



HAUT-COMMISSARIAT À LA STRATÉGIE ET AU PLAN

Liberté
Égalité
Fraternité

Quelle est la place de la France dans le domaine de l'innovation bas carbone ?

Pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, différents leviers doivent être mobilisés : incitations économiques (tarification carbone, subventions, crédits d'impôt), réglementation, infrastructures adaptées (mobilités décarbonées), innovations organisationnelles et sociétales, mais aussi innovations technologiques. Mise au service de la décarbonation, l'innovation constitue un enjeu majeur de compétitivité et de souveraineté.

Dans cette double perspective environnementale et économique, la France, l'UE et d'autres pays ou régions du monde ont lancé de multiples initiatives visant à promouvoir les technologies dites « propres ». **Pour situer la France dans cet effort mondial d'innovation bas carbone, le croisement de trois types d'indicateurs permet de dresser un panorama¹ des dynamiques à l'œuvre.**

L'effort public et privé de recherche-développement (R & D) à finalité environnementale de la France est estimé entre 5 et 5,7 milliards d'euros en 2022, soit 8 % des dépenses intérieures totales pour la protection de l'environnement et 10 % de la dépense intérieure de R & D. Malgré une croissance soutenue ces dernières années, cet effort est resté inférieur (en part dans les budgets publics de R & D) à celui de nombreux pays de l'OCDE. En revanche, la France détient une position comparativement forte pour l'effort de R & D **en matière d'énergie décarbonée**, en grande partie du fait du nucléaire.

Au vu des dépôts de brevets, la part des technologies de décarbonation dans l'activité inventive a doublé au niveau mondial en un quart de siècle et dépasse désormais 15 %. La France, comme la plupart des pays européens, a vu diminuer son poids dans ce domaine, du fait de l'émergence de la Chine et de la Corée du Sud. Elle fait cependant partie des pays spécialisés dans les technologies de décarbonation, notamment celles concernant le transport aérien, le ferroviaire, l'énergie nucléaire, les combustibles issus de l'agriculture ou de déchets, ainsi que le captage et stockage du carbone. En revanche, elle est en retrait dans certains domaines en forte croissance mondiale tels que les technologies « propres » (*cleantech*) liées aux batteries ou aux technologies d'information et de communication. Les entités publiques de recherche françaises occupent une place singulière sur le plan mondial parmi les déposants de brevets sur les enjeux de décarbonation. Les grandes entreprises établies jouent aussi un rôle prépondérant, mais des acteurs plus jeunes et de moindre taille sont dans certains domaines en mesure de rivaliser avec elles sous l'angle des dépôts de brevets.

Le financement externe (c'est-à-dire hors auto-financement) des entreprises actives dans le domaine des technologies « propres » doit être développé. La France présente encore un déficit de financement par capital-risque en comparaison avec d'autres pays, notamment les États-Unis.

Partant de ce diagnostic, les politiques publiques de décarbonation font face à deux dilemmes principaux : déployer les technologies existantes ou investir dans le développement d'innovations de rupture ; et privilégier une logique nationale ou miser sur des technologies étrangères. La CNEPI publiera bientôt des travaux complémentaires pour éclairer ces choix.

NOTE DE SYNTHÈSE

AVRIL
2026

Mohamed Harfi
département Travail, Emploi,
Compétences

et **Rémi Lallement**
département Économie

La Note de synthèse est publiée sous la responsabilité éditoriale du Haut-commissaire à la Stratégie et au Plan. Les opinions exprimées engagent leurs auteurs et n'ont pas vocation à refléter la position du gouvernement.

www.strategie-plan.gouv.fr

1. La présente note synthétise la note d'étape de la CNEPI publiée en avril 2026. Voir HCSP (2026), *L'innovation en faveur de la décarbonation. La position internationale de la France*, note d'étape de la Commission d'évaluation des politiques d'innovation présidée par Clément Beaune, avril.

INTRODUCTION

La transition vers une économie à bas carbone constitue l'un des défis majeurs du XXI^e siècle, en réponse à l'accélération du changement climatique. Atteindre l'objectif de neutralité carbone d'ici 2050 nécessite une transformation structurelle de l'économie, notamment avec une orientation vers les technologies présentant les meilleurs bilans carbone². La réduction graduelle des émissions de gaz à effet de serre requiert un changement profond non seulement vers des sources d'énergie décarbonées mais aussi vers de nouveaux modes de vie, de production et de consommation dans de nombreux domaines (transports, bâtiment, industrie, agriculture, etc.), ainsi qu'un développement des capacités de captage, de stockage et d'utilisation du carbone.

