 2021

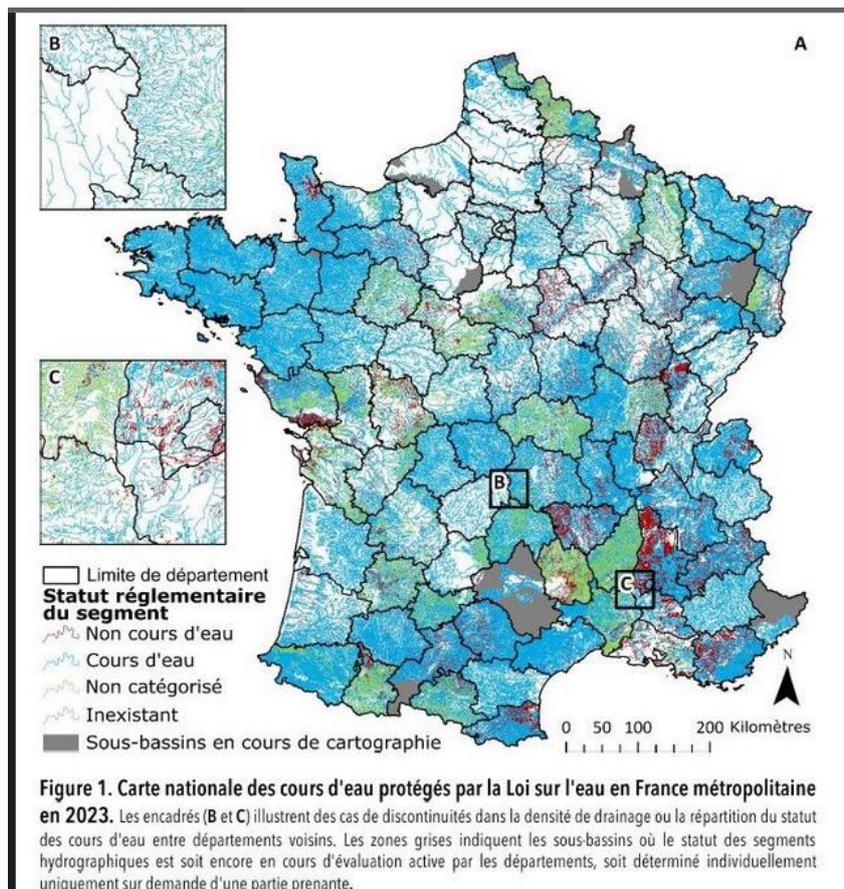


Source : Caisse centrale de réassurance

Il est à noter que les **actions de prévention des inondations** reposent pour partie sur des obligations d'entretien imposées aux riverains de cours d'eau non domaniaux, mais aussi de leurs bras morts, ce qui représente l'essentiel du linéaire. Ils sont propriétaires du lit même s'ils ne sont pas propriétaires de l'eau. S'ils peuvent le confier à des intervenants professionnels, l'entretien est à leur charge et comprend l'élagage ou le recépage de la végétation des berges (ripisylve), l'enlèvement des embâcles et débris, le débroussaillage, la gestion des bancs alluvionnaires... Il concerne également l'entretien des bras morts. En cas de carence de l'initiative privée, la collectivité publique en charge de la compétence Gemapi peut prendre les devants et réaliser les travaux tout en refacturant son coût aux propriétaires. Il est ainsi probable que le renforcement des politiques de prévention adaptative aux effets du changement climatique accroissent les participations des propriétaires. Ces obligations demeurent cependant tributaires des cartographies établies par les services de l'Etat dans les départements ; transposition qui, comme le montre la carte ci-dessous, révèle d'assez fortes disparités.

²³⁸ Rapport du gouvernement au Parlement d'évaluation des conséquences de la prise de compétence Gemapi par les établissements publics de coopération intercommunale à fiscalité propre, Février 2019, 144 p.

²³⁹ Sénat, Rapport d'information n°775 de la mission conjointe de contrôle relative aux inondations survenues en 2023 et au début 2024, Rapporteurs : Jean-François Rapin et Jean-Yves Roux, 25 septembre 2024, 253 p.



Source : Mathis Messenger, Hervé Pella et Thibault Datry, « Une cartographie des cours d'eau officiels pointe les incohérences de la réglementation », *The Conversation*, septembre 2024.

On retrouve de telles servitudes en matière de prévention des incendies. Une obligation légale de débroussaillage s'impose aux propriétaires de maisons dont les terrains sont situés à moins de 200 mètres de massifs forestiers, de landes, de maquis ou garrigues classés à risques d'incendie. Le débroussaillage doit être effectif à moins de 50 mètres de l'habitation et des autres installations mais aussi le long des voies d'accès (profondeur de dix mètres). Dans les zones urbaines classées au PLU, l'obligation concerne l'ensemble de la parcelle. Même si le recours à un professionnel peut bénéficier d'un crédit d'impôt dans certaines circonstances, ces contributions préventives demandées aux particuliers sont assimilables à des formes de dépenses assurancielles obligatoires. Sujet très sensible, cette obligation peut conduire un propriétaire d'une habitation à être tenu de débroussailler des terrains ne lui appartenant pas.

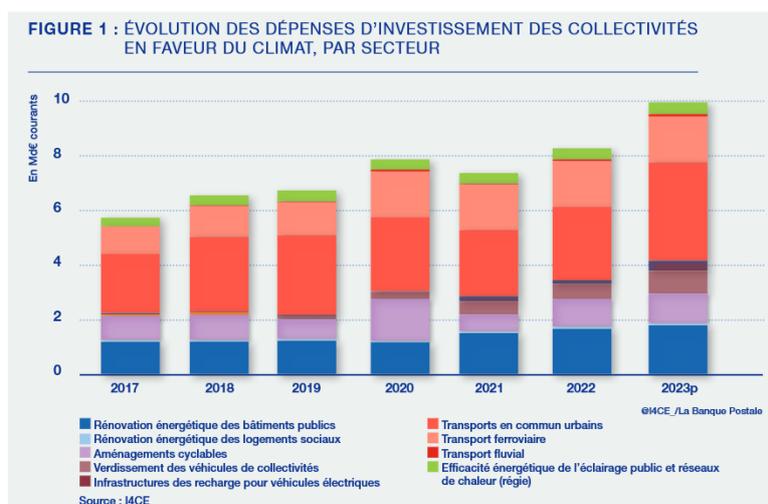
Chapitre 8 – Répartir les efforts contributifs

Comme le soulignent divers rapports mentionnés au gré des chapitres précédents, des progrès restent à accomplir pour apprécier plus finement les concours des différents acteurs publics (Etat, opérateurs, collectivités) et privés aux transitions écologiques²⁴⁰. Les travaux disponibles souffrent d'être essentiellement focalisés sur le budget national, par tropisme « stato-centrique », et de ne pas pleinement intégrer les mécanismes de solvabilisation échappant aux lois de finances. En outre, le primat accordé à la réduction des émissions territoriales de gaz à effet de serre tend à restreindre le périmètre de l'analyse, en oubliant d'une part les besoins d'action sur la composante importée de notre empreinte carbone tout en sous-estimant par ailleurs les coûts-systèmes.

8.1 : Enrôler les capacités d'action des collectivités : entre incitation et contrainte

L'incomplétude des chiffrages se ressent particulièrement dans le calcul des **dépenses « vertes » des collectivités**, évaluées à seulement 7 ou 8 milliards d'euros dans la Stratégie pluriannuelle des financements de la transition écologique et de la politique énergétique nationale (SPAFTE). Dans un travail conjoint, la Banque Postale et I4CE ont d'ores et déjà réévalué à près de 10 milliards d'euros les dépenses des collectivités exerçant un rôle direct sur le climat tout en se focalisant sur les seuls secteurs des transports, du bâtiment et de l'énergie, et exclusivement sur les dépenses d'investissement, ce qui est un périmètre limitatif²⁴¹.

Le graphique ci-dessous illustre la progression notable des montants mobilisés entre 2017 et 2023, qui intègrent, ainsi que le font remarquer les auteurs, un « effet-prix » lié à l'inflation. L'étude estime les besoins d'investissement supplémentaires à 11 milliards d'euros par an pour effectuer les reports modaux nécessaires vers les transports collectifs (+ 4 Mds€), amplifier la rénovation thermique des bâtiments (+ 3,2 Mds€), favoriser l'essor de la mobilité électrique (+ 1,8 Md€), rénover l'éclairage public et étendre les réseaux de chaleur (+ 1,2 Md€), financer la rénovation des logements sociaux (0,6 Md€). Ces chiffrages recoupent assez bien les ordres de grandeur que nous avons pu évoquer dans les analyses thématiques.



Source : I4CE et Banque Postale

Ce travail précurseur gagnera à être élargi à d'autres champs et à **intégrer les dépenses de fonctionnement induites par les programmes d'investissements**, notamment dans des domaines intensifs en main d'œuvre et en charges d'exploitation comme ceux des transports collectifs ou de l'économie circulaire (déchets). En comptabilisant de manière plus extensive les dépenses des différentes administrations publiques locales dans les domaines de l'eau et de l'assainissement (13 Mds€), de la gestion des ordures ménagères (10 Mds€), des transports collectifs urbains et régionaux (36 Mds€ en intégrant Ile-de-France mobilités²⁴²) mais aussi celles liées

²⁴⁰ Les progrès des chiffrages passent d'abord par une stabilisation des définitions des transitions et de ce qui entre dans le périmètre de l'analyse. La récente publication commune (mai 2025) des ministères de l'aménagement du territoire et de la transition écologique sur le total des aides publiques pour la protection de l'environnement en France recense seulement 6 milliards d'aides directes, ce qui est très faible.

²⁴¹ I4CE-Banque Postale, *Panorama des financements climat des collectivités locales*, 2024, 62 p.

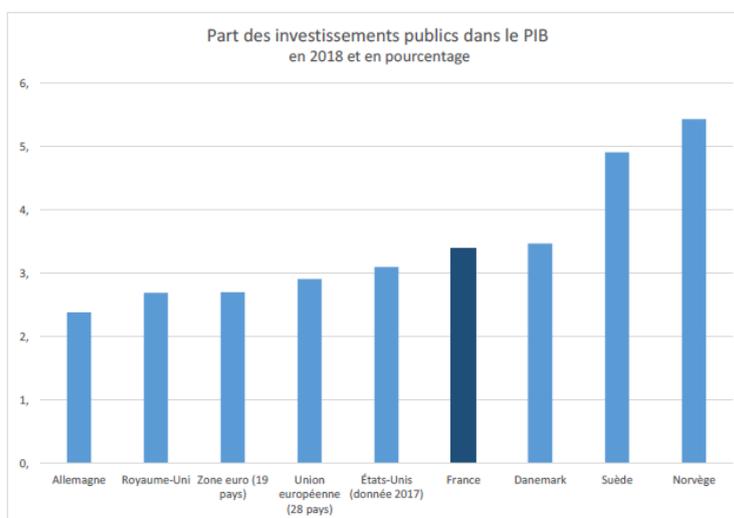
²⁴² Le coût du Grand Paris Express a été régulièrement réactualisé pour aboutir à des projections proches de 42 milliards d'euros. Voir Sénat, *Rapport d'information de la commission des finances sur les coûts et le financement du Grand Paris Express*, 14

aux aménagements « verts » de voirie, aux énergies renouvelables (réseaux de chaleur, géothermie, projets de renouvelables électriques...), de l'habitat, de la biodiversité... que ce soit à travers leurs budgets généraux, leurs budgets annexes ou via ceux de leurs satellites, la consolidation conduirait plutôt à des volumes situés entre 65 et 70 milliards de dépenses publiques locales intervenant dans les domaines concernés, tant en investissement qu'en fonctionnement. Une comptabilité plus analytique devrait en toute logique accompagner à terme la « budgétisation verte » pour mieux apprécier cette volumétrie et se porter au-delà de la seule comptabilité carbone.

La capacité d'investissement des collectivités territoriales au centre du jeu

La **place prépondérante qu'occupent les collectivités dans l'investissement public** est bien documentée²⁴³. Elle est encore plus marquée si l'on traite à part, en ce qui concerne l'Etat, les dépenses intérieures de recherche-développement (DIRD), essentiellement immatérielles, et les dépenses d'équipement du secteur de la Défense. Dans la « descente d'échelle » de la planification, une partie importante des efforts est de fait attendue des collectivités et de leurs prolongements (syndicats techniques, entreprises publiques locales, offices HLM, établissements publics fonciers...). Comme nous avons pu le vérifier dans les chapitres précédents, ils ont en charge les patrimoines publics les plus volumineux à travers les réseaux routiers, les canalisations, les bâtiments administratifs et équipements collectifs, les transports collectifs urbains ou régionaux... Les collectivités sont également propriétaires des réseaux de distribution d'électricité et de gaz même si l'essentiel de l'investissement est porté en la matière par les concessionnaires (Enedis, GRDF...).

Selon les données les plus récentes, **les dépenses d'équipement du secteur public local ont représenté en 2024 environ 80 milliards d'euros** dont plus de 17 milliards portés par les budgets annexes²⁴⁴. Une part majoritaire de ces flux sont orientés vers l'entretien d'actifs qui seront placés au cœur des enjeux de rénovation thermique mais aussi de résilience face au changement climatique. La dépense publique locale va de fait se « verdier » par transformation des priorités d'agenda, aiguillonnée par les textes réglementaires et les principes de bonne gestion. Nombre de décisions locales d'investissement s'opèrent en outre en réponse directe à des appels à projets ou politiques contractuelles proposés par l'Etat²⁴⁵ ou ses opérateurs, les régions, les départements... qui tendent à aligner les priorités stratégiques des différents niveaux d'autorités publiques.



Source : Conseil économique, social et environnemental

La comptabilité publique a besoin de retraitements pour éviter les doubles-comptes. Une partie importante des budgets d'investissement de l'Etat et de ses opérateurs, mais aussi des régions voire des départements, transite en pratique via les budgets locaux des communes et intercommunalités qui sont, en dernier ressort, les maîtres

octobre 2020, 88 p. Le coût d'investissement, adossé à des financements spécifiques et des emprunts, fait souvent écran devant les charges d'exploitation futures qui incomberont à Ile-de-France mobilités. Elles devraient dépasser un milliard d'euros par an.

²⁴³ Voir Intercommunalités de France-Banque des territoires, *Baromètre de la commande publique*, Septembre 2024, 30 p.

²⁴⁴ Nous soulignons l'importance de ces derniers puisqu'ils sont principalement constitués des transports collectifs urbains, de l'eau et de l'assainissement et des déchets, au cœur de cette étude.

²⁴⁵ Le guide qui accompagne la récente circulaire du Premier ministre (31 mars 2025) pour préparer la deuxième phase des COP régionales et la deuxième année de la démarche de territorialisation de la planification écologique est illustratif des outils de pilotage « par le haut » de la dépense locale

d'ouvrage des équipements et les principales autorités adjudicatrices des marchés publics²⁴⁶. Dans le cadre de la planification écologique, leurs budgets « verts » vont être pour partie solvabilisés par les concours reçus des ministères, des opérateurs (agences de l'eau, Ademe, Agence de financement des transports, office français de la biodiversité...), de l'Union européenne, des régions... Le modèle économique des transitions doit ainsi tenir compte des équilibres optimaux à trouver entre l'autofinancement local (sur ressources propres) et les concours reçus de l'extérieur. Ces derniers peuvent assurer plusieurs rôles comme :

- catalyser l'accélération de **grands programmes d'équipement** ou de rénovation,
- inciter à **innover** et à expérimenter,
- **favoriser des mutualisations** pour abaisser les coûts unitaires et obtenir des effets d'échelle (volumes, pouvoir de marché...),
- **assurer une péréquation** pour créer des solidarités horizontales entre territoires et pallier leurs inégalités de capacités contributives.

Environ un quart des dépenses d'investissement des collectivités du « bloc communal » sont ainsi couvertes par les financements externes qui exercent un rôle puissant d'orientation de l'investissement public local. Dans un contexte budgétaire contraint, la tentation des administrations centrales peut être de planifier par procuration en accélérant le « verdissement » de la dépense publique locale et des programmes d'investissement du « bloc communal ». Différents leviers sont mobilisables pour ce faire :

Le premier levier est celui des **offres contractuelles, des appels à projets et des diverses dotations de soutien à l'investissement local** par lesquels les ministères et opérateurs « croisent » leurs financements avec les acteurs locaux. Ce levier, principalement actionné via des subventions aux projets d'équipement des collectivités, peut également s'étendre à des délégations de programmes ciblant des tiers : bailleurs sociaux ou privés, ménages, entreprises... A partir d'un cahier des charges précis et sur candidature, les collectivités peuvent ainsi devenir délégataires de moyens pour le compte de l'Etat et déployer au plus près du terrain les programmes d'intervention nationaux. Les délégations des aides à la pierre en matière de logement comme les délégations de crédits de l'Ademe aux régions ouvertes par la loi 3DS²⁴⁷ (économie circulaire, fonds chaleur) ont préfiguré cette forme de mise en œuvre qui combine une forte mutualisation nationale de moyens, un alignement multi-scalaire des acteurs autour d'une stratégie commune, un déploiement décentralisé. Depuis la loi Maptam de 2014, les régions sont également devenues autorités de gestion des fonds structurels européens.

Un deuxième levier repose dans le « micro-management » d'un **système financier local devenu de plus en plus opaque, compartimenté et recentralisé**. Là où la décentralisation s'était traduite par une fusion des dotations sectorielles dans des enveloppes globales et libres d'emploi mais aussi par d'importantes capacités fiscales octroyées aux assemblées locales sur un panier diversifié d'impositions directes (taxes foncières, taxe d'habitation, taxe professionnelle), le paysage est aujourd'hui radicalement transformé. Deux des trois grands impôts directs locaux ont été amputés de plus de 80% de leurs assiettes. Les ressources de remplacement n'offrent plus de capacités d'action ni sur les taux ni sur les bases d'imposition. Ce **processus de « zombification » de l'autonomie financière locale** permet au planificateur national d'orienter également les dépenses. Le pouvoir exécutif national et le législateur peuvent faire le choix de préserver la dynamique des recettes affectées (via des budgets annexes) à des politiques concourant étroitement à la transition écologique (versement mobilités, TEOM/REOM, redevances eau, taxe gemapi...), tout en bridant l'évolution des composantes non-affectées²⁴⁸. C'est implicitement ce qu'il se passe avec l'encadrement global des dépenses des collectivités d'un côté et les rehaussements programmés des recettes affectées de l'autre.

La renationalisation tendancielle des finances locales

En l'espace de deux décennies, le système de financement des collectivités a connu une très forte renationalisation par **substitution progressive de compensations financières ou de fractions d'impôts nationaux à d'anciennes recettes fiscales** sur lesquelles les collectivités disposaient naguère d'un pouvoir de taux. Le degré d'autonomie fiscale des collectivités est devenu résiduel pour les régions et conseils départementaux. Celui du

²⁴⁶ Le nombre de marchés publics lancés en France chaque année oscille entre 175 000 et 190 000 pour une valeur attribuée de 170 milliards d'euros (45% de travaux, 17% de fournitures et 38% de services). Communes et intercommunalités en portent plus de 50% à elles seules. Certains marchés portent sur des engagements pluriannuels. *Données Vecteur Plus*.

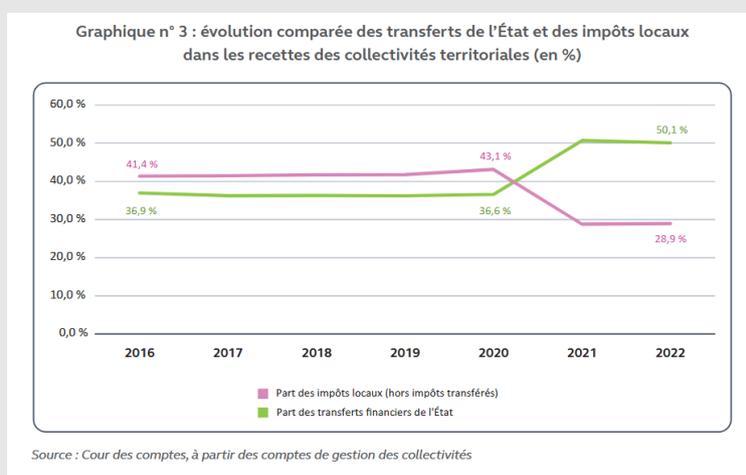
²⁴⁷ Articles 57 et 152 de la loi n° 2022-217 du 21 février 2022 relative à la différenciation, la décentralisation, la déconcentration et portant diverses mesures de simplification de l'action publique locale (dite loi 3DS).

²⁴⁸ Selon les analyses de l'Observatoire des finances et de la gestion publique locales (OFGL) les dépenses liées aux budgets annexes progressent de 45% entre 2014 et 2023, celles des budgets généraux de 25%. Cf. Rapport de l'OFGL, juillet 2024.

« bloc communal » a été très fortement amputé par la disparition de la taxe professionnelle puis, plus récemment, de celle de la taxe d'habitation sur les résidences principales.

L'ancienne **taxe professionnelle** a été **remplacée en 2010** par plusieurs impositions nouvelles sur les entreprises : cotisation à la valeur ajoutée des entreprises (CVAE), cotisation foncière des entreprises (CFE), impositions forfaitaires sur les entreprises de réseau (IFER). La **CFE** est l'ancienne part foncière de la taxe professionnelle et en représentait environ 20%. C'est le seul de ces impôts « entreprises » sur lequel les collectivités bénéficiaires (intercommunalités) peuvent décider du taux. La **CVAE**, en voie d'extinction, est remplacée par des fractions de TVA perçues au niveau national puis redistribuées, sans corrélation avec le dynamisme économique du territoire. Les **IFER**²⁴⁹ sont plurielles et reposent sur les linéaires de réseaux « physiques » ou des équipements (EnR par exemple) très concernés par la planification écologique. La répartition des IFER entre niveaux de collectivités est différente d'une IFER à l'autre. Elles entretiennent un lien préservé avec le territoire mais sans capacité pour les collectivités d'en déterminer le taux.

L'autonomie financière des collectivités est devenue largement virtuelle tant s'est accru le poids des « concours » de l'Etat dans leurs budgets (dotations, compensations fiscales, fractions d'impôts nationaux comme la TICPE, la taxe sur les conventions d'assurances, la TVA...). A elle seule, la TVA qui était absente des budgets locaux avant 2017, représentait en 2024 plus de 50 milliards de leurs recettes fiscales. Les **transferts financiers de l'Etat aux collectivités**, déjà importants auparavant, progressent de 43,4% entre 2018 et 2023²⁵⁰. Depuis 2021, leur proportion est **majoritaires dans les budgets locaux**. Ils sont constitués de 155 types de transferts cumulés dont le poids rétroagit fortement sur les déficits des administrations nationales²⁵¹.



Dans le prolongement des réformes des dernières années, une réflexion est engagée au sein du ministère de l'Economie et des finances pour **mieux piloter le Fonds de compensation de la TVA (FCTVA)** qui constitue le principal concours à l'investissement public local et repose sur un principe de restitution aux collectivités d'une partie de la TVA acquittée sur leurs travaux²⁵². Avec la reprise de l'investissement public local au cours du mandat en cours et la relance post-covid, le **FCTVA a dépassé les 7,4 milliards d'euros** et constitue un levier deux fois plus important en volume que le total des différentes dotations déconcentrées auprès des préfets (Fonds vert, DSIL, DETR). Le périmètre des dépenses éligibles au FCTVA a été étendu en 2016 et concerne les opérations de voirie comme de rénovation des bâtiments publics. La tentation est forte d'en contractualiser l'emploi sur des projets prioritaires pour abonder les contrats de réussite de la transition écologique (CRTE), aujourd'hui en manque de financements. La Cour des Comptes suggère également de profiter de la mise en place du « budget vert » des collectivités pour introduire une cotation des dépenses locales bénéficiant du FCTVA afin d'en mesurer (puis améliorer) les effets leviers sur la transition écologique²⁵³.

²⁴⁹ Il existe dix IFER distinctes qui portent sur les différentes installations de production d'énergie, les transformateurs et stations, les lieux de stockage et de transport de gaz, le matériel roulant du transport ferroviaire, les réseaux téléphoniques... Elles rapportent en tout près de deux milliards d'euros, ce qui est modeste à l'échelle nationale mais représente des sommes importantes pour les communes concernées.

²⁵⁰ Cour des Comptes, *Analyse de l'exécution budgétaire 2024. Prélèvements sur recettes au profit des collectivités territoriales*, avril 2025, 59 p.

²⁵¹ Cour des Comptes, *Les transferts financiers de l'Etat aux collectivités territoriales : des objectifs et des instruments à redéfinir*, Note thématique, Contribution à la revue des dépenses publiques, Juillet 2023, 28 p.

²⁵² Voir les recommandations assez explicites en ce sens de l'inspection générale des finances. IGF, *L'investissement des collectivités territoriales*, octobre 2023, 383 p.

²⁵³ Cour des Comptes, op. cit. p. 23.

Un troisième levier, encore embryonnaire à ce jour, consiste à **soumettre les collectivités elles-mêmes à des « signaux-prix » à travers des systèmes de récompense/pénalité ou de bonus-malus**. La taxe générale sur les activités polluantes (TGAP) appliquée en matière de déchets illustre, nous l'avons évoqué plus haut, cette forme d'incitation comportementale. La trajectoire haussière de la TGAP, sorte d'équivalent de la « taxe carbone » dans la gestion des déchets, doit être répercutée sur la fiscalité locale et joue un rôle de mécanisme à double détente. La seule manière de se protéger de son augmentation est de parvenir à accomplir des progrès conséquents en matière de performance de tri. La réforme des redevances sur les services publics d'eau et d'assainissement qui est entrée en vigueur au début de l'année 2025 repose également sur cette **logique de performance** en envoyant un « signal-prix » tenant compte de l'efficacité des installations. De telles primes à la performance, peu répandues en France (mais qui ont trouvé une sorte de substitut « performanciel » à travers la prolifération des appels à projets) contrastent avec les programmes traditionnels qui étaient souvent centrés auparavant sur les appuis aux collectivités retardataires ou fragiles.

Enfin, le quatrième levier est celui de la **réglementation** (objectifs de résultats et/ou de moyens) et de l'application de pénalités financières en cas de retard ou de carence. Depuis la loi Notre d'août 2015 (article 112), en cas de condamnation de la France pour manquement à ses obligations européennes, l'Etat est également habilité à récupérer à travers une action récursoire auprès des collectivités estimées défaillantes une part des amendes acquittées. Lors de la préparation des décrets d'application de cette disposition, tous les cas de manquements potentiellement concernés par le dispositif concernaient des sujets environnementaux (qualité de l'air, planification en matière de déchets, état des masses d'eau...). Ces évolutions complètent la liste des dépenses obligatoires énumérées par le code général des collectivités territoriales (article L2321-2) et qui peut conduire le préfet, sous certaines conditions, à les inscrire d'office dans le budget d'une collectivité défaillante.

Comme on peut s'en rendre compte, les leviers d'action qui permettent **d'aligner les très puissants investisseurs publics locaux sur les grands objectifs de la planification écologique** sont à la fois diversifiés et à spectre large, allant du registre de la conviction et du partenariat à celui de la contrainte voire de la sanction. Ces choix de « design » ne sont pas neutres dans la manière d'enrôler les autorités publiques régionales et territoriales, soit en tant que véritables partenaires stratégiques soit comme exécutants subordonnés, dans une logique de « gouvernement à distance » et de pilotage par les instruments²⁵⁴. Des tensions peuvent également se faire jour entre deux rationalités opposées, l'une privilégiant les appels à projets très compétitifs entre territoires et des systèmes performancielles au risque de provoquer une sorte d'« effet-Mathieu territorial »²⁵⁵, l'autre visant au contraire à cibler les soutiens publics nationaux sur les territoires « décrocheurs ».

Ces différents aiguillons financiers se combinent avec d'autres ressorts qui sont ceux de la sensibilisation/persuasion des acteurs (communications gouvernementales, services préfectoraux...), des appuis en ingénierie apportés par les agences nationales (Ademe, Cerema, ANCT, OFB...), de l'imitation des démarches territoriales présentées comme les plus exemplaires dans les colloques ou publications.

Les spécificités du « bloc communal »

Alors que les régions et départements ont perdu quasiment toute capacité autonome d'ajustement de leurs recettes, communes et intercommunalités préservent encore des marges de manœuvre réelles grâce à la diversité et l'importance de leurs recettes propres (hors transferts de l'Etat). Les principales peuvent être regroupées en quatre familles :

- Les **recettes retirées de la fiscalité directe historique** (héritières des anciennes « 4 vieilles »), libres d'emploi, sur lesquelles les collectivités disposent d'un pouvoir de taux : taxes foncières, cotisation foncière des entreprises, taxe d'habitation résiduelle (résidences secondaires).
- Les **recettes fiscales affectées**, dont le produit ne peut être supérieur au coût du service concerné, et dont le taux ou le produit peut être plafonné par la loi. On retrouve principalement le versement mobilité, la taxe d'enlèvement des ordures ménagères (TEOM), la taxe Gemapi, la taxe de séjour.
- Les **redevances pour service rendu** comme les redevances eau et assainissement, les redevances pour occupation du domaine public (dont les frais de stationnement)...

²⁵⁴ Renaud Epstein, *Gouverner à distance*, Revue Esprit, 2006, pp. 96-111. Pierre Lascoumes et Patrick Le Galès (dir.), *Gouverner par les instruments*, Presses de Sciences Po, 2004, 372 p.

²⁵⁵ La notion d'« effet-Mathieu » a été proposée en 1968 par le sociologue des sciences Robert K. Merton pour souligner les logiques d'action qui tendent à privilégier les meilleurs, au risque d'encourager les phénomènes d'accumulation et les inégalités. Le terme s'inspire du verset de l'Evangile selon Saint-Mathieu « *Car on donnera à celui qui a, et il sera dans l'abondance, mais à celui qui n'a pas on ôtera même ce qu'il a* ». On notera que le même évangile contient le célèbre verset « *les premiers seront les derniers et les derniers seront les premiers* » au cœur également de multiples interprétations théologiques et d'idéologies politiques.

- Les **tarifs d'accès à des équipements ou services collectifs** comme les billets et abonnements de transports, les piscines et salles de sport, les cantines scolaires, les portages de repas organisés par les centres d'actions sociale (CCAS/CIAS). Ces tarifs intègrent souvent des barèmes tenant compte des ressources des ménages ou des situations de handicap.

Nous avons pu mesurer combien les transitions écologiques et énergétiques conduisent à réinterroger le partage des rôles entre ces différents leviers pour assurer la répartition des efforts contributifs. Les systèmes de redevance ou de « fiscalité incitative » (comme la « TEOM-i ») offrent un signal-prix intéressant pour instiller des incitations à la sobriété, ses effets concrets étant rapides et puissants sur les volumes²⁵⁶. La fiscalité directe, à travers les valeurs locatives, devrait mieux enregistrer, à l'issue de leur révision complète, l'effet de valorisation des biens immobiliers par les opérations de rénovation énergétique, la meilleure desserte par les transports collectifs, leur protection face aux aléas... Les tarifications peuvent intégrer des considérations sociales et être utilisées pour des usages optimisés des équipements ou de certains services (notamment dans les transports collectifs).

La question de la combinaison optimale des leviers ne se pose pas dans les mêmes termes pour les politiques publiques visant la sobriété et la baisse des volumes consommés (eau, assainissement liquide et solide, énergie, foncier...) et celles qui, à l'instar des transports collectifs, poursuivent tout au contraire une augmentation de l'offre et des usages. Les premières sont confrontées au chassé-croisé entre augmentation tendancielle des coûts fixes et baisse des recettes fiscales ou commerciales. Les tarifications incitatives peuvent devenir « sacrificielles » en accroissant le risque de sous-financement. On retrouve la problématique de la fiscalité dite « comportementale », notamment fondée sur le principe pollueur-payeur, dont le produit tend à décroître si elle joue correctement son rôle. L'expression « *l'impôt mange son assiette* » caractérise ce phénomène bien connu, notamment dans les domaines marqués par une forte élasticité-prix et où peuvent se redéployer les usages et consommations.

Ceci milite pour assurer la couverture de tout ou partie des coûts-systèmes par des fiscalités dites de rendement qui ont vocation à perdurer, voire à croître. La fiscalité directe locale, assise sur les valeurs locatives cadastrales, devra y contribuer mais elle n'offrira plus la même garantie de progression à l'avenir, en raison de la décroissance démographique durable dans laquelle de nombreux territoires sont entrés et la modération à anticiper des flux de constructions nouvelles²⁵⁷. A cet égard, les fractions d'impôts nationaux récemment transférées aux collectivités (la TVA notamment) peuvent avoir pour vertu de jouer un rôle assurantiel et péréquateur au profit des espaces en déprise.

Les valeurs locatives cadastrales au cœur des ressources propres du « bloc communal »

La principale recette fiscale du « bloc communal », perçue désormais essentiellement par les communes, est la **taxe foncière sur les propriétés bâties dont le montant dépasse les 53 milliards en 2024**²⁵⁸. Avec la taxe foncière sur les propriétés non-bâties, la cotisation foncière des entreprises (CFE), la taxe d'enlèvement des ordures ménagères, la taxe d'habitation sur les résidences secondaires... la **totalité des prélèvements locaux assis sur les valeurs locatives dépasse les 70 milliards d'euros**.

Bien que résiduelle au niveau national, la taxe d'habitation peut constituer une recette très importante pour les communes les plus touristiques de montagne ou des littoraux. Elle représente seulement 3,6 milliards d'euros mais connaît une très forte progression (+ 1 milliard d'euros, + 36%) en un an grâce aux majorations de taux autorisées par le législateur. On mentionnera **l'importance (3,4 Mds) non négligeable de la part communale des droits de mutation à titre onéreux (DMTO)**, souvent occultée par le poids prépondérant de la part départementale. Parmi les autres recettes de fiscalité indirecte, de plus faible montant : la redevance du produit des jeux, la taxe sur les remontées mécaniques...

Le lien de dépendance fiscale des communes et intercommunalités aux valeurs locatives des biens fonciers et immobiliers reste de fait considérable. La protection de la valeur de ces biens par la qualité et la résilience des équipements collectifs, leur accessibilité et leur adaptation au changement climatique trouve de fait un juste retour dans l'évolution des bases taxables. Cette valorisation « qualitative » des patrimoines prendra davantage d'importance avec la généralisation attendue de la révision des valeurs locatives (seulement effective à ce jour pour les locaux professionnels). **L'effet de déclassement de certains biens** par le diagnostic de performance énergétique (pour les « passoires thermiques » notamment) devrait logiquement s'enregistrer dans les valeurs

²⁵⁶ Les évaluations des impacts de la tarification incitative en matière de déchets font état d'une réduction d'environ 30% des volumes de déchets non triés. Voir Commissariat général au développement durable. *La tarification incitative de la gestion des ordures ménagères. Quels impacts sur les quantités collectées ?* Etudes et documents n°140, mars 2016, 60 p.

²⁵⁷ Les « besoins » en logements au cours des prochaines années font encore l'objet d'estimations controversées, entre les plus « malthusiennes » (Négawatt, Ademe, SGPE, Direction du Trésor...), qui portent l'idée que d'importantes optimisations des parcs existants sont possibles (mobilisation de la vacance, transformation de locaux...), et les plus expansives (Union sociale de l'habitat, Fédération française du bâtiment...). Les fourchettes s'étirent ainsi de besoins annuels supplémentaires de 150 000 à 500 000 voire plus. Voir Michel Vivinis, « *Combien faut-il construire de logements neufs en France ?* », Politique du logement, 6 mai 2024.