Atteindre les objectifs de neutralité carbone à l'horizon 2050 nécessite de s'appuyer sur une diversité de leviers. Certains s'attachent à modifier les comportements du côté de la demande (sobriété) et de l'offre sous l'influence des signaux-prix (via principalement la tarification carbone) et d'autres incitations (crédits d'impôt, subventions). D'autres passent par la réglementation ou consistent à développer des infrastructures adaptées, par exemple en faveur de mobilités décarbonées. D'autres encore misent sur des formes d'innovation non technologique ou à faible contenu technologique : nouvelles formes d'organisation ou de modèles d'affaires, innovation sociétale, etc. En toute hypothèse, la décarbonation devra passer aussi par la mise au point de nouvelles technologies et donc par d'importants investissements en recherche, développement et innovation³.

Ces technologies devront contribuer à réduire les coûts et à améliorer les performances par rapport aux technologies existantes. Cependant, de nombreuses technologies émergentes demeurent loin de la mise sur le marché. **L'Agence internationale de l'énergie (AIE) estime que près de 35 % de la réduction d'émissions nécessaire à l'horizon 2050 devraient provenir de technologies encore au stade de la démonstration de faisabilité ou, tout au plus, en phase de prototypage⁴.**

L'innovation en faveur de la décarbonation constitue également un levier stratégique sur le plan économique et social. En effet, si elle a pour objectif premier de réduire les émissions de gaz à effet de serre, elle vise aussi, dans un contexte

de demandes sociétales croissantes en matière de durabilité, de santé publique ou encore d'autonomie stratégique, à renforcer la compétitivité des filières industrielles. Dans cette optique, divers plans, en France et dans d'autres pays de l'OCDE, ont alloué des moyens importants à la lutte contre le changement climatique et en particulier à la décarbonation de l'économie⁵. Par ailleurs, le règlement européen sur l'industrie « zéro net » (*Net Zero Industrial Act - NZIA*) du 29 juin 2024 vise à développer des conditions favorables à l'innovation et au déploiement des technologies propres, pour atteindre les objectifs climatiques européens pour 2030 et 2050. Plus récemment, la Commission européenne a proposé le 4 mars 2026 un règlement pour l'accélération industrielle (*Industrial Accelerator Act - IAA*) qui a pour but de promouvoir les technologies et produits « propres » fabriqués en Europe.

Les efforts de R & D et d'innovation en faveur de la décarbonation sont mesurés le plus souvent de manière indirecte. **La présente note synthétise la position des pays de l'OCDE dans ce domaine sur la base de trois familles d'indicateurs complémentaires : 1) l'effort public et privé de R & D consacré à l'environnement et à l'énergie décarbonée ; 2) les dépôts de brevets dans les technologies dites « propres » ou « bas carbone » ; et 3) le financement externe des entreprises innovantes.** Croisant ainsi plusieurs sources, elle fournit une vision d'ensemble des dynamiques d'innovation en faveur de la décarbonation, identifie les forces et les faiblesses de la position française et apporte des éléments d'analyse utiles à la décision publique.

EN FRANCE, UN EFFORT DE R & D POUR L'ENVIRONNEMENT DE 5 MILLIARDS D'EUROS EN 2022

Les indicateurs de R & D existants, notamment à des fins de comparaison internationale, portent surtout sur des périmètres en rapport avec l'environnement ou l'énergie.

Un effort de R & D équivalent à 8 % des dépenses de protection de l'environnement

Les dépenses intérieures de protection de l'environnement regroupent une grande diversité d'activités, dont celles de recherche-développement pour la protection de