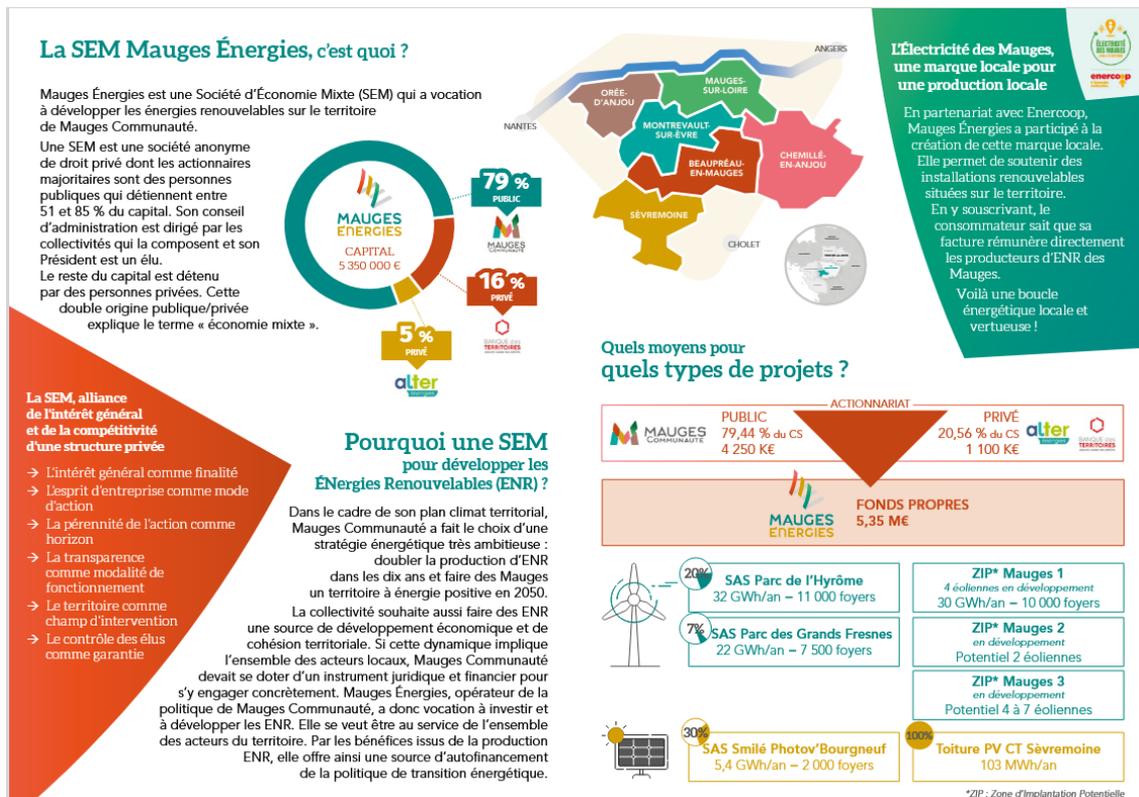
²⁵⁸ DGFIP, « *Une hausse de la taxe foncière entraînée par l'indexation sur l'inflation* », DGFIP statistiques n°34, mai 2025

locatives et les bases taxables, renforçant l'intérêt pour les collectivités d'engager des programmes d'amélioration et de rénovation de l'habitat privé (de type OPAH). La construction neuve, qui a longtemps dynamisé les bases fiscales des collectivités, va en contrepartie voir son rythme se modérer sauf dans les territoires les plus attractifs. C'est donc par l'effet « qualité » plus que par l'effet « volume » que les valeurs locatives devraient progresser à l'avenir.

Quel avenir pour les tarifications et les recettes commerciales ?

Pour les politiques à forts enjeux de développement capacitaire, en premier lieu les transports collectifs pour lesquels sont soulevés des enjeux à la fois d'investissement et de charges d'exploitation, l'incitation au report modal est au contraire recherchée à travers la gratuité de l'usage. Celle-ci peut être généralisée ou ciblée sur certains publics (personnes âgées, scolaires, familles défavorisées, périodes de congés...). Cette sous-tarification n'est pas sans risque, nous l'avons vu, pour l'équilibre général du modèle économique des transports publics. Elle peut contrarier, en tout état de cause, l'extension de l'offre. Elle améliore le report modal mais sur des trajets ou des plages horaires qui seront plus réduits.

Peu explorés par les travaux de recherche et les rapports sur les finances locales, les tarifications des services et les produits du domaine des collectivités représentent **plus de 23 milliards d'euros** (et plus de 13 pour le seul bloc communal). Les transitions écologiques et énergétiques vont certainement conduire à les repenser en profondeur. A titre d'exemple, l'objectif « zéro artificialisation nette » conduit les collectivités à ne plus céder leurs actifs fonciers et à développer la pratique des baux emphytéotiques. Des loyers (outre les recettes fiscales) sont perçus sur des centrales photovoltaïques ou des fermes éoliennes. Certaines collectivités, via leurs entreprises publiques locales, deviennent elles-mêmes fournisseurs de services énergétiques et productrices d'énergie à l'instar du **territoire des Mauges** par exemple dans le cadre de son Plan climat air énergie territorial (cf. graphique ci-dessous).



Source : Mauges communauté

Leurs patrimoines et leurs compétences les prédisposent à un rôle entrepreneurial beaucoup plus affirmé à l'avenir, y compris dans des champs concurrentiels dès lors que cela demeure dans des activités d'intérêt public. Qu'elles produisent de l'énergie à des fins d'autoconsommation et au profit de leurs administrés (via des réseaux de chaleur), ou qu'elles la vendent à des tiers, les collectivités françaises (et leurs entreprises publiques) peuvent potentiellement **retirer d'importantes recettes de la métabolisation du modèle énergétique national**. Elles sont en outre en capacité de favoriser l'acceptabilité des installations, en assurant la rétention de la valeur ajoutée et des bénéfices au sein du territoire tout en les mobilisant au service des transitions²⁵⁹.

Les collectivités autrichiennes, comme les *Stadtwerke* (entreprises publiques locales) allemandes, servent à cet égard de sources d'inspiration à nombre de collectivités françaises²⁶⁰. **Le nouveau cadre juridique consacré aux communautés d'énergie** peut servir d'accélérateur, en lien avec la définition des zones d'accélération des énergies renouvelables (ZAE nR) et les obligations d'équiper les parkings et toitures de grande taille de panneaux photovoltaïques²⁶¹.



Source : Fédération des entreprises publiques locales (FEPL)

²⁵⁹ La loi n° 2023-175 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables de 2023 prévoit divers mécanismes visant à renforcer les logiques de partage de la valeur avec les habitants ou collectivités des territoires d'accueil des installations (à travers les communautés locales d'énergie et les possibilités de prendre part tant à la gouvernance qu'au financement des projets). Certains textes d'application sont encore attendus au printemps 2025 ! Voir Climate Action Network, *Etat des lieux sur le partage de la valeur et la mobilisation des communautés locales en France*, avril 2025, 6 p.

²⁶⁰ Avec 1300 entreprises publiques locales recensées, la France se situe dans une position médiane en Europe, entre les pays où ce modèle est quasi-inexistant (Irlande, Pays-Bas...) et ceux où elles sont à la fois nombreuses et très puissantes (Scandinavie, Allemagne, Autriche...). La Fédération des entreprises publiques locales (FEPL) recense 32 400 entreprises publiques locales en Europe qui réalisent 290 milliards d'euros de chiffres d'affaires dans des métiers souvent situés au cœur des transitions écologiques et énergétiques.

²⁶¹ Décret n° 2023-1287 du 26 décembre 2023 relatif aux communautés d'énergie

Mutualiser le financement des grands programmes

Même si elles vont très activement solliciter les collectivités, tant sur leurs moyens propres que par le truchement des transferts financiers qu'elles reçoivent, les transitions vont reposer de manière très conséquente sur les grands programmes d'investissement des entreprises nationales : RTE et Enedis sur le réseau électrique, EDF sur le parc nucléaire mais aussi les barrages et les STEP, SNCF Réseau sur l'infrastructure ferroviaire...

Les soutiens aux énergies renouvelables, l'achat des véhicules électriques par les particuliers, les aides à la rénovation thermique, les subventions à la décarbonation des grands sites industriels... nécessitent des financements massifiés à l'échelle nationale. Il en est de même des stimulations des programmes de recherche publics et privés et des inflexions des aides agricoles, avec la renationalisation des priorités de la PAC. Au mieux les collectivités peuvent-elles jouer un rôle d'abondement, ou contribuer à la mise en œuvre de programmes-cadres par délégation de l'Etat et d'opérateurs comme l'ANAH, les agences de l'eau ou l'Ademe.

Les **efforts d'investissement de l'Etat sur ses propres patrimoines** et le fonctionnement de ses services sont incomparablement plus faibles que ceux qu'il aura à fournir au profit des tiers (collectivités, entreprises publiques, ménages, industries...). Sa stratégie de décarbonation fait état d'un bilan de gaz à effet de serre (Beges) de ses administrations (hors opérateurs) d'environ 10 millions de tonnes eqCO², essentiellement liées aux mobilités de ses agents (46%) et à son parc de bâtiments²⁶². L'Etat (avec ses 2,5 millions d'agents) émet moins que les deux sites sidérurgiques de Mittal à Fos/mer et à Dunkerque. Une bonne part de la réduction des émissions imputables au fonctionnement de l'Etat va en outre reposer sur des transformations accomplies par d'autres (solutions de transport collectif notamment mais aussi réseaux de chaleur des collectivités pour les bâtiments administratifs).

Pour l'entretien de ses propres patrimoines et ceux des administrations publiques assimilées (universités, hôpitaux...), l'Etat devra réorienter ses propres investissements publics en tant que maître d'ouvrage, dans un moment marqué par d'importants efforts à fournir en matière de défense. Sa capacité à préserver une capacité budgétaire sur ses fonds propres, sans solliciter l'emprunt, est plus qu'incertaine. Il n'est pas exclu que les recours à des formules de partenariat public-privé et de tiers-financement, sur des lots de grande taille, soient empruntés pour accélérer les chantiers. Alors que l'investissement représentait jusqu'à 20% du budget de l'Etat au début des années 1990, cette part est tombée à 5% dans les années 2015-2020 sous l'effet du pacte de stabilité budgétaire²⁶³. Une partie des efforts nationaux a été en outre, comme nous l'avons vu, dérivée vers des mécanismes extra-budgétaires.

Pour progresser dans l'analyse et mieux mesurer les leviers de toute nature qui vont être actionnés ou orientés par la puissance publique à l'échelle nationale, il convient de fait de prendre en compte :

- Les crédits budgétaires classiques alloués aux ministères ou aux opérateurs,
- Les dépenses fiscales,
- Les mécanismes extra-budgétaires tels que les certificats d'économie d'énergie (CEE) ou les systèmes de bonus-malus,
- Les prélèvements sur recettes destinés aux transferts financiers aux collectivités (dont le FCTVA),
- Les recettes de péages des grands opérateurs, répercutés sur le consommateur (ferroviaire) ou le contribuable (tarifs Turpe pour l'énergie),
- Les contributions des entreprises aux éco-organismes,
- Les crédits bancaires et les solutions de tiers-financement,
- Les garanties d'emprunt accordées à des entreprises publiques (comme envisagé en faveur d'EDF pour financer le futur nucléaire)...

Sans être le maître d'ouvrage direct des grands chantiers de la planification, l'Etat demeure pour autant l'architecte en chef de son financement global et l'agrégateur de nombreuses ressources. Les politiques de consolidation budgétaire engagées depuis 25 ans, la réduction de l'autonomie fiscale et financière des collectivités, la lutte contre les affectations de taxes et leur re-budgétisation... sont autant d'évolutions qui renforcent les responsabilités de l'Etat en tant que supposé « maître des horloges » mais qui, dans le même temps, accentuent ses propres enjeux de coordination interne et d'alignement des administrations centrales, du Parlement, des opérateurs (agences), des autorités de régulation (CRE, ART...) sur une stratégie partagée et des priorités de financement claires. Beaucoup reste à faire, nous l'avons vu, pour disposer d'une vision panoramique et exhaustive des canaux et instruments de financement des chantiers rattachables à la planification écologique. Une clarification sémantique s'impose également pour les logiques d'action différentes de ces instruments.

²⁶² France nation verte, *Stratégie de décarbonation de l'Etat*, 2024, 13 p.

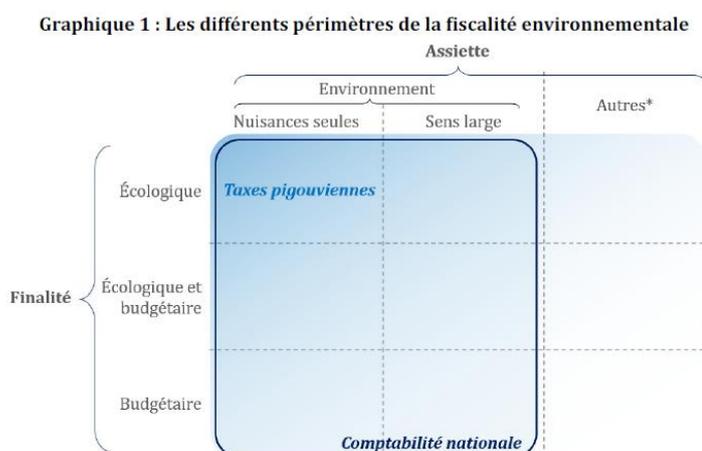
²⁶³ Conseil économique, social et environnemental, *L'impact des infrastructures de réseaux dans l'économie*, Rapporteuse : Fanny Arav, 2020, 108 p.

En premier lieu, il convient de **distinguer la fiscalité dite « environnementale » et la fiscalité « écologique »**²⁶⁴. La première repose sur des assiettes ayant un lien direct avec l'environnement mais sans que le produit prélevé ne soit nécessairement affecté à des politiques écologiques. Il en est ainsi des accises sur l'énergie qui ont historiquement été conçues comme des fiscalités de rendement. Censées traduire le principe « pollueur-payeur », elles n'ont guère servi aux politiques de dépollution dans les faits. Ces accises (ex-TICPE et autres) représentent la composante principale de la fiscalité environnementale, au sens d'Eurostat ou de l'OCDE, mais ne sont pas réellement mobilisées au service des transitions et n'ont qu'un faible effet incitatif sur les comportements compte tenu du « sentier de dépendance » des mobilités aux énergies fossiles. Elles sont marquées de fait par une faible élasticité-prix et ont longtemps constitué une véritable rente fiscale. A l'inverse, les recettes retirées d'un impôt comme la TEOM ne sont pas comptabilisées dans la fiscalité environnementale au motif d'être assises sur les valeurs locatives cadastrales. Les redevances acquittées aux services locaux d'eau et d'assainissement ne sont pas non plus comptabilisées dans la fiscalité environnementale alors qu'elles servent à dépolluer l'eau tant en amont qu'en aval des usages domestiques. Le « verdissement » de la fiscalité mérite à cet égard une définition préalable de ses finalités.

En pratique, nous voyons bien qu'il est très difficile de regrouper les instruments fiscaux et parafiscaux dans une même taxonomie. Bien qu'importantes en volume les accises sur l'énergie peuvent être classées dans le registre de la fiscalité indirecte de consommation au même titre que la TVA. Leur structure n'en a pas réellement fait un outil de fiscalité comportementale jusqu'au moment où a été introduite la contribution climat énergie (CCE) pour intégrer une trajectoire progressive. Avec le résultat que l'on sait.

Ces remarques conduisent à plaider pour une meilleure définition des objectifs propres à chaque instrument de financement et/ou de taxation afin de mieux répertorier :

- Les outils fiscaux à assiette environnementale, fondés sur une logique de rendement et sans affectation écologique particulière,
- Les outils à assiette environnementale, intégrant réellement le principe « pollueur-payeur », dont la logique est de provoquer des changements comportementaux par leur effet incitatif et dissuasif (sur le modèle de la TGAP), et qui tendent de fait à « manger » leur propre assiette s'ils remplissent leur rôle,
- Les redevances pour service rendu ou les fiscalités affectées, chargées de financer un service environnemental pérenne, en assumer les coûts fixes d'infrastructure mais aussi les charges d'exploitation.



*Source : Conseil des prélèvements obligatoires. *Assiettes autres : foncière, consommation, etc.*

Source : Conseil des prélèvements obligatoires.

²⁶⁴ Mireille Chiroleu-Assouline « La fiscalité environnementale en France peut-elle devenir réellement écologique ? État des lieux et conditions d'acceptabilité », Revue de l'OFCE, 2015/3 n° 139, pp. 129-165

8.2. La question du payeur en dernier ressort

L'analyse des finalités des instruments conduit à poser la question de l'incidence finale des « coûts » et des « gains » des transitions écologique et énergétique. **La notion de « transition juste » s'est invitée assez récemment dans les débats publics** européens, nationaux et territoriaux tant ont pu être mises en tension considérations sociales et environnementales. Nombre de sondages d'opinion ou de baromètres mettent en exergue, à travers leurs résultats, l'enjeu capital de cette articulation²⁶⁵. L'adhésion, plutôt croissante et majoritaire, aux principaux objectifs de la planification écologique et climatique reste conditionnée à ses modalités de mise en œuvre et de répartition des efforts tant entre groupes sociaux qu'entre territoires.

L'une des attentes récurrentes, exprimée avec force lors de la crise des gilets jaunes, porte sur le retour intégral de la fiscalité écologique au profit des transitions. Est régulièrement dénoncé son détournement au profit d'autres politiques publiques ou au service de la réduction des déficits, procès qui ne peut être considéré comme infondé lorsque l'on se remémore le cordon quasi-ombilical qui relie la naissance de la contribution énergie-climat (« taxe carbone ») à la création crédit d'impôt pour la compétitivité et l'emploi (CICE) en 2014.

De toute évidence, **la planification écologique a encore beaucoup à faire pour expliciter son modèle économique d'ensemble et trouver sa ligne de crête**, à distance des slogans performatifs (de type « croissance verte ») ou des surenchères dans les extrapolations de besoins. Au-delà de savoir qui doit payer et combien, se pose également la question du « à quel titre ? ». Le choix de faire reposer le financement sur le consommateur, l'usager ou le contribuable n'est pas neutre en termes d'incidence finale, de justification morale et d'incitation. Les fiscalités comportementales doivent veiller à ne pas être perçues comme « punitives » et discriminantes, surtout si elles prennent en otage des pratiques contraintes, dénuées d'option de report sur des alternatives crédibles.

L'individualisation extrême des tarifications, afin de responsabiliser les agents, peut également fragiliser les bases du consentement à l'impôt et la progressivité du système fiscal, fondé sur les capacités contributives. Nous avons pu souligner, dans notre premier rapport, que la réduction de notre empreinte carbone ne repose que pour une faible part sur des choix individuels et des « comportements ». Il en va de même d'autres empreintes. La logique de « marché » qui a inspiré de nombreux travaux sur les signaux-prix à adresser aux agents trouve ses limites et semble très théorique à l'aune des différents chantiers précédemment observés, marqués par des besoins d'investissement considérables dans des infrastructures collectives. Les ressources nécessaires ne pourront résulter d'une fiscalité à visée comportementale, ou d'une stricte application du principe pollueur-payeur²⁶⁶. Attendre beaucoup de recettes de ce dernier reviendrait même à devenir financièrement dépendant des activités polluantes elles-mêmes.

Dans les choix des instruments de financement et les leviers d'action à privilégier, un débat récurrent porte sur les équilibres optimum entre recours à l'emprunt, hausse des prélèvements obligatoires, réglementations. Nous avons pu confirmer que, à condition d'être bien orientés, **les investissements liés aux transitions sont en général porteurs d'une « bonne dette » qui sert à valoriser les actifs et à les protéger**, tout en réduisant les externalités négatives. Il est au demeurant essentiel que le recours à l'emprunt soit adossé à des modèles économiques publics et privés capables d'assurer la charge du remboursement sur la durée par des capacités d'autofinancement. Les opérateurs publics et collectivités doivent pouvoir s'inscrire dans des maturités longues et disposer d'un accès facilité à des taux privilégiés. Ceci nécessite de préserver la qualité de leur signature. Le choix de l'endettement, préconisé par le rapport Pisani-Ferry Mahfouz ou, à l'échelle européenne, le rapport très commenté de Mario Draghi²⁶⁷, doit être également retenu si les taux d'intérêt nominaux demeurent inférieurs à la croissance nominale. Dans l'hypothèse inverse, les leviers à privilégier relèveront davantage des choix fiscaux et/ou réglementaires²⁶⁸. La transition juste comporte une dimension intergénérationnelle évidente. Un endettement maîtrisé, intégralement dédié à des politiques d'investissement (comme celui des collectivités), pour laisser aux générations futures un environnement préservé et des patrimoines de qualité, peut parfaitement s'inscrire dans ce cahier des charges.

²⁶⁵ Voir notamment Elabe-Institut Moutaigne-SNCF Groupe, *Le baromètre des territoires. France désespérée en quête de tranquillité*, 2024, 26 p. A partir d'un échantillon de 10 000 personnes, le baromètre repère – par rapport aux trajectoires d'adaptation – 20% de répondants « empêchés », 18% de « combattifs », 20% de « précurseurs », 21% de « déboussolés » et 21% de « désinvoltes ». Le sentiment d'injustice sociale et territoriale ressort très fortement de cette enquête

²⁶⁶ Ce tropisme « comportementaliste » se retrouve dans les travaux du Comité pour l'économie verte, héritier du comité sur la fiscalité écologique au sein duquel avait été mise au point la deuxième version de la contribution énergie climat qui sera appelée la « taxe carbone ». Cf. rapport de Bénédicte Peyrol, députée de l'Allier et Dominique Bureau, président du Comité pour l'économie verte, *Comment construire la fiscalité environnementale pour le quinquennat et après 2022 ?*, 2022, 76 p. Pour rappel la « taxe carbone » (contribution climat énergie ou CCE) n'est pas une nouvelle taxe mais une composante assise sur des taxes préexistantes et dont la trajectoire devait être marquée par une forte progression. La crise des gilets jaunes a conduit à interrompre sa hausse. La première version de la CCD, proposée par Michel Rocard dans le cadre du Grenelle de l'environnement, avait été censurée par le Conseil constitutionnel. Ministère de l'Economie, de l'Industrie et de l'Emploi, *Rapport de la conférence des experts et de la table ronde sur la Contribution Climat et Energie présidée par Michel Rocard*, juillet 2009, 84 p

²⁶⁷ Mario Draghi, *The future of european competitiveness*, septembre 2024, 73 p.

²⁶⁸ Xavier Ragot, « Quel financement de la politique climatique ; Dettes, taxes, inflation ? », OFCE, Policy brief 116, 2 juin 2023.

La transition juste suppose également de bien discerner les vecteurs de financement par lesquels s'opère la solidarité entre catégories sociales, notamment la fiscalité progressive tenant compte des échelles de revenus, et les vecteurs insensibles à cette dimension. La fiscalité indirecte (accises, TVA...) comme la fiscalité locale (taxes foncières, TEOM...) sont des instruments de très faible progressivité²⁶⁹. Celle-ci ne résulte que des éventuels écarts de consommation ou des valeurs locatives des résidences. Elle est alors plus implicite qu'explicite. C'est de fait davantage à travers la répartition des aides publiques, à la sortie plus qu'en entrée du système de prélèvements, que peut se concrétiser cette solidarité. Le ciblage des subventions et leur placement sous condition de ressources joue un rôle potentiel majeur comme nous avons pu le voir à travers MaPrimeRénov ou le bonus écologique pour l'achat de véhicules électriques. Les politiques tarifaires peuvent exonérer certains publics de toute contribution ou intégrer des barèmes différenciés mais sans aller très loin dans la progressivité. Les débats engagés dans un certain nombre de collectivités pour tendre vers une tarification sociale de l'eau ne sont pas allés très au-delà du principe de gratuité des premiers mètres cubes. Il s'avère difficile d'imaginer des tarifications progressives de tous les services publics en fonction des revenus (billets et abonnements de transports collectifs, eau, déchets...). Un principe d'égalité s'impose devant le service rendu ou lors de l'achat d'un bien. Ce constat invite à reporter vers la fiscalité nationale la charge d'organiser la progressivité des prélèvements obligatoires tenant compte des capacités contributives, à travers essentiellement l'impôt sur le revenu et la fiscalité successorale.

La réelle **prise en compte des capacités contributives n'est de fait possible qu'au sein du budget général de l'Etat**. Adosser à ce dernier le financement de programmes d'investissement ciblés sur la planification écologique a naturellement du sens. Il en est de même du financement des grands réseaux nationaux qui vont peser très fortement, comme nous l'avons vu, sur les « coûts-systèmes » du système électrique futur comme du transport ferroviaire. Le choix d'un autofinancement à 100% de ces coûts-systèmes par les seuls consommateurs et usagers de ces services publics peut sembler de nature à en renchérir le prix et à ralentir les reports d'usages poursuivis par la planification. Cette intervention du budget national doit également permettre de pérenniser l'unité des réseaux et leur déploiement fin dans des espaces peu denses, dans lesquels le ratio recettes/dépenses se dégrade. **Préserver des péréquations tarifaires (sur le modèle « timbre-poste ») et des solidarités territoriales fortes pour préserver la qualité de ces actifs stratégiques**, marqués par d'évidentes continuités de réseau, **est un enjeu essentiel** qui devrait justifier l'intervention du budget de l'Etat au même titre que les efforts accomplis en faveur de la réindustrialisation. En tout état de cause, il est symboliquement capital que les « coûts » de la planification écologique et des transitions n'apparaissent pas intégralement répercutés, en dernier ressort, sur les factures d'énergie et les consommations. Une analyse précise de l'incidence finale des prélèvements obligatoires affectés aux transitions permettrait d'en mesurer les effets redistributifs ou anti-redistributifs, tant à l'entrée (répartition des prélèvements) qu'à la sortie (répartition des aides).

Transposé aux relations entre collectivités et aux solidarités inter-territoriales, le mot d'ordre de la transition juste incite à réexaminer de manière exhaustive les potentiels fiscaux des collectivités et leurs recettes réelles de fonctionnement pour tenir compte de leurs capacités contributives. Dans le prolongement des tendances constatées au cours des dernières années, la montée en puissance des mécanismes de péréquation devra permettre un **déploiement territorial équitable de la planification**. Ces mécanismes doivent à la fois agir *ex ante*, en réduisant à la source les écarts de potentiels financiers agrégés des territoires, mais aussi intervenir dans le cadre des programmes de contractualisation.

²⁶⁹ La fiscalité locale assise sur la valeur locative se rapporte en outre à la valeur intrinsèque d'un bien immobilier et non à la valeur du patrimoine ou aux revenus de son propriétaire. La cession d'un bien immobilier détenu par un propriétaire de condition modeste à un acheteur très fortuné ne changera rien à au niveau de taxation de ce bien. En ce sens, on peut interroger certaines analyses de la « régressivité » de la taxe foncière qui montrent que l'effort fiscal qu'elle représente pour les ménages tend à décroître avec leur niveau de revenus. Mathias André et Olivier Meslin, « *Les ménages au patrimoine immobilier le plus élevé paient relativement moins de taxe foncière que les ménages les moins dotés* », Insee analyses n°91, décembre 2023.

Conclusion

L'examen des différents chantiers de la planification écologique a permis de mettre en évidence la diversité de leurs « modèles économiques » et de présenter les ordres de grandeur des financements qu'ils devraient solliciter au cours des prochaines années. Nous avons pu mesurer les progrès significatifs des travaux consacrés à ces sujets et des évaluations d'un certain nombre de politiques publiques à l'aune de leur rentabilité socio-économique.

Il reste au demeurant du chemin à parcourir pour dépasser la comptabilité en termes de coûts d'abattement du carbone et élargir le champ des analyses aux enjeux d'adaptation au changement climatique comme aux autres dimensions de la planification écologique (eau, biodiversité, qualité de l'air et des sols...). Les politiques énergie-climat sont elles-mêmes observées à l'aune des baisses des émissions territoriales mais sans doute insuffisamment au regard de l'empreinte carbone finale de l'économie française. En ce sens, **une nouvelle frontière consistera à réincorporer les ambitions de relocalisation industrielle et de transformation des chaînes d'approvisionnement dans le panorama général**. Les politiques de gestion des différents flux de déchets (réemploi, recyclage...) et la recherche d'une économie plus circulaire sont totalement parties prenantes du chantier de décarbonation dès lors que l'on passe d'une métrique en « inventaire territorial » des émissions à une métrique en « empreinte carbone ». La logique de la directive européenne CRSD, même dans son application assouplie, va conduire à ce changement de référentiel.

A travers les différents chapitres thématiques de l'étude, plusieurs enseignements principaux tendent par ailleurs à se dégager. En premier lieu, a pu être mise en évidence la **sensibilité des chiffrages des besoins de financement à de multiples paramètres** qui rendent assez virtuels les raisonnements « *toutes choses égales par ailleurs* ». Une certaine humilité s'impose en matière de prospective budgétaire tant les aléas restent nombreux, en premier lieu le coût futur de l'énergie. Les choix politiques, les standards techniques et seuils réglementaires, les rythmes assignés aux différentes trajectoires et feuilles de route, la disponibilité des ressources... seront déterminants sur les coûts globaux des transitions mais aussi sur les dépenses « évitées ».

En étant mieux mesurés, **les coûts-efficacité des politiques publiques** permettent de définir les ordres de priorité et de séquencer les chantiers en tenant compte des maturités inégales des solutions techniques. Les trajectoires de certains chantiers sectoriels sont en outre étroitement dépendantes de la marche des autres, ce qui multiplie les boucles de rétroaction et les relations systémiques. Nous avons à cet égard pu prendre toute la mesure de la place centrale que va prendre le réseau électrique dans un contexte de doublement de l'électro-dépendance du modèle énergétique national d'une part, et de diversification profonde des sources de production. La flexibilité et la robustesse de la future infrastructure doit accompagner l'électrification des usages dont le rythme sera corrélé au prix de sortie de l'électron. L'intérêt d'une planification à la fois temporelle et spatiale sort nettement confirmé.

Un autre enseignement tient à la **gamme très large des canaux de financement** mis au service des transitions mais avec des synergies et articulations encore à construire. Subventions, aides fiscales (taux réduits, exonérations, crédits d'impôts...), bonus-malus, mécanismes de marché (SEQE) s'entrelacent dans un pelote assez embrouillée...²⁷⁰ Une proportion importante des leviers est de nature extra-budgétaire, en s'appuyant sur les mécanismes d'autofinancement des grands opérateurs publics, des marchés artificiellement aménagés ou des écocontributions au statut juridique hybride (comme en matière de déchets). La lisibilité d'ensemble de cette batterie d'instruments reste largement à parfaire en premier lieu pour les acteurs censés s'en servir sur le terrain. La « budgétisation verte » et la publication de la stratégie pluriannuelle de financement de la transition écologique (SPAFTE) devraient concourir à cette meilleure compréhension. Cela restera néanmoins à vérifier.

La qualité de l'information disponible et des travaux d'évaluation permettront également de **réinterroger les architectures des financements et la répartition des moyens**, en tenant compte de la division du travail qui s'opère entre crédits budgétaires et mécanismes extra-budgétaires, entre financements nationaux et financements locaux. La répartition entre secteurs des aides publiques financées via les certificats d'économie d'énergie (CEE) fait partie des priorités au regard des montants alloués et de leur progression annoncée pour la prochaine période. **Un meilleur usage des CEE au service du financement des mobilités** nous semble s'imposer au vu de leur poids dans les émissions et les consommations de produits fossiles, du retard pris dans leur décarbonation et de l'équation économique complexe à laquelle les transports collectifs vont être confrontés. De même, en matière d'économie circulaire, les trajectoires de hausse des écocontributions que les « metteurs en marché » acquittent auprès des éco-organismes doivent également faire l'objet d'un débat public plus transparent, notamment au Parlement, en lien étroit avec celui à avoir sur la TGAP appliquée en matière de déchets ou les évolutions réglementaires visant à imposer des systèmes de consigne. Il faudra certainement s'interroger également sur l'extrême faiblesse des budgets alloués aux enjeux de biodiversité au regard des services rendus. Leur place

²⁷⁰ Florence Gomez et Philippe Gudefin, *Panorama de la fiscalité environnementale en France*, Rapport particulier produit pour le Conseil des prélèvements obligatoires, 2019, 94 p

centrale dans la politique de séquestration (via les « émissions négatives » des puits carbone) va certainement peser pour revoir le modèle économique qui assurera la protection de ces biens communs.

Par ailleurs, nous avons pu constater que la **majorité des chantiers évoqués dans cette étude sont centrés sur des programmes d'investissement « physique »**, à savoir de la dépense dite de « Capex » (ou de formation brute de capital fixe). Orientés vers l'efficacité et la sobriété, ils sont pour beaucoup d'entre eux porteurs d'économies de charges d'exploitation futures ; le secteur des mobilités étant le seul à faire exception à la règle. Suremployée actuellement, la notion de « mur d'investissement » doit être maniée avec une plus grande précaution afin de ne pas être incapacitante et anxiogène. Les investissements d'aujourd'hui feront les économies de demain dans de nombreux secteurs, mais contribueront aussi à la performance des entreprises et du système productif dans son ensemble... La rentabilité socioéconomique de ces investissements est assez facile à démontrer, notamment pour asseoir la qualité d'un emprunt.

Un autre enseignement découle du précédent. Dans les différentes filières orientées vers la sobriété et la réduction des flux (énergie, eau, déchets...) les modèles de financement et de tarification sont confrontés à des changements de paradigme. Alors que les modèles économiques historiques étaient fondés sur la croissance des volumes consommés, qui permettaient d'amortir les coûts fixes des infrastructures, **les trajectoires de sobriété imposent de séparer nettement la tarification des usages et celle du « coût système »**. Celui-ci est marqué par un important patrimoine de réseaux et de biens à entretenir. Si des redimensionnements des parcs d'équipements et des linéaires hérités sont en partie envisageables, le « coût-système » va néanmoins représenter un poids croissant dans le financement global du service rendu. Le financement fiscal va progressivement s'imposer et devra sans doute être accompagné par des péréquations pour aider les espaces de faible densité ou en déprise démographique (c'est la notion dite de « *tarif timbre-poste* » qui garantit un prix unique sur l'ensemble du territoire et qui s'inscrit dans la tradition du « solidarisme » national)²⁷¹.

La **planification écologique et énergétique est très fortement « infrastructurelle »**. Elle s'inscrit dans une certaine filiation avec les ingénieurs saint-simoniens qui ont porté les grands réseaux techniques du XIX^{ème} siècle (canaux, routes, chemins de fer, adduction d'eau...) ou avec la période de la reconstruction²⁷². En revanche, il s'agit sans doute moins d'étendre que de transformer, moins d'aménager que de ménager. Elle prend une dimension très patrimoniale en veillant à protéger les actifs publics et privés des risques sérieux de déclassement que le changement climatique fait courir. En ce sens, la planification écologique ne doit pas seulement reposer sur une comptabilité de « flux » telle que le PIB, mais aussi se doter d'une comptabilité de « stock » en évaluant les effets de valorisation des actifs suscités par les politiques de prévention et d'amélioration ou, à défaut, les risques de dépréciation (notion d'actifs dits « échoués »).

A travers les réseaux « durs » (eau, énergie, mobilités...), les logements et bâtiments publics... les patrimoines représentent la principale richesse de l'économie nationale. Selon les calculs de l'Insee, la valeur à elle seule des **patrimoines privés et publics liés aux constructions et aux terrains représentait en France en 2023 plus de 15 000 milliards d'euros**²⁷³, soit cinq années de PIB. Deux tiers des patrimoines privés sont constitués d'actifs immobiliers et fonciers. 85% de ceux des administrations locales. Le coût de l'inaction se mesurera pour l'essentiel sur les valeurs de stock.

Comme nous l'avons vu par ailleurs, les besoins d'investissement ne peuvent être comptabilisés dans une logique purement additionnelle. Ils doivent s'inscrire dans une stratégie « substitutive » en modifiant la structure des budgets et en améliorant la performance de la dépense au regard des considérations environnementales. **L'élimination progressive des dépenses dites « brunes » est naturellement le levier prioritaire mais beaucoup reste à faire pour renforcer le coût-efficacité des dépenses « vertes » plus classiques**. Les efforts de cotation auxquels vont conduire les « budgets verts » seront essentiels pour maximiser les effets d'entraînement de la commande publique sur les pratiques sociales et l'investissement privé.

En guise d'ouverture, il nous semble important de souligner qu'au-delà des chiffrages en termes de points de PIB, de volumes de dépenses publiques ou privées, de valeur des actifs, il semble de plus en plus nécessaire de relier le chantier de la planification aux nouvelles mesures de la croissance et du développement social que proposent certaines organisations internationales comme le PNUD (à travers l'indice du développement humain) des organismes statistiques. La **notion de « croissance augmentée »** développée récemment par des équipes de l'Insee (voir document n°1 en annexe) peut s'avérer utile pour évaluer les rentabilités socio-économiques des programmes portés au titre de planification écologique. La sobriété comme les reports de consommation peuvent s'opérer réellement « sans regrets », être porteurs de gains de bien-être général et de santé, de réduction des nuisances, de qualité des biens. Cette vision optimiste de la planification écologique, porteuse d'un récit

²⁷¹ Serge Audier, *La pensée solidariste. Aux sources du modèle social républicain*, PUF, 2010, 352 p.