2. Voir notamment RTE (2021), *Futurs énergétiques 2050. Principaux résultats*, rapport, octobre.

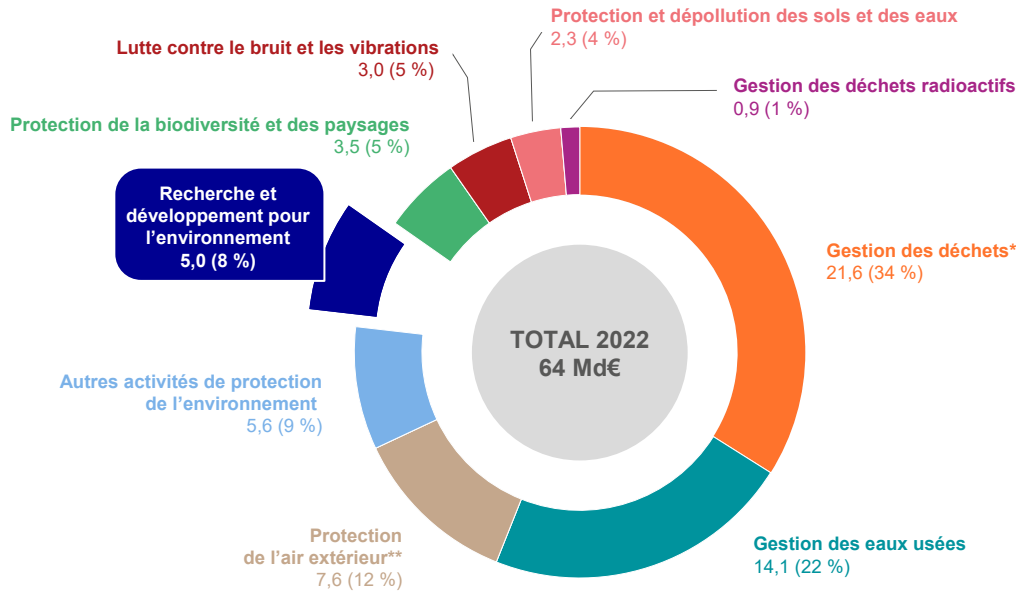
3. Pour mettre au point de nouveaux produits (biens ou services) ou de nouveaux procédés de fabrication, l'étape de R & D est souvent nécessaire mais elle ne suffit pas pour innover. Il n'y a innovation que s'il y a mise sur le marché, ce qui au préalable requiert des efforts spécifiques, notamment de prototypage et de démonstration de faisabilité.

4. AIE (2023), *Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach. 2023 Update*, Agence internationale de l'énergie, septembre ; version révisée en novembre 2024.

5. 30 % des 100 milliards d'euros de « France Relance » ont été fléchés vers la transition écologique, tandis que 50 % des plus de 50 milliards d'euros du plan « France 2030 » sont en principe consacrés à la décarbonation. Quant au Pacte vert pour l'Europe (*European Green Deal*), il comporte d'ambitieux objectifs de décarbonation par secteur, pour atteindre la cible de neutralité carbone en 2050.



Graphique 1 – Répartition des dépenses de protection de l'environnement par domaine en France en 2022, en milliards d'euros (Md€) et en pourcentage



* Hors activités de récupération et transformation des déchets en matières premières de recyclage.

** Hors maîtrise de l'énergie et production d'énergie à partir de sources renouvelables.

Note : les montants des dépenses de protection de l'environnement ont été révisés à la hausse sur la période 2000-2020, à la suite de plusieurs changements méthodologiques, notamment dans les domaines de la protection de l'air, de la biodiversité et des autres activités.

Champ : France.

Source : SDES, compte satellite de l'environnement, 2024

l'environnement⁶ (Graphique 1). En 2022, l'ensemble de ces dépenses représentait près de 64 milliards d'euros en France. Celles qui relèvent de la R & D s'élevaient à 5 milliards d'euros (8 % du total), soit environ 0,2 % du PIB, que les entreprises finançaient à hauteur de 64 % et les administrations publiques pour 31 %. Les 5 % restants proviennent de ressources étrangères (organismes internationaux, fonds de l'Union européenne et entreprises localisées à l'étranger).

10 % des dépenses de R & D en France sont consacrées à l'environnement, dont deux tiers financés par les entreprises

Certaines activités de R & D peuvent avoir un effet positif sur l'environnement, même si ce n'est pas leur objectif principal, comme la recherche concernant la gestion des ressources naturelles, l'utilisation optimisée de l'énergie, les matériaux renouvelables ou la biodiversité. Selon l'enquête nationale sur les dépenses intérieures de R & D, celles consacrées directement ou indirectement à l'environnement, y compris les dépenses engagées dans les domaines de l'énergie et des transports, sont évaluées en

2022 à 5,7 milliards d'euros. Cet effort représente près de 10 % de la dépense intérieure de R & D (DIRD), estimée à 59 milliards d'euros.