²⁷² Le terme d'« infrastructure » est lui-même inventé par les ingénieurs du Second Empire cf. Jean-Baptiste Fressoz, François Jarrie, Thomas Le Roux, Corinne Marache Julien Vincent, *La nature en révolution. Une histoire environnementale de la France, 1780-1870* (vol. 1), 2025, 320 p.

²⁷³ Insee Première, *Le patrimoine économique national*, n°2028, décembre 2024.

« mélioriste » pour le second quart du XXI^{ème} siècle, ne saurait naturellement occulter les questions du juste partage des efforts à agencer entre catégories d'acteurs et des modèles économiques nouveaux à concevoir. Elle ne les rend que plus passionnants.

Annexes

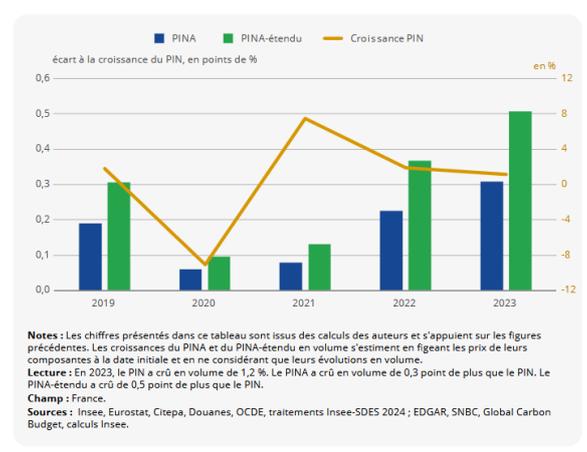
Document n°1 : les nouveaux indicateurs de la croissance et du bien-être

Des nouvelles méthodes proposées par l'Insee pour « augmenter » les comptes nationaux

Les statisticiens de l'Insee proposent depuis quelques années, en lien avec leurs homologues d'autres pays, de nouveaux indicateurs de développement pour **repenser les systèmes de comptabilité nationale** et proposer des « comptes nationaux augmentés » en intégrant des variables portant sur l'environnement, le bien-être et les inégalités sociales²⁷⁴. Le projet consiste à stabiliser les méthodologies de calcul et le rattachement d'indicateurs complémentaires, en proposant des calendriers de diffusion des résultats cohérents avec ceux relatifs au seul PIB classique. L'idée est d'intégrer la notion de « PIB ressenti »²⁷⁵, en pondérant les valeurs monétaires par un indice composite de bien-être, mais aussi de **calculer un « PIB décarboné »** en valorisant les incidences positives des baisses d'émissions. Le projet des statisticiens nationaux n'est donc pas de supprimer le PIB monétaire classique mais de l'assortir d'autres métriques.

Certains travaux proposent notamment de **chiffrer le « produit intérieur net »**, distinct du produit intérieur brut, en **intégrant le coût implicite des émissions de gaz à effet de serre** pour les générations futures et les valeurs des patrimoines d'actifs²⁷⁶. Les indicateurs de production sont alors « ajustés » en tenant compte des gains d'émission. Ils peuvent aussi être « étendus » pour intégrer les coûts induits par le changement climatique ou les pollutions sur la santé. De même que la comptabilité nationale tient déjà compte de la consommation de capital fixe, il s'agit désormais d'élargir le calcul à la **dégradation du capital climatique** et à la consommation du « budget carbone » alloué à une économie nationale.

► 4. Différentiel de croissance entre PIN et PINA (en volume)



Source : Insee analyses n°98, novembre 2024.

A la suite de la commission Quinet, il est proposé d'intégrer une valorisation des émissions évitées à travers la valeur d'action pour le climat (VAC) et de **recalculer le produit intérieur net sous une forme ajustée** : le PINA (avec l'intégration du coût des émissions), qui peut même être proposé dans une version étendue aux indicateurs de santé. Cette méthode contribue à revoir à la baisse la production réelle de richesses en volume mais à valoriser l'action climatique dans le calcul du taux de croissance. Quant à l'épargne nette de la France, qui mesure la valeur du produit courant légué aux générations futures, elle se voit de même ajustée à la baisse et tend à devenir négative sur les années récentes (- 133 milliards d'euros en 2023). L'Insee évalue ainsi à 929 milliards d'euros le coût actualisé restant pour décarboner l'économie.

²⁷⁴ Nicolas Carnot, Guillaume Houriez et Sébastien Roux, « Augmenter les comptes nationaux pour aller au-delà de la seule mesure de l'activité économique », Blog de l'Insee, 3 avril 2023.

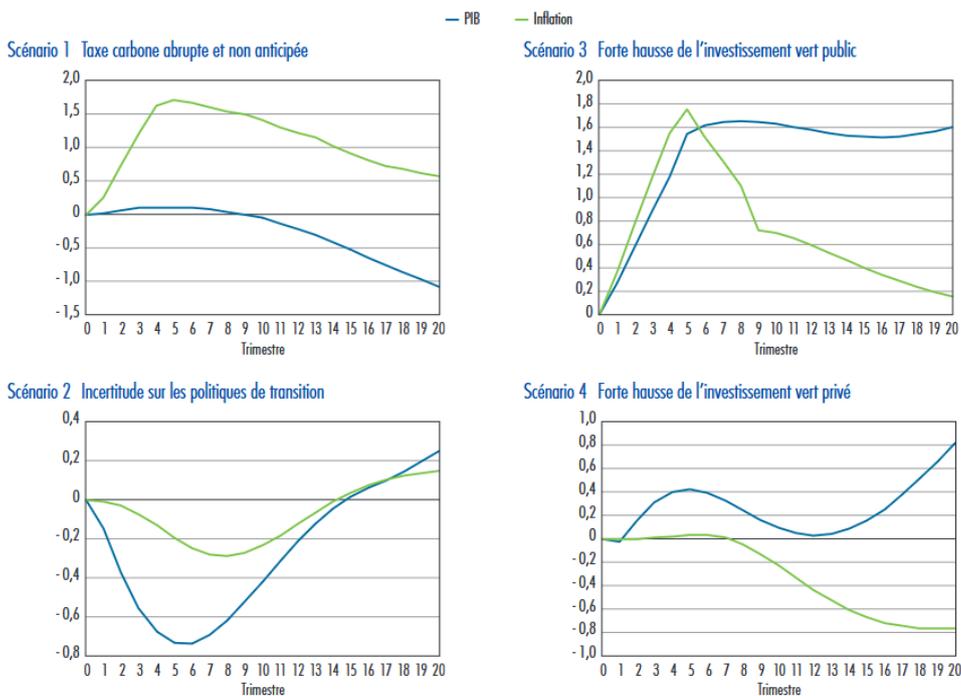
²⁷⁵ Germain J-M., 2020, « Du PIB au PIB ressenti : en retrait sur le PIB, l'Europe dépasse désormais les États-Unis en bien-être monétaire », Insee analyses n° 57, octobre.

²⁷⁶ Sylvain Larrieu et Sébastien Roux, « Peut-on prendre en compte le climat dans les comptes nationaux ? L'épargne nette ajustée des effets liés au climat est négative en France », Insee analyses n°98, novembre 2024.

Document n°2 : les scénarios macro-économiques de la Banque de France

G3 Effets sur l'inflation et le PIB de la France des quatre scénarios de court et moyen terme

(déviation du PIB, en pourcentage, et du glissement annuel de l'IPCH, en point de pourcentage, par rapport à un scénario de référence sans transition ; données trimestrielles)



Notes : Dans le scénario 1, l'impact maximal sur l'inflation serait de + 1,7 point de pourcentage après 5 trimestres, en glissement annuel. Il serait légèrement inférieur à - 1,0 % pour le PIB au bout de 20 trimestres. IPCH, indice des prix à la consommation harmonisé.

Source : Calculs des auteurs.

Document n°3 :

Tableau comparatif des chiffrages des besoins d'investissement pour le climat
Conseil économique, social et environnemental (CESE)

TABLEAU 2 : BILAN SYNTHÉTIQUE

ORGANISME	I4CE	ADEME	INSTITUT ROUSSEAU	OFCE	REXECODE
Référence utilisée pour calculer les besoins	Montant additionnels annuels moyens par rapport à :				
	2021	un scénario tendanciel	un scénario tendanciel	un scénario tendanciel	un scénario tendanciel
Montants d'investissements en fonction des scénarios de référence (Mds€)	SNBC 2 : +22 ADEME S1 : +13 ADEME S2 : +23 ADEME S3 : +28 ADEME S4 : +30	S1 : 0 S2 : +27 S3 : +18 S4 : +32 ^{ss}	+57 (soit 2,3 % de PIB en 2021)	Scénario « techno » : + 27 Scénario « sobriété » +14	2023-2030 : +67 2030-2050 : +87
Période utilisée	2021 et 2030	2021 et 2050	2021 et 2050	2021 et 2050	2021 et 2050
Secteurs inclus	Transports, bâtiment, branche énergie + biens durables	Transports, bâtiment, industrie, agriculture, énergie, déchets, usage des terres FBCF + biens durables	Transports, bâtiment, industrie, agriculture, énergie, déchets, usage des terres	Travaux publics (transports, infrastructures, électricité et télécom), immobilier, services, énergie, fabrication, agriculture.	Transports, bâtiment, industrie, agriculture, énergie, déchets, usage des terres FBCF + biens durables
Part publique/privée			63 % Etat 37 % privé		46 % ménages et 54 % entreprises en 2030
Évaluation des impacts macroéconomiques	Non évalué	Évalué	Évalué	Évalué	Non évalué
Objectifs climatiques visés	Neutralité carbone 2050 - SNBC 2	Neutralité carbone 2050 - 4 scénarios possibles	Neutralité carbone 2050	Neutralité carbone 2050 - SNBC 2 et PPE 2	Neutralité carbone 2050 - SNBC 2

Document n°4 : Les coûts d'abattement du carbone (DG Trésor)

Tableau 2 : Résultats détaillés par levier

Secteur	Lever		Coût d'abattement privé	Cofinancement public	Aide publique 2023			Potentiel d'abattement annuel	
			€/tCO ₂ eq	€/tCO ₂ eq				MtCO ₂ eq/an	
Rénovation des logements	Monogeste fioul vers PAC	Depuis DPE F	-129	20	MPR	0,3 Md€	MPR, CEE et TVA réduite	8,3 Md€	35
		Depuis DPE D	-68	31					
	Monogeste gaz vers PAC	Depuis DPE F	60	84					
		Depuis DPE D	149	93					
	Rénovation globale	Depuis DPE F	135	129					
		Depuis DPE D	215	153					
	Monogeste isolation		(428 pour une durée de vie de 30 ans)						
Autres					1,1 Md€				
Électrification des transports routiers	Citadine légère	Gros rouleur	-189		Bonus et appels à projet	1,2 Md€	Bonus et appels à projet	1,4 Md€	67
		Moyen rouleur	-109	42					
	Citadine	Gros rouleur	118						
		Moyen rouleur	345	113					
	Tracteur routier	Gros rouleur	94						
		Moyen rouleur	240	160					
	Porteur	Gros rouleur	4						
		Moyen rouleur	88	87					
	Utilitaire léger	Gros rouleur	-90						
		Moyen rouleur	18	82					
Utilitaire	Gros rouleur	8							
	Moyen rouleur	151	95						
Décarbonation de l'industrie	CCS	Ciment	40	24	France 2030	0 Md€	France 2030 et CEE	1,9 Md€	35
	Biomasse et CSR	Agroalimentaire	5			0,13 Md€			
	Électrification	Chimie	135			0,34 Md€			
	Acier bas-carbone	DRP-EAF	70			0,85 Md€			
	Efficacité énergétique	Chimie	-26	17		0,03 Md€			
	H ₂	Ammoniac	290			0,03 Md€			
	Autres		Changements de procédés						

Source :

Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, Les coûts d'abattement : euros dépensés par tonne de CO₂eq éliminée. Un outil d'analyse des leviers de décarbonation de l'économie : application aux secteurs de la rénovation des logements, des véhicules routiers et de l'industrie, 2024, 17 p.

Document n°5: Les indemnisations versées par les assureurs (source rapport Langrenay, CCR)



Nota: la suite de l'étude est restreinte aux périls inondation, tempête et sécheresse (i.e. hors grêle, neige, hors assurances récoltes, hors séismes).

Figure 1 – Historique des indemnisations versées par les assureurs à la suite d'aléas naturels. Source : France Assureurs, 2022

Document n°6 : Les évolutions des soutiens aux énergies renouvelables (CRE)

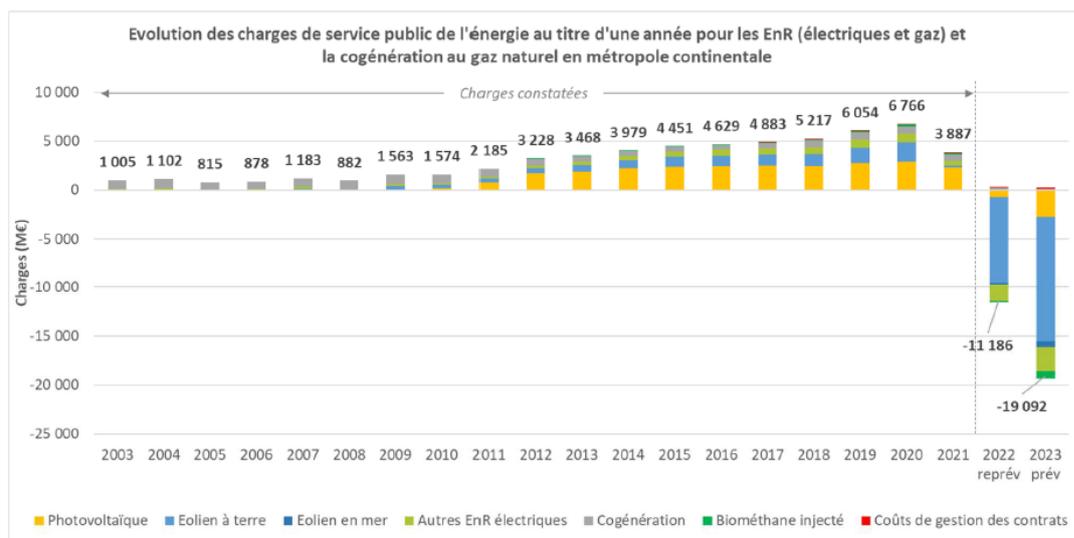
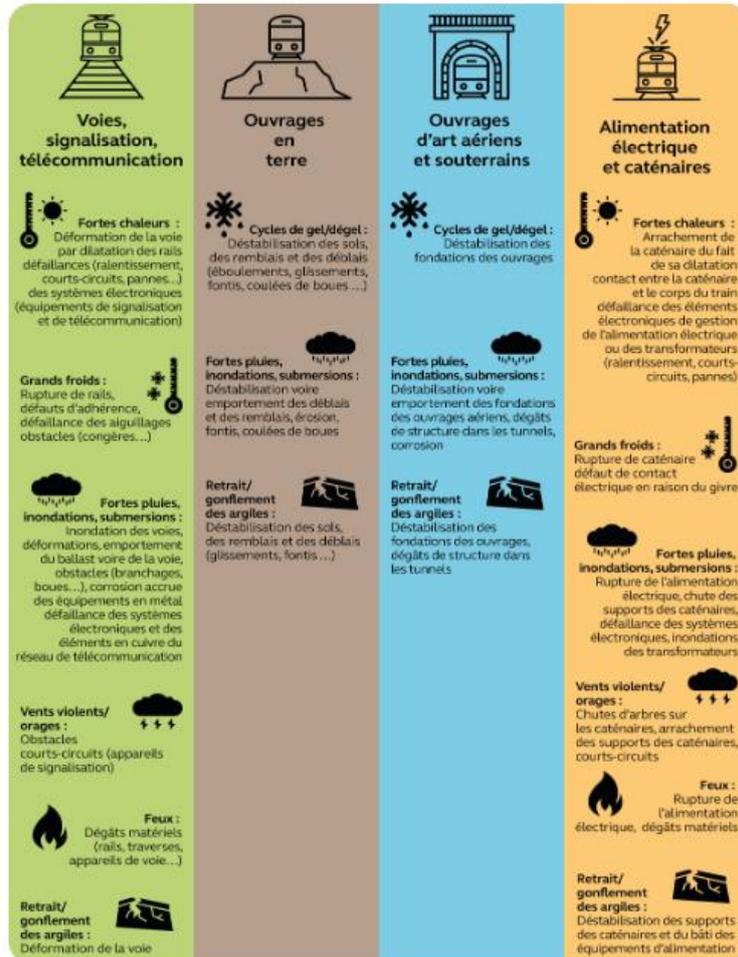


Fig. 27 : Evolution des charges de service public de l'énergie au titre d'une année pour le soutien aux énergies renouvelables et à la cogénération au gaz naturel en métropole continentale en prenant en compte pour 2022 et 2023 la réévaluation des charges par la CRE issue de sa délibération de novembre 2022

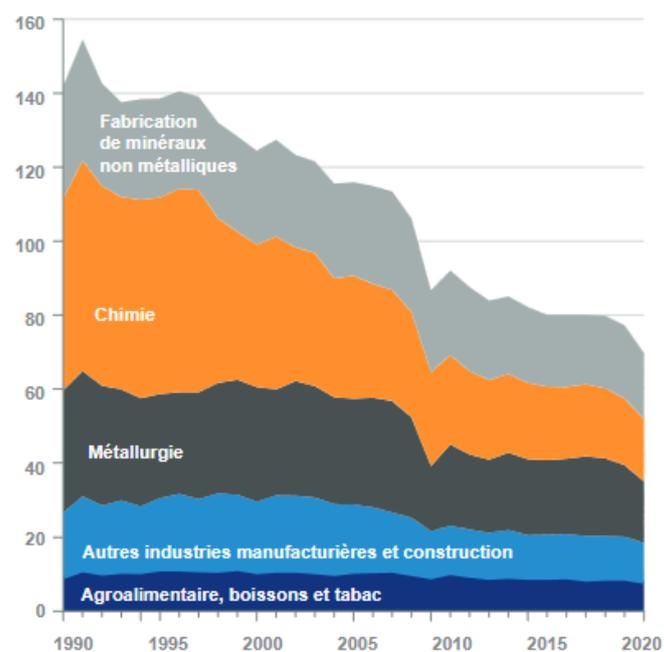
Schéma n° 16 : vulnérabilités physiques du réseau aux aléas climatiques rencontrés



Source : Cour des comptes, d'après données SNCF Réseau

Source : Cour des Comptes

Graphique 9 – Émissions de GES dans l'industrie manufacturière et la construction en France (en MtCO₂eq)



Note : les émissions de chaque secteur incluent les émissions liées à l'utilisation d'énergie et celles liées aux procédés industriels.

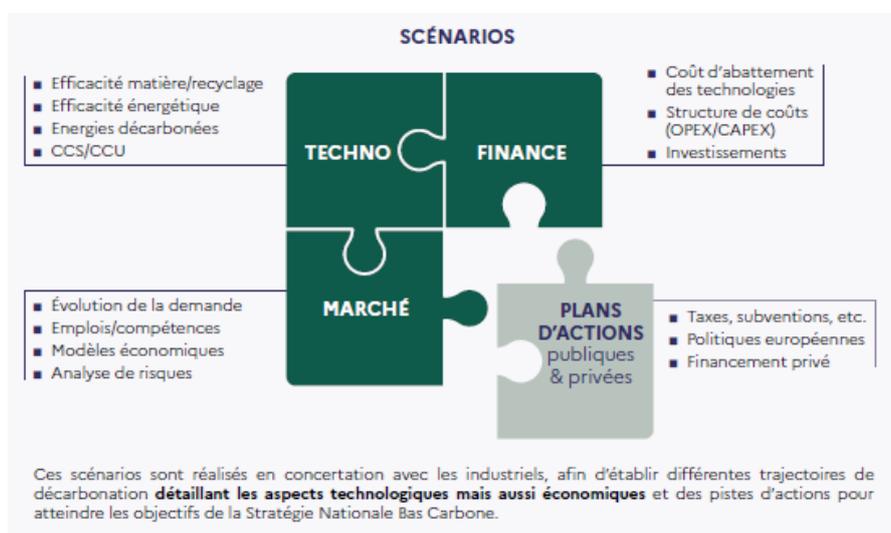
Source : AEE, 2022 ; cité dans SDES (2022), *Chiffres clés du climat...*, op. cit., p. 54

Source : France stratégie

Plans de transition sectoriels : des outils de modélisation de trajectoires sectorielles

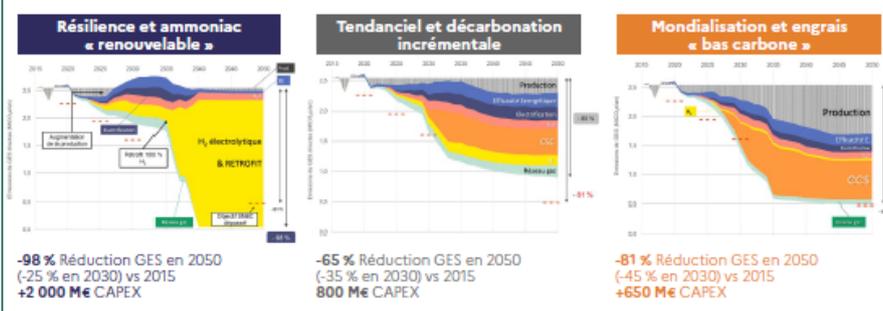
Pour éclairer les choix d'investissements, l'ADEME établit des Plans de Transition Sectoriels (PTS) des 9 secteurs de l'industrie dits énérgo-intensifs pour éclairer les choix complexes et modéliser des trajectoires d'investissement pour les décarboner.

Les secteurs non couverts par les PTS ADEME disposent d'un guide méthodologique pour la rédaction de leur PTS.



Exemples de résultats présentés dans les PTS

Trajectoires de décarbonation du PTS Ammoniac : des scénarios contrastés pour éclairer les enjeux de décarbonation de la filière.

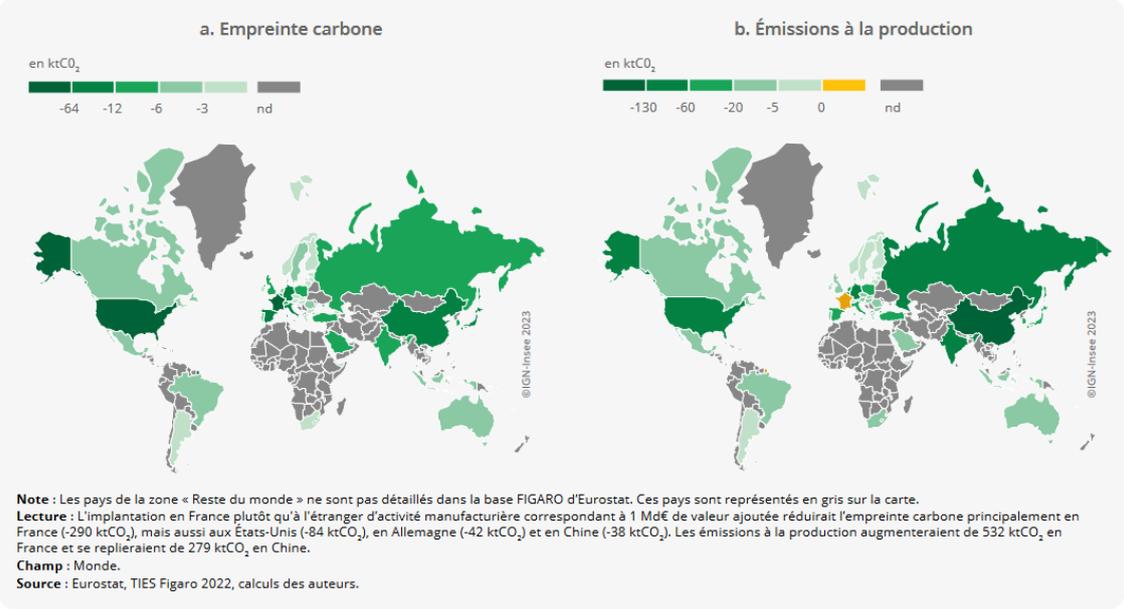


Pour en savoir plus sur les PTS : <https://finance-climact.fr/actualite/plans-de-transitions-sectoriels/>

Pour accéder au guide méthodologique : <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/6780-guide-methodologique-pour-la-redaction-d-un-plan-de-transition-sectoriel-pour-la-decarbonation-de-l-industrie.html>

Source : Ademe

► 8. Effets de l'implantation d'activité manufacturière en France plutôt qu'à l'étranger, en 2019

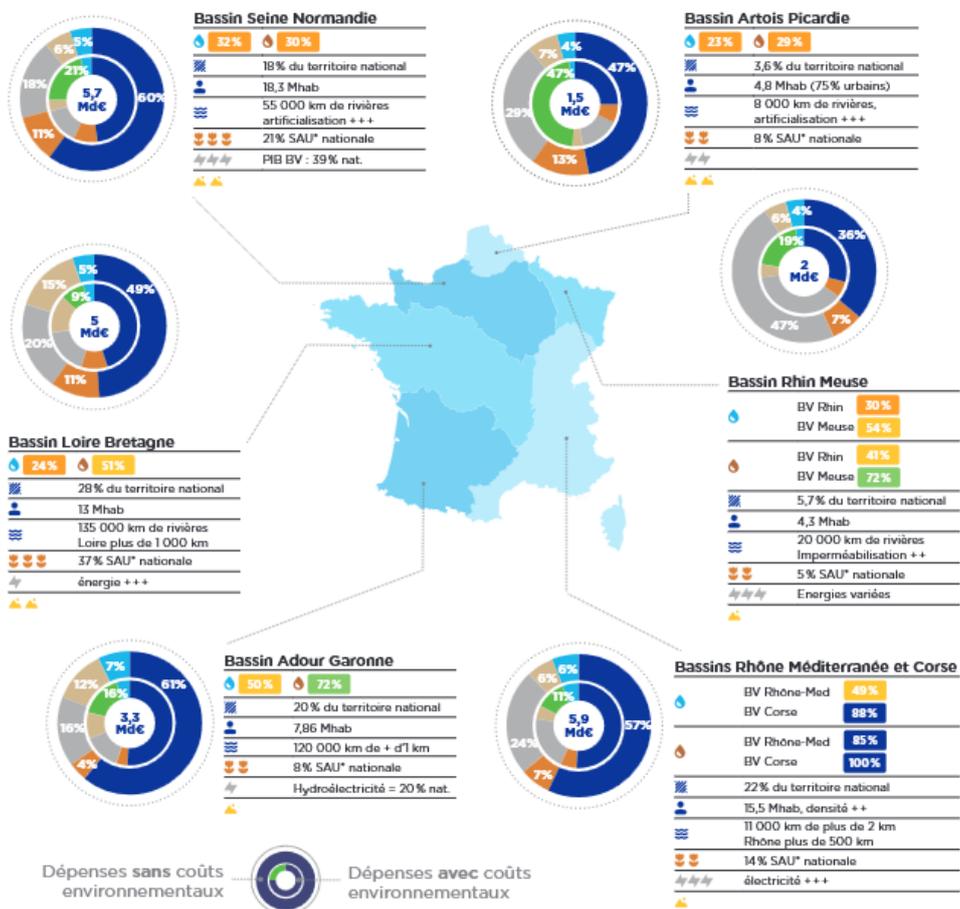


Insee Analyses • n° 89 • Octobre 2023

Source : Insee

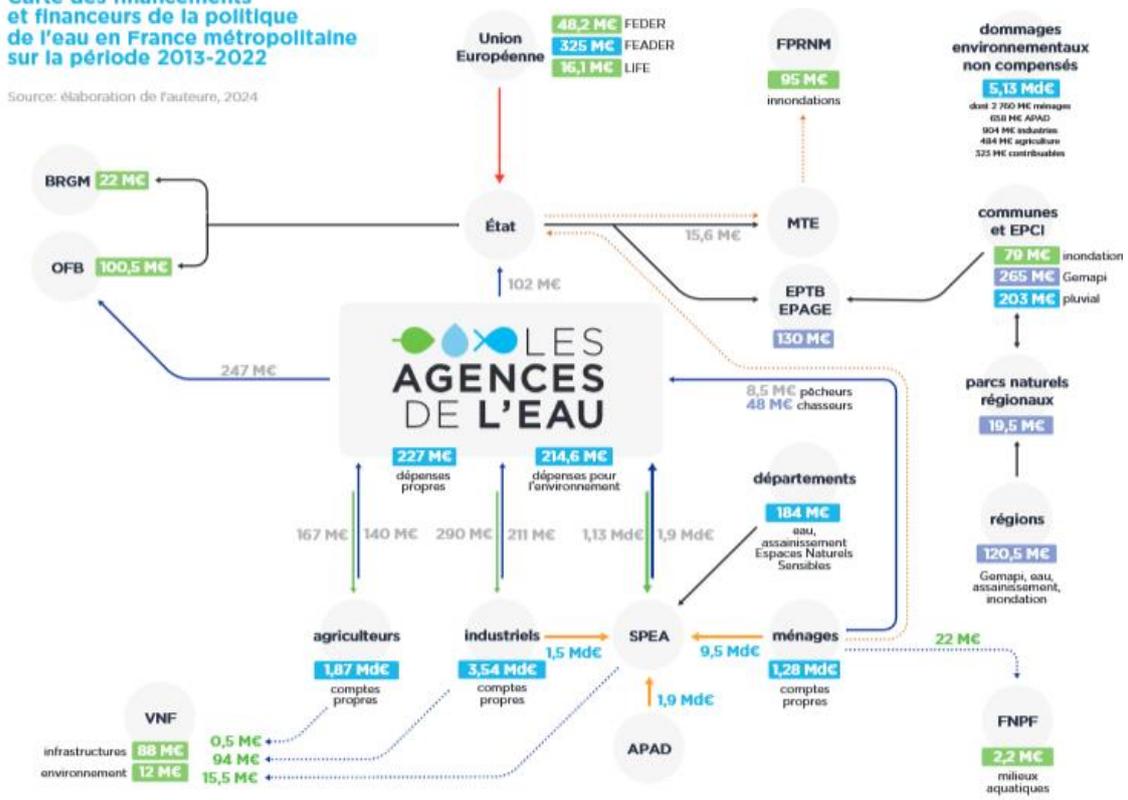
Document n°11 : les dépenses pour les politiques de l'eau selon les bassins

DÉPENSES POUR LA POLITIQUE DE L'EAU SUR LA PÉRIODE 2013-2022 AVEC ET SANS LES COÛTS ENVIRONNEMENTAUX
Source : Eau France



Carte des financements et financeurs de la politique de l'eau en France métropolitaine sur la période 2013-2022

Source: élaboration de l'auteur, 2024



- M€** Moyennes annualisées provenant de l'étude récupération des coûts
- M€** Moyennes annualisées sur une durée de 3 à 10 ans
- M€** Moyennes annualisées X* et en cours du XP programme
- M€** Données ponctuelles

- Redevance environnementale
- Taxe environnementale
- Taxes (impôts)
- Transferts
- Tarifs
- Mécanisme de compensation assurantielle
- Subvention

Bibliographie

Articles, notes

- Sharouz Abolhosseini et Almas Heshmati, « *The main support mechanisms to finance renewable energy development* », IZA, mai 2014
- Mathias André et Olivier Meslin, « *Les ménages au patrimoine immobilier le plus élevé paient relativement moins de taxe foncière que les ménages les moins dotés* », Insee analyses n°91, décembre 2023.
- Hélène Arambourou, « *Vers une planification de la filière forêt-bois* », La note d'analyse de France stratégie, n°124, juillet 2023.
- Luc Arrondel, André Masson, Daniel Verger, « *Mesurer les préférences individuelles pour le présent* », Economie et Statistiques n°374-375, 2004, pp. 87-125.
- Jean-Paul Albertini et Baptiste Perrissin-Fabert, « *Analyse économique des négociations climat : décryptage d'un jeu d'incitations à participer, à agir et à s'engager* », Annales des Mines – Responsabilité et environnement, 2015/1, n°77, pp. 33-38.
- Cyprien Batut et Jonas Kaiser, « *Evaluer les projets industriels à l'aide de la grille Best-Invest Prologium Technology Co à Dunkerque* », Institut avant-garde, mai 2025, 11 p.
- Antoine Beyer, *Grandeur, décadence et possible renouveau du réseau ferroviaire secondaire français*, Géoconfluences, 30 novembre 2021
- Gavin Bridge et Erika Faigen, « *Towards the lithium-ion battery production network : thinking beyond mineral supply chain* », Energy Research & Social Science 89 (2022).
- Bulletin de la Banque de France, 245/3, mars-avril 2023, Stéphane Dees, Oriane Wegner, Annabelle de Gayen Camille Thubin, « *Transition vers la neutralité carbone : quels effets sur la stabilité des prix ?* ».
- François Belle-Larant, Grégory Claeys et Alain Durré, « *Investissements bas carbone : comment les rendre rentables ?* », France stratégie, La note d'analyse, octobre 2024, n°144, 16 p.
- Adrien Bilal et Diego R. Känzig, « *The macroeconomic impact of climate change : Global vs local temperature* », National Bureau of Economic Research, Working paper n° w32450, mai 2024.
- Adrien Bilal et Diego R. Känzig, « *Does unilateral decarbonization pay for itself ?* », National bureau of Economic Research, Working paper n° w33364, janvier 2025
- Caroline Bono, Marie-Ann Evans, Etienne Monnot, Emmanuel Neau et Grégoire Prime, « *Les défis posés par les EnR variables aux systèmes électriques* », La Revue de l'énergie n° 654, janvier-février 2021.
- Nicolas Carnot, Guillaume Houriez et Sébastien Roux, « *Augmenter les comptes nationaux pour aller au-delà de la seule mesure de l'activité économique* », Blog de l'Insee <https://blog.insee.fr/augmenter-les-comptes-nationaux-pour-mesurer-plus>, 3 avril 2023.
- Céréme, *Coûts de production des électricités renouvelables – Perspectives*, Juillet 2022, 9 p.
- Philippe Charlez, *Quelle stratégie pour décarboner le tertiaire ?*, Note de l'Institut Sapiens, avril 2023, 29 p.
- Jean Coldefy, « *Comment retrouver une soutenabilité du modèle des transports publics en France ?* », Transports, infrastructures et mobilités n°545, janvier-février 2025.
- Cour des Comptes, *Le réseau ferroviaire français : des évolutions significatives mais des choix nécessaires à venir, Les enjeux structurels pour la France*, Note thématique, novembre 2021, 22 p.
- François Crasson, Maxime Gérardin, Marc Mancini « *Emballages ménagers : quel cadre d'organisation ?* ». France Stratégie, Note d'analyse n° 131, 2024. 16 p.
- Patrick Criqui, *Les coûts d'abattement en France*, France stratégie, Les notes de synthèse, mai 2023.
- Dares analyses, n°81, « *Les temps de déplacement entre domicile et travail* », novembre 2015, 12 p.
- Stephen J. De Canio et Anders Fremstad, « *Game theory and climate diplomacy* », Ecological Economics, Vol. 85, janvier 2013, pp. 177-187
- DGCL, Julien Desclodure, « *Les dépenses de voirie des collectivités locales entre 2013 et 2023* », Bulletin d'information statistique n°192, février 2025
- DGCL, Nesheen Solanki, *La taxe Gemapi : une ressource en croissance pour les collectivités*, Bulletin d'information statistique n°174, avril 2023.

DGE, Théma n°8, « *L'action de l'Etat en faveur de la décarbonation de l'industrie* », mars 2023

Vivian Dépoues, Jean-Paul Vanderlinden, Tommaso Venturini, « *Entre dire et faire : discours scientifique sur le changement climatique et adaptation du système ferroviaire* », VertigO : La revue électronique en sciences de l'environnement, 2019, 19 (2), pp.

Didier Blanchet et Marc Fleubaey, « *De quoi le PIB est la mesure et comment le dépasser* », La vie des idées, 2 février 2021.

Direction générale des entreprises (DGE), Théma n°8, « *L'action de l'Etat en faveur de la décarbonation de l'industrie* », mars 2023

Elabe-Institut Montaigne-SNCF Groupe, *Le baromètre des territoires. France désemparée en quête de tranquillité*, 2024, 26 p.

Renaud Epstein, *Gouverner à distance*, Revue Esprit, 2006, pp. 96-111.

Gabrielle Fack et Louis-Gaëtan Giraudet, « *Efficacité énergétique des logements : rénover l'action publique* », Les notes d'analyse du Conseil d'analyse économique, n°81, juin 2024, 12 p.

Jean-Marc Germain, « *Du PIB au PIB ressenti : en retrait sur le PIB, l'Europe dépasse désormais les États-Unis en bien-être monétaire* », Insee analyses n° 57, octobre 2020.