La dépense en R & D des entreprises dans le domaine de l'environnement (y compris énergie et transports) – quelle que soit la source de financement – s'élève à 2,6 milliards d'euros, soit 46 % du total des dépenses de R & D en environnement. Toutefois, hors énergie et transports, la part des entreprises dans ces dépenses de R & D environnementale s'élève à 52 %. L'écart entre les administrations publiques et le privé était plus élevé au début des années 2000, période durant laquelle la part du secteur privé ne représentait que 19 %⁷.

La dépense des entreprises en R & D au bénéfice de l'environnement (énergie et transports compris) représente 7 % de la dépense intérieure totale de la R & D des entreprises. Cette part varie selon les branches : 3 % dans l'industrie aéronautique et spatiale, près de 8 % pour l'automobile, comme pour l'industrie chimique, et jusqu'à 15 % dans le domaine de l'énergie.

6. Cette composante est estimée selon les normes comptables européennes (Eurostat) régies par le règlement (UE) n° 691/2011 relatif aux comptes économiques européens de l'environnement (amendé par le règlement (UE) n° 538/2014).

7. Source : MESR-DGESIP/DGRI-SIES.

Tableau 1 – Part des domaines de R & D pour l’environnement dans les administrations en 2022 (en pourcentage)

Domaine de R & D	2022
Énergie	46,4 %
Transports	0,8 %
Surveillance et protection de l’environnement	23,7 %
Recherche universitaire sur les milieux naturels	21,9 %
Exploration et exploitation de la Terre	7,1 %

Source : MESR-DGESIP/DGRI-SIES

La dépense des administrations publiques est estimée à 3,1 milliards d’euros en 2022, soit 15,5 % de leur dépense totale de R & D (20 milliards d’euros). Le poids du domaine de l’énergie représente à lui seul près de la moitié du total (Tableau 1).

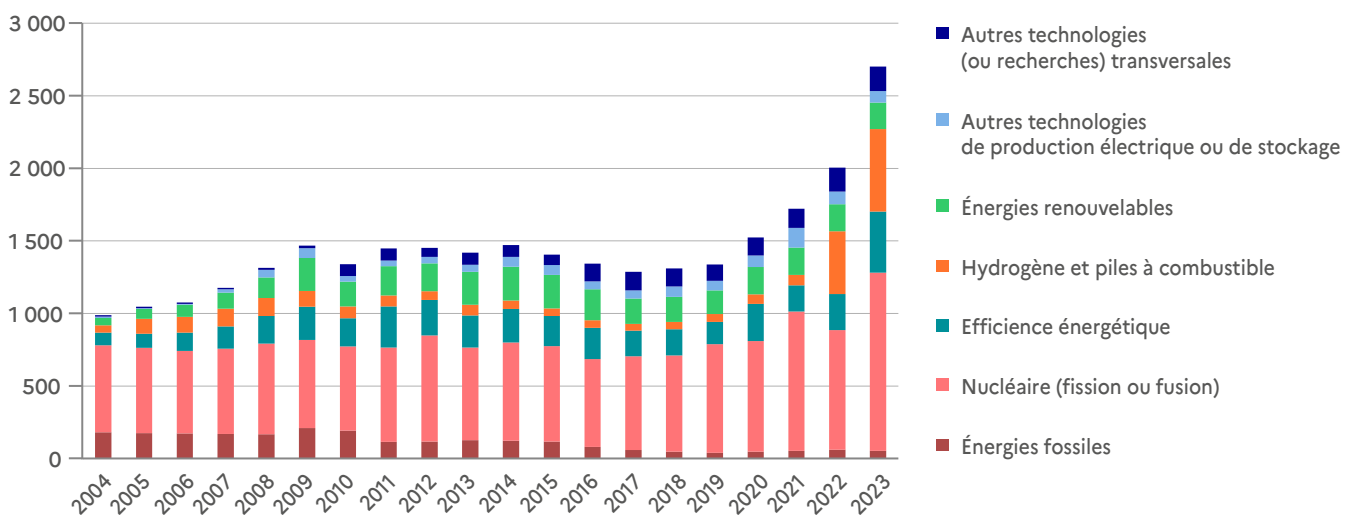
Côté financement⁸, les entreprises financent les deux tiers des activités de R & D pour l’environnement (64 %) et les établissements publics 31 % (hors mesures d’incitations fiscales telles que le crédit d’impôt recherche ou le statut de

jeune entreprise innovante). Les 5 % restants consistent en des activités de R & D sous-traitées à des organismes situés à l’étranger.