Olivier Godard, « *Le rapport Stern sur l'économie du changement climatique était-il une manipulation grossière de la méthodologie économique ?* », Revue d'économie politique, 2007/4, vol. 117.

Florence Gomez et Philippe Gudefin, *Panorama de la fiscalité environnementale en France*, Rapport particulier produit pour le Conseil des prélèvements obligatoires, 2019, 94 p

Jean-Pierre Goubert, « *La France s'équipe. Les réseaux d'eau et d'assainissement. 1850-1950* », Annales de la recherche urbaine. Année 1984, 23-24, pp. 47-53.

Gabrielle Fack et Louis-Gaëtan Giraudet, « *Efficacité énergétique des logements : rénover l'action publique* », Les notes d'analyse du Conseil d'analyse économique, n°81, juin 2024, 12 p.

Intercommunalités de France, *Financement de la transition écologique et énergétique*, Septembre 2022, 90 p.

Intercommunalités de France, *Financement des réseaux de chaleur et de froid dans un objectif de sobriété et de sécurité énergétiques*, Résultats d'une enquête, Juin 2024, 15 p.

Intercommunalités de France, FNCCR, FP2E. *Note eau. Sobriété : vers un nouveau modèle de financement des services d'eau et d'assainissement*. Juillet 2024, 25 p.

Sylvain Larrieu et Sébastien Roux, « *Peut-on prendre en compte le climat dans les comptes nationaux ? L'épargne nette ajustée des effets liés au climat est négative en France* », Insee analyses n°98, novembre 2024.

Sylvain Montout et Alice Robinet, « *Le soutien aux véhicules électriques est-il adapté ?* », France stratégie, la note d'analyse n°139, juin 2024, 16 p.

Patricia Perennes, « *Le rôle des régions françaises dans la gestion des « petites lignes » ferroviaires* », Colloque L'État et le rail, Les transports ferroviaires au prisme de la puissance publique 2021, Bruxelles, Belgique.

Jean Pisani-Ferry, « *Climate Policy is Macroeconomic Policy, and the Implications will be significant* », Policy brief, Peterson Institute for International Economics, 21-20, Août 2021.

Cédric Philibert, *Electric vehicles : a strong and still understated performance*, IFRI memo, mars 2024, 10 p.

Alain Quinet, « *La nouvelle trajectoire de la valeur de l'action pour le climat* », France stratégie, Note de synthèse, mars 2025, 12 p.

Xavier Ragot, « *Quel financement de la politique climatique ; Dettes, taxes, inflation ?* », OFCE, Policy bref 116, 2 juin 2023.

Réseau vélo et marche, « *Fréquentations vélo en France 2024* », Bulletin n°5, 10 janvier 2025, 4 p.

Mickael Vaillant, « *Le CSRD, Un chaînon essentiel pour la décarbonation profonde de l'industrie française en Europe* », La Fabrique écologique, note n°52, avril 2025.

Caty Wery, Anne Rozan, Christophe Wittner, Yves le Gat, Pascal Le Gauffre, Kevin Nirsimloo, Cyril Leclerc, « *Gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement : de l'état des réseaux à la planification de leur réhabilitation – Outils, méthodes et perspectives* », Sciences Eaux et Territoires, 2012/4, numéro 9, pp. 44-53.

Terra Nova, Jean-Philippe Hermine, *Fin du véhicule thermique : pourquoi et comment y parvenir ?*, 16 avril 2024, 33 p.

Terra Nova, Frédéric Jobert, *Pour un nouveau paradigme forestier*, avril 2025, 21 p.

Michel Vivinis, « *Combien faut-il construire de logements neufs en France ?* », Politique du logement, 6 mai 2024.

Rapports, ouvrages, thèses

- Académie des technologies, *La décarbonation du secteur aérien par la production de carburants durables*, Février 2023, 130 p.
- Académie des sciences, *Les forêts françaises face au changement climatique*, juin 2023, 52 p.
- AdCF-Suez environnement-GDF-Suez (avec Calia Conseils), *Les politiques intercommunales de tarification des services publics de l'environnement et de l'énergie*, 2015, 72 p.
- AdCF, *Gemapi : où en sont les territoires en matière de gouvernance, de financement et de méthode de travail. Enquête conduite auprès de 460 intercommunalités*, 2018, 9 p.
- ADEME, *Electro-carburants 2050. Quels besoins en électricité et CO² ?*, Rapport final, octobre 2023, 31 p.
- ADEME, *Les risques climatiques et les coûts pour la France. Une évaluation macroéconomique*, Décembre 2023, 68 p.
- ADEME-OREE, *Etat des lieux de l'écologie industrielle et territoriale en France. Evaluation, maturité, pérennité*, sept. 2024, 112 p.
- ADEME, *Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans les secteurs des énergies renouvelables et de récupération, des transports terrestres et du bâtiment résidentiel, Situation 2020-2022, Estimation préliminaire vs. Objectifs PPE-SNBC 2023. Synthèse générale*. 2024, 31 pages.
- Agence France locale (AFL), *Transport et mobilité : Quels leviers de financement pour que les collectivités concilient égalité territoriale et neutralité carbone ?*, 2025, 21 p.
- Agence France locale-INET, *Face à la raréfaction de la ressource en eau ; Comment mieux orienter les financements vers des usages vertueux de la ressource et la modernisation des réseaux ?*, mars 2024, 27 p.
- Anne Aguiléra, Benoit Conti, Sylvestre Duroudier, Florent Le Néchet, *De villes en villes. Atlas des déplacements domicile-travail interurbains*, Université Gustave Eiffel-Transdev, 2025, 92 p.
- AirParif, *Bilan de la qualité de l'air en Ile-de-France*, 2024, 18 p.
- Marc Alochet, Bernard Jullien, Samuel Klebaner et Tommaso Pardi, *Légère et abordable : les clés d'une voiture électrique à succès*, La Fabrique de l'industrie, 2025, 128 p.
- Assemblée nationale, Catherine Couturier et Sophie Panonacle, *Rapport sur l'adaptation au changement climatique de la politique forestière et la restauration des milieux forestiers*, mai 2023, 153 p.
- Assemblée nationale, Yannick Haury et Vincent Descoeur, *Rapport d'information sur l'adaptation de la politique de l'eau au défi climatique*, janvier 2024, 193 p.
- Assemblée nationale, *Rapport d'information sur les modes de gestion et d'exploitation des installations hydroélectriques*, rapporteurs : Marie-Noëlle Battistel et Philippe Bolo, mai 2025, 113 p.
- Serge Audier, *La pensée solidariste. Aux sources du modèle social républicain*, PUF, 2010, 352 p.
- Banque centrale européenne (BCE), *The road to Paris : stress testing the transition towards a net-zero economy*, 2023, 97 p.
- Emmanuel Barbe, *Prévenir les violences et apaiser les tensions pour mieux partager la voie publique*, avril 2025, 117 p.
- Florian Baudoin, *Les stress tests climatiques, entre politique de stabilité financière et tentative de transition écologique*, mémoire de recherche, Université Paris Nanterre, novembre 2022, 96 p.
- Aurélien Bigo, *Les transports face au défi de la transition énergétique. Explorations entre passé et avenir, technologie et sobriété, accélération et ralentissement*. Economies et finances. Institut Polytechnique de Paris, 2020. Fr
- Canopée, *Planté ! Le bilan caché du plan de relance forestier*, mars 2022, 49 p.
- Carbon tracker et Grantham Research institute, *Unburnable carbon 2013. Wasted capital and stranded assets*, 39 p.
- Christian Barthod, Marie-Claire Bozonnet, François Scarbonchi, *Evaluation du dispositif des programmes d'actions de prévention des inondations et de l'efficacité de sa mise en œuvre*, Rapport CGEDD-IGA, octobre 2019, 122 p.
- Caisse centrale de réassurance (CCR), *Conséquences du changement climatique sur le coût des catastrophes naturelles en France à l'horizon 2050*, septembre 2023, 48 p.
- Anne-Laure Cattelot, députée du Nord, *La forêt et la filière bois à la croisée des chemins : l'arbre des possibles*, juillet 2020.

Cercle français de l'eau, *Panorama du financement global de la politique de l'eau en France métropolitaine*, novembre 2024.

CGEDD-IGA, Christian Barthod, Marie-Claire Bozonnet, François Scarbonchi, *Evaluation du dispositif des programmes d'actions de prévention des inondations et de l'efficacité de sa mise en œuvre*, Rapport, octobre 2019, 122 p.

CGEDD, Patrick Lavarde, Philippe Bellec, Patricia Correze-Lenée, *Proposition de scénarios de financement des politiques publiques de préservation des ressources en eau, de la biodiversité et des milieux marins*, juillet 2016, 323 p.

Club des villes et territoires cyclables, *Le coût des politiques vélo*, 2020, 96 p.

Commissariat général au développement durable. *La tarification incitative de la gestion des ordures ménagères. Quels impacts sur les quantités collectées ?* Etudes et documents n°140, mars 2016, 60 p.

Commission de régulation de l'énergie, *Coûts et rentabilités des énergies renouvelables en France métropolitaine. Eolien terrestre, biomasse, solaire photovoltaïque*, avril 2014, 62 p.

Commission de régulation de l'énergie, *Etat des lieux et premiers enseignements tirés à fin 2022 des résultats des appels d'offres PPE2 éoliens terrestres et photovoltaïques*, Rapport, septembre 2024, 104 p.

Commission de régulation de l'énergie, *Avenir des infrastructures gazières aux horizons 2030 et 2050 dans un contexte d'atteinte de la neutralité carbone*, Synthèse, avril 2023, 11 p.

Commission de régulation de l'énergie, *Bilan technique et économique des installations de production de biométhane injecté*, Rapport, décembre 2024, 132 p.

Commission de régulation de l'énergie, *Synthèse du rapport sur le coût de production du nucléaire existant d'EDF* ; juillet 2023, 22 p.

Conseil économique, social et environnemental (CESE), *L'impact des infrastructures de réseaux dans l'économie*, Rapporteuse : Fanny Arav, 2020, 108 p.

Conseil économique, social et environnemental (CESE), *Face au changement climatique, quelle sylviculture durable pour adapter et valoriser les forêts françaises*, rapporteurs : Marie-Hélène Boidin-Dubrulle et Antoine d'Amécourt, mars 2021, 145 p.

Conseil économique, social et environnemental (CESE), *Financer notre stratégie énergie-Climat : donnons-nous les moyens de nos engagements*, rapporteure : Julia Grimault, Février 2023, 138 p.

Conseil économique, social et environnemental (CESE), *Quels besoins de gouvernance pour les différents usages de la biomasse ?*, Avis, mai 2023, 55 p.

Conseil économique, sociale et environnemental (CESE), avis *Eau potable : des enjeux qui dépassent la tarification progressive*, Rapporteurs : Jean-Marie Beauvais et Jean-Yves Lautridou, novembre 2023, 98 p.

Conseil économique, social et environnemental (CESE), Avis, *Comment favoriser une gestion durable de l'eau (quantité, qualité, partage) en France face au changement climatique ?*, Rapporteurs : Pascal Guihéneuf et Serge Le Quéau, 2023, 150 p.

Conseil d'Etat, *L'eau et son droit*, Etudes et documents, 2010, 580 p. Cour des Comptes, *Les instruments de la gestion durable de l'eau, Rapport public 2010*, pp. 617-655

Conseil d'Etat *La gestion quantitative de l'eau en période de changement climatique. Exercices 2016-2022, Rapport public thématique*, juillet 2023.

Conseil national de l'industrie, *Contrat stratégique de filière (2024-2027) Véhicules légers et véhicules lourds*, mai 2024, 50 p.

Cour des Comptes, Rapport public annuel 2016, « *La maintenance des centrales nucléaires : une politique remise à niveau, des incertitudes à lever* », pp. 111-143.

Cour des Comptes, *La filière EPR, Rapport public thématique*, juillet 2020, 148 p.

Cour des Comptes, *La structuration de la filière forêt-Bois, ses performances économiques et environnementales*, Communication à la commission des finances, de l'économie, générale et du contrôle budgétaire de l'Assemblée nationale, avril 2020, 151 p.

Cour des Comptes, *Les transferts financiers de l'Etat aux collectivités territoriales : des objectifs et des instruments à redéfinir*, Note thématique, Contribution à la revue des dépenses publiques, Juillet 2023, 28 p.

Cour des Comptes, Rapport Public 2023, chapitre 6, « *Une organisation inadaptée aux enjeux de la gestion quantitative de l'eau* », pp. 471-513

Cour des Comptes, *Les certificats d'économies de l'énergie : un dispositif à réformer car coûteux et complexe pour des résultats incertains*, 2024, 160 p.

Cour des Comptes, *L'adaptation du réseau ferroviaire national au changement climatique*, 2024.

Cour des Comptes, *Apprécier la contribution de la dépense publique à la transition écologique*, juillet 2023, 22 p. Cour des Comptes, *Analyse de l'exécution budgétaire 2024. Prélèvements sur recettes au profit des collectivités territoriales*, avril 2025, 59 p.

Cour des Comptes, *Une dynamique nouvelle, des risques persistants, rapport de suites*, janvier 2025, 97 p.

Cour des Comptes, *Le soutien au développement du biogaz*, mars 2025, 259 p.

Cour des Comptes, *Le soutien au développement de l'hydrogène décarboné*, juin 2025, 85 p.

Cour des Comptes européenne, *Préparer le réseau électrique de l'UE à la neutralité carbone, Document d'analyse*, 2025, 89 p.

Deloitte Uniden, *Le redéploiement industriel : Un enjeu social, économique et un instrument de maîtrise de notre empreinte carbone Etude d'impact de la désindustrialisation sur notre empreinte carbone*, 2021, 112 p.

Enedis, *Plan de développement du réseau*, Document préliminaire 2023, 184 p.

La Fabrique écologique, *L'hydrogène bas carbone : une opportunité pour la France et pour l'Europe de l'énergie*, septembre 2022, 75 p.

Fabrique de l'industrie (David Lolo), *L'industrie est-elle plus verte ailleurs ? La France face à l'Allemagne*, Les notes de la Fabrique, 114 p., 2024.

Fabrique de l'industrie (David Lolo), *Les émissions indirectes, prochain chantier de décarbonation de l'industrie*, Les synthèses de la Fabrique, n°28, décembre 2023

Fédération des offices HLM, *Loi Climat et Résilience & Stratégie nationale bas carbone, Scénarisation des investissements des adhérents de la FOPH pour répondre aux enjeux*, septembre 2024.

Mathieu Glachant, Victor Kahn, François Lévêque, « *Une analyse économique et économétrique du dispositif des certificats d'économie d'énergie (CEE)* », MinesParisTech-PSL, octobre 2020, 23 p.

Jean-Philippe Hermine, Julien Beltoise, Thomas Uthayakumar, *Produire les citadines électriques en France : pourquoi est-ce pertinent et possible ?*, Institut mobilités en transition-IDDRI, Fondation pour la nature et l'homme, 2024, 64 p.

Ibicity, Espelia, Partie Prenante, *Etude sur les nouveaux modèles économiques urbains. Saison 5. Intégrer l'impact de la sobriété dans le pilotage des services urbains*, février 2025 et Saison 4. *Les modèles économiques des services urbains au défi de la sobriété*, 80 p.

Adrien Delahais et Alice Robinet, *Coût de l'inaction face au changement climatique en France : que sait-on ?*, Document de travail, France stratégie, mars 2023, 76 p.

Direction générale du Trésor, *Les enjeux économiques de la transition vers la neutralité carbone, rapport intermédiaire*, décembre 2023, 128 p.

Logan Gourmand, « *Quels besoins d'investissement pour les objectifs français de décarbonation en 2030 ?* », Trésor-Eco, n°342, avril 2024. La version définitive du rapport a été présentée en janvier 2025. Voir France nation verte, *Les enjeux économiques de la transition vers la neutralité carbone*, Rapport final, 2025, 260 p.

Fédération nationale des travaux publics, *Livre blanc. Investir dans les infrastructures face aux aléas climatiques*, 2025, 25 p.

France stratégie. Commission Cricui. *Les coûts d'abattement. Partie 3. Electricité*. 2022, 128 p.

Jean-Baptiste Fressoz, François Jarrie, Thomas Le Roux, Corinne Marache Julien Vincent, *La nature en révolution. Une histoire environnementale de la France, 1780-1870 (vol. 1)*, 2025, 320 p.

GART, *Faire face au « mur » d'investissement : quel modèle de financement pour des mobilités décarbonées ?*, Enjeux et propositions du GART, 2024.

I4EC, *Financement de la transition : quelles marges de manœuvre autour du besoin de financement public ?*, 2024, 20 p.

I4EC, Julia Grimault, Clothilde Tronquet, Valentin Bellasen, Thomas Bonvillain et Claudine Foucherot, *Puits de carbone : l'ambition de la France est-elle réaliste ? Analyse de la Stratégie nationale bas-carbone 2*, Février 2022, 90 p.

I4EC, Vincent Dépoues, Julia Grimault et Valentine Role, *Adapter la forêt métropolitaine au changement climatique : d'abord bien investir*, septembre 2022, 20 p.

I4CE-Banque Postale, *Panorama des financements climat des collectivités locales*, 2024, 62 p.

IGA-IGEDD, *Comment améliorer durablement la collecte et le traitement des eaux résiduaires urbaines ?*, mars 2023, 130 p.

IGA-IGEDD, *Mission d'évaluation ex ante de la directive relative au traitement des eaux résiduaires urbaines (ERU 2)*, mars 2025, 137 p.

Inspection générale des finances (IGF), *L'investissement des collectivités territoriales*, octobre 2023, 383 p.

IGF-CGEDD, Revue de dépenses. *Aides à la rénovation énergétique des logements privés*, 2017, 271 p.

IGF-IGEDD, *Le financement de la stratégie nationale pour la biodiversité (SNB) pour 2030*, Novembre 2022, 417 p.

IGF-IGEDD, CGEIF, *Revue du dispositif des certificats d'économies d'énergie en préparation de la 6^{ème} période*, mission commune, juillet 2024, 250 p.

IGF, IGEDD, CGEIF, *Performance et gouvernance des filières à responsabilité élargie des producteurs*, 2024, 341 p.

Institut de la finance durable, *Freins et leviers sectoriels au financement de la transition écologique. Le cas de la décarbonation du bâtiment*, mai 2024.

Institut des politiques publiques, « *Les émissions de CO² de l'industrie française et le « ciblage carbone » des politiques publiques*, Notes de l'IPP, n°102, janvier 2024

Institut National de l'économie circulaire & Capgemini, *Stratégie nationale bas carbone sous contrainte de ressources*, 2022, 144 p.

INRA, *Effets environnementaux des changements d'affectation des sols liés à des réorientations agricoles, forestières, ou d'échelle territoriale. Une revue critique de la littérature scientifique*. Synthèse du rapport d'étude, mars 2017, 68 p.

INRAE, « *Agriculture européenne sans pesticides chimiques en 2050* » réalisé par l'INRAE, résumé, 2023, 16 p.

INRAE, *Stockage du carbone dans les sols français. Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ?*, Synthèse, 2019, 118 p.

Institut Rousseau, *Road to net zero*, Rapport condensé, janvier 2024, 50 p.

Intercommunalités de France-Banque des territoires, *Baromètre de la commande publique*, Septembre 2024, 30 p.

Jean-Baptiste Jarin, *L'émergence de la mobilité aérienne décarbonée : dynamiques, conflits d'usage et justice énergétique*, 2024, Université de Pau et des Pays de l'Adour.

Pierre Lascombes et Patrick Le Galès, *Gouverner par les instruments*, Presses de Sciences Po, 2004, 372 p.

Thierry Langrenoy, Gonéri le Cozanet, Myriam Merad, *Adapter le système assurantiel français face à l'évolution des risques climatiques*, Rapport au gouvernement, novembre 2023, 116 p.

Anne Lauvergeon, *Un secret si bien gardé*, Grasset, 2025, 208 p.

Chloé Lestrehan, *Actualisation 2022 du potentiel hydroélectrique français*, août 2023, Synthèse, 19 p.

Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, *Les coûts d'abattement : euros dépensés par tonne de CO²eq éliminée. Un outil d'analyse des leviers de décarbonation de l'économie : application aux secteurs de la rénovation des logements, des véhicules routiers et de l'industrie*, 2024, 17 p.

Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, *Connaissance du potentiel hydroélectrique français*, Synthèse, 2013, 14 p.

Ministère de la transition écologique, *Bilan de la qualité de l'air extérieur en France en 2023*, octobre 2024, 70 p.

Ministère chargé des transports, Comité d'orientation des infrastructures (président : Denis Valence, Rapporteur général : Pierre-Alain Roche), *Investir plus et mieux dans les mobilités pour réussir leur transition*, 2022, 186 p.

Selma Mahfouz, Charles Murciano, Thomas Brand, Aude Costa de Beauregard, *Enjeux macroéconomiques et budgétaires de la neutralité carbone*, Inspection générale des finances, août 2022, 121 p.

Observatoire des territoires, *Territoires et transitions. Enjeux environnementaux*. Juillet 2024, 110 p.

Observatoire national des services d'eau et d'assainissement, *Données Sispea 2022. Focus : évolution du prix du service et facture d'eau*, 16 p.

Observatoire de la route, *Rapport 2024*, IDDRIM, 96 p.

OCDE, *Adapter l'Ile-de-France aux risques de raréfaction de l'eau*, 2025, 222 p.

Panorama des gaz renouvelables en 2024, mars 2025, 48 p.

Georges Papaconstantinou et Jean Pisani-Ferry, *Les nouvelles règles du jeu. Comment éviter le chaos planétaire, Seuil, République des idées*, 2024, 123 p.

Bénédicte Peyrol, députée de l'Allier et Dominique Bureau, président du Comité pour l'économie verte, *Comment construire la fiscalité environnementale pour le quinquennat et après 2022 ?*, 2022, 76 p.

Barbara Pompili et Virginie Dumoulin, *La planification écologique dans le monde. Parangonnage sur la démarche de planification écologique dans les pays du G20 et de l'union européenne*, mars 2025, 60 p. et annexes fiches pays, 338 p.

François-Mathieu Poupeau, *L'Etat en quête d'une stratégie énergie-climat*, Presses des Mines, 2023, 342 p.

Rémy Prudhomme, *Transition écologique : le coût des rêves*, L'Artilleur, 2024, 154 p.

Alain Quinet, « *La valeur de l'action pour le climat – Une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques* », France stratégie, 2019

Rapport du gouvernement au Parlement d'évaluation des conséquences de la prise de compétence Gemapi par les établissements publics de coopération intercommunale à fiscalité propre, Février 2019, 144 p.

RTE, *Futurs énergétiques 2050*, Panorama 2050 en ligne. Les scénarios combinent 6 scénarios de mix de production avec trois trajectoires de consommation.

Sénat, *Rapport sur le coût économique et financier de la pollution de l'air*, Rapporteuse : Laila Aïchi, juillet 2015, 306 p.

Sénat, *Rapport d'information n°830 (2022-2023) sur les modes de financement des autorités organisatrices de la mobilité*, juillet 2023

Sénat, *Rapport d'information sur le financement public de la filière forêt-bois*, rapporteurs : Christian Klingler et Victorin Lurel, 29 mai 2024, 78 p.

Sénat, *Rapport d'information de la commission des finances sur les aides à la décarbonation de l'industrie du plan France 2030*, mai 2024, 89 p.

Sénat, *Rapport d'information n°142 sur l'avenir de l'eau*, Rapporteurs : Catherine Belrhiti, Cécile Cukierman, Alain Richard, Jean Sol, Novembre 2022, 166 p.

Sénat, *Eclairer l'avenir : l'électricité aux horizons 2035 et 2050*, rapport n°714 de la Commission d'enquête sur la production, la consommation et le prix de l'électricité aux horizons 2035 et 2050, Rapporteurs : Franck Montaqué et Vincent Delahaye, juillet 2024. 821 p.

Sénat, *Rapport d'information n°775 de la mission conjointe de contrôle relative aux inondations survenues en 2023 et au début 2024*, Rapporteurs : Jean-François Rapin et Jean-Yves Roux, 25 septembre 2024, 253 p.

SNCF Réseau, *Adaptation au changement climatique. Stratégie de SNCF Réseau*, juillet 2024, 36 p.

Jean-Cyril Spinetta, *L'avenir du transport ferroviaire*, Rapport au Premier ministre, 15 février 2018, 127 p.

Joseph E. Stiglitz, Amyarta Sen, Jean-Paul Fitoussi, *Rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social*, 2009.

Shift Project, *Plan de transformation de l'économie française*, Odile Jacob, 2022, 240 p.

Swiss Re Institute, *Catastrophes naturelles et techniques en 2018 : les périls « secondaires » en première ligne*, n°2, 2019

Jean Tirole, *Economie du bien commun*, PUF, 2016, 643 p.

TDIE, Note de travail du Conseil scientifique. *Engagements climatiques et mobilités : à la recherche du bien commun*, principal rédacteur : Yves Crozet, janvier 2023, 52 p.

TDIE, *Comment financer et réaliser les investissements nécessaires à la transition écologique ?*, Note de travail du conseil scientifique, janvier 2025, 72 p.

Transport & environnement, *Down to earth. Why European aviation needs to urgently address its growth problem*. Janvier 2025, 33 p.

Union régionale pour l'habitat des Hauts-de-France, *Plan de transition environnementale du mouvement HLM des Hauts-de-France*, 2023, 73 p.

Plans et stratégies nationaux

Feuille de route de décarbonation de la filière maritime. Propositions pour décarboner le maritime national, assurer la souveraineté d'approvisionnement de la France, novembre 2024, 155 p.

France nation verte, *Stratégie nationale de l'hydrogène décarboné*, avril 2025, 30 p.

France nation verte, *Stratégie de décarbonation de l'Etat*, 2024, 13 p.

France nation verte, *Améliorer la qualité de l'eau par la protection de nos captages*, Feuille de route 2025, – Gouvernement, mars 2025

France logistique, *Livre blanc 2022, Transport de marchandises et logistique au service d'une France performante*, 2022, 20 p.

Plan Petites lignes ferroviaires. Des plans d'action régionaux, Février 2020, 24 p.

Secrétariat général à la planification écologique (SGPE), *Cadre d'analyse pour les financements de la planification écologique*, document provisoire, décembre 2024.

Stratégie pluriannuelle de financement de la transition écologique et de la politique énergétique nationale, 2024, 88 p

Liste des personnes rencontrées dans le cadre du programme (rapports n°1 et n°2) – Mandats ou fonctions au moment de l'entretien

Parlementaires

Jean-Baptiste Blanc, sénateur du Vaucluse, co-rapporteur de la loi Climat & Résilience (urbanisme)

Jean-René Cazeneuve, député du Gers, rapporteur du budget de l'Assemblée nationale (au moment de l'entretien), rapporteur en 2020-2021 de la loi Climat & Résilience

Bertrand Pancher, député de la Meuse (au moment de l'entretien), président du groupe LIOT, président de Décider ensemble

Olivier Jacquin, sénateur de Meurthe-et-Moselle

Christine Lavarde, sénatrice des Hauts-de-Seine, rapporteure présidente de la délégation à la prospective.

Claude Raynal, sénateur de Haute Garonne, président de la Commission des finances.

Ministères, agences et opérateurs, instances d'évaluation

Pascal Berteaud, directeur général du Cerema

Stanislas Bourron, directeur de l'Agence nationale de la cohésion du territoire (ANCT).

Thierry Burlot, président du Comité de Bassin Loire Bretagne, Agence de l'eau Loire Bretagne

Anne Clerc, cheffe du pôle Territoires et filières économiques, Secrétariat général à la planification écologique (SGPE)

Jean-Marie Quemener, directeur du programme bâtiment et aménagement, Secrétariat général à la planification écologique (SGPE)

Victoria Siebert, directrice de programme Mobilisation et transitions, Secrétariat général à la planification écologique (SGPE)

Isabelle Kamil, sous-directrice de la protection et de la gestion de l'eau, des ressources minérales et des écosystèmes aquatiques, Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN), Ministère de la transition écologique

Philippe Gouteyron, sous-directeur adjoint de la protection et de la gestion de l'eau, des ressources minérales et des écosystèmes aquatiques, Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN), Ministère de la transition écologique

Valérie Mancret-Taylor, directrice de l'Agence nationale d'amélioration de l'habitat (ANAH)

Mathieu Morel, conseiller expert bâtiment, aménagement et action climatique territoriale, Haut Conseil pour le climat

Paul Rizzotti, stagiaire bâtiment, aménagement et action climatique territoriale, Haut Conseil pour le climat

Nicolas Soudon, directeur de l'action territoriale, Agence de la transition écologique (ADEME)

Préfets

Sophie Brocas, préfète de la région Centre Val de Loire, préfète du Loiret

Marc Chappuis, préfet des Alpes de Haute Provence

Philippe Mahé, préfet du Var

François Philizot, préfet, inspecteur général de l'administration

Vincent Roberti, préfet du Tarn-et-Garonne

Présidents et vice-présidents d'intercommunalités

Renaud Averly, président de la communauté de communes du Rethelois (au moment de l'entretien), (Ardennes, Grand Est)

Gil Averous, président de la communauté Châteauroux métropole, maire de Châteauroux (Indre, Centre Val de Loire), président de Villes de France

Régis Banquet, président de la communauté d'agglomération de Carcassonne (Aude, Occitanie)

Virginie Carolo-Lutrot, vice-présidente de la région Normandie, présidente de la communauté d'agglomération Caux Seine agglomération, maire de Port-Jérôme (Seine Maritime, Normandie), présidente de France ville durable

Hugo Cavnac, président de la communauté de communes du Frontonnais, maire de Fronton (Haute Garonne, Occitanie)

Jacques Chabal, maire du Cheylard, président de la communauté de communes du Cheylard (Ardèche, Auvergne-Rhône-Alpes)

Jacques Deschamps, président du syndicat Energies Vienne (Vienne, Nouvelle Aquitaine)

Jean-Pascal Fichère, président de la communauté d'agglomération du Grand Dole, (Jura, Bourgogne Franche Comté)

Thomas Fromentin, président de la communauté d'agglomération Foix Varhiles, (Ariège, Occitanie)

Catherine Louis, présidente de la communauté de communes Forêts, Seine et Suzon, maire de Val-Suzon, (Côte d'Or, Bourgogne Franche Comté)

Jean-Patrick Masson, vice-président de la Métropole du Grand Dijon (Côte d'Or, Bourgogne Franche Comté)

Pierre Marcellesi, président de la communauté de communes de l'Alta Rocca, maire de Zonza (Corse)

Sébastien Miossec, président de la communauté d'agglomération Quimperlé agglomération (Finistère, Bretagne), président délégué Intercommunalités de France

Boris Ravignon, président de la communauté Ardennes métropole, maire de Charleville-Mézières (Ardennes, Grand Est)

Jean Révereault, vice-président de la communauté d'agglomération du Grand Angoulême (Charente, Nouvelle Aquitaine)

Anne Terlez, vice-présidente de la communauté d'agglomération Seine Eure (Eure, Normandie)

Laurent Trogrlic, président de la communauté de communes du bassin de Pompey, maire de Pompey (Meurthe-et-Moselle, Grand Est)

DGS/DGA d'intercommunalités

Karine Briand, directrice générale des services de la communauté de communes des Alpilles (Bouches-du-Rhône, région Sud Provence Alpes Côte d'Azur)

Stéphane Delabre, directeur général des services de la communauté urbaine d'Arras (Pas-de-Calais, Hauts-de-France)

Célia Escurat, directrice générale des services de Haute Corrèze communauté (Corrèze, Nouvelle Aquitaine)

Vincent Gibot, directeur général adjoint environnement et équipements publics, communauté urbaine d'Arras (Pas-de-Calais, Hauts-de-France)

Cécile Inserra, directrice générale des services de Val de Garonne agglomération (Lot-et-Garonne, Nouvelle Aquitaine)

Nathalie Mas-Raval, directrice générale des services de la communauté de communes du Pic Saint Loup (Hérault, Occitanie)

Régis Petit, directeur général des services de la communauté d'agglomération Seine Eure (Eure, Normandie)

Fabrice Peigney, directeur de la stratégie et de la prospective, Métropole du Grand Paris (Ile-de-France)

Vincent Fouchier, directeur de la prospective, Métropole Aix-Marseille Provence (Bouches-du-Rhône, région Sud Provence Alpes Côte d'Azur)

Régions

Antoine Chéreau, premier vice-président de la région Pays de la Loire, président de la communauté d'agglomération Terres de Montaigu

Michel Guenneau, directeur général des services, Région Pays de la Loire

Nicolas Larmagnac, conseiller de Carole Delga, présidente de la Région Occitanie

Philippe Latour, directeur de projet planification écologique, Région Bourgogne Franche Comté

Bertrand Macé, chargé de mission auprès du DGS de la région Grand Est

Laurent Mary, directeur général adjoint aménagement, région Normandie

Marianne Malez, conseillère, cabinet de Franck Leroy, président de la région Grand Est

Pauline Prat, conseillère au cabinet de Marie-Guite Dufay, présidente de la région Bourgogne Franche Comté

Nicolas Bauquet, directeur général de l'Institut Paris Région

Sébastien Alavoine, directeur général adjoint de l'Institut Paris Région

Sandrine Barreiro, directrice du département urbanisme, aménagement et planification de l'Institut Paris région

Associations nationales de pouvoirs locaux

Brigitte Bariol, déléguée générale de la Fédération nationale des agences d'urbanisme (FNAU)

Floriane Boulay, directrice générale, Intercommunalités de France

Oriane Cébile, conseillère environnement, Intercommunalités de France

Annaelle Contrepois, Conseillère environnement, Intercommunalités de France

David Le Bras, directeur de l'Association des directeurs généraux des communautés de France (ADGCF)

Alexandre Magny, directeur général du Groupement des autorités responsables des transports

Olivia de Malleville, conseillère environnement, Régions de France

Fédérations professionnelles, associations

Laurent Delcayrou, chef de projet « Résilience des territoires », Shift project

Anne Laborie, Déléguée générale Atmo France

Syndicat des énergies renouvelables (SER) :

Jules Nyssen, président,

Jérémy Simon, Délégué général adjoint

Damien Chagnaud, responsable territoires

Pierre Honoré, chargé de mission territoires

France renouvelables

Michel Gioria, délégué général,

Clément Cunin, responsable des relations institutionnelles et territoriales,

Raphael Briot, chargé de mission territoires et urbanisme,

Fédération des entreprises publiques locales (FEPL)

Florian Poirier, directeur de la direction des collectivités locales,

Tiefaine Concas, responsable Intercommunalités et Villes Moyennes,

Camille Combes, responsable du département aménagement,

Laure Lachaise Tillie, responsable du département mobilité,

Jean Luc Vallet, responsable Territoires Urbains,

Florence Gall, directrice de France vélo

Vincent Moulin-Wright, délégué général de France industrie

Jean-Christophe Margelidon, directeur général adjoint de la Fédération des offices publics HLM

Thierry Pech, directeur général, Terra Nova

Sandra Rimey, directrice, Minéraux de France (MIF)

Nicolas Richard, membre du Conseil économique social et environnemental (CESE), représentant France nature environnement

Sébastien Maire, directeur de France ville durable

Lucile Schmid, vice-présidente de la Fabrique de l'Ecologie

Clara Sannicolo, responsable Climat et Territoires, Réseau action climat

Antoine Durand, responsable Transition écologique, Réseau action climat

Entreprises et établissements publics, entreprises privées

Bruno de Chergé, Directeur Eau, Environnement, Territoires et Climat, EDF Hydro.

Michel-François Delannoy, directeur du département appui aux territoires, Banque des territoires

Mathias Dufour, Directeur des affaires publiques, Enedis

Ivan Saillard, chef de département, Enedis

Laurence Roux, responsable du service ingénierie territoriale, Banque des territoires

Alain Krakovitch, directeur général de Voyages SNCF

Krishnara Danaradjou, directeur général adjoint développement, Haropa Port

Olivier Landel, Directeur général, Agence France Locale (ancien Délégué général de France urbaine)

Philippe Rogier, Directeur Institutions et territoires, Agence France Locale (AFL)

Yannick Imbert, Directeur des affaires territoriales et publiques, Groupe La Poste

Guy Lebras, senior advisor, Groupe Stan (ancien Directeur général du GART)

Nicolas Machtou, Direction ingénierie et projet nouveau nucléaire, EDF

Antoine Pellion, Directeur Idex, ancien Secrétaire général à la planification écologique

Vincent Peronnaud, directeur général, OPAC de l'Oise

Loïc Mahevas, président directeur général, Cabinet conseil Espelia

Théo Soulet, directeur affaires publiques et réglementaires, Verso Energy