Près de la moitié des crédits budgétaires consacrés à la R & D pour l’énergie décarbonée est liée au nucléaire

Il est éclairant de considérer l’évolution sur les deux dernières décennies des crédits budgétaires de R & D consacrés à l’énergie et d’en détailler la structure par sous-domaine, qu’il s’agisse d’énergie carbonée ou bas carbone. Tout d’abord, **les crédits publics alloués aux énergies fossiles (hydrocarbures, charbon) sont devenus résiduels** : leur part est passée de 18 % en 2004 à 2 % en 2023 (Graphique 2). Un autre fait majeur est **l’importance persistante du nucléaire** (fission ou fusion⁹) : en moyenne sur cette période, ce domaine a représenté 48 % des crédits publics de R & D alloués à l’énergie. Enfin, le total de ces crédits depuis l’année 2020 est en très forte progression¹⁰, portée par le nucléaire, l’hydrogène et les piles à combustible à partir de 2022 et l’efficacité énergétique depuis 2023. Les crédits pour les énergies renouvelables ont stagné en valeur au cours des quinze dernières années, ce qui implique qu’elles ont reculé en part relative.

Graphique 2 – Niveau et structure des crédits budgétaires publics* de R & D consacrés en France à l’énergie par sous-domaine, en 2004-2023 (en millions d’euros)



* Le périmètre considéré porte uniquement sur les crédits gouvernementaux ; il n’inclut ni les financements internationaux (dont ceux de l’UE), ni ceux des collectivités territoriales. Lecture : sur le total des crédits budgétaires de l’année 2014 (un peu moins de 1,5 milliard d’euros), la plus grande part (près de 678 millions d’euros) correspond au nucléaire. Source : base de données de l’AIE, à partir des données du SDES du ministère en charge de l’écologie

8. Dans les statistiques nationales et internationales, les efforts de R & D sont mesurés en se référant soit au financement des travaux, soit à leur exécution (dépenses) par deux grands acteurs économiques : les administrations et les entreprises. La dépense intérieure de R & D (DIRD) correspond aux travaux de R & D exécutés sur le territoire national, quelle que soit la source de financement, alors que la dépense nationale de R & D correspond à la somme des financements mobilisés par ces acteurs pour des travaux effectués en France et à l’étranger.
9. Environ 20 % de ces crédits sont consacrés à la fusion et 80 % à la fission, avec un effort appelé à croître en direction des réacteurs modulaires de petite taille. Voir Journe Y. (2024), *Les investissements publics dans la R & D en énergie en 2022*, CGDD, *DataLab Essentiel – Énergie*, avril.
10. Cette évolution tient en partie à la mise en place du plan d’investissement « France 2030 ».



En France, une part des crédits budgétaires de R & D alloués à l'environnement moindre que dans d'autres pays de l'OCDE

Durant la période 2015-2022, pour l'essentiel postérieure à l'Accord de Paris sur le climat, les crédits budgétaires de R & D pour l'environnement¹¹ ont augmenté significativement dans la quasi-totalité des pays de l'OCDE. Cette croissance a été très forte aux États-Unis (plus de 50 %), en Corée du Sud, en Allemagne, aux Pays-Bas et en Italie¹². La France se situe dans la moyenne, avec +26 %.

Les données sur les crédits de R & D pour l'environnement en proportion du total des crédits budgétaires pour la R & D fournissent une autre lecture des tendances. Ainsi, les États-Unis ont consenti un effort croissant de R & D dans ce domaine mais ne lui ont consacré que 0,4 % du total. La France, avec une part de 1,9 % sur la période 2016-2022, se situe en deçà de la plupart des pays de comparaison, dont la proportion varie entre 2,6 % et 4,1 % (Graphique 3). La comparabilité internationale de ces données présente cependant des limites, dans la mesure où le chiffrage dépend de l'importance du soutien public global à la recherche, ainsi que de la manière dont les pays non seulement classent ces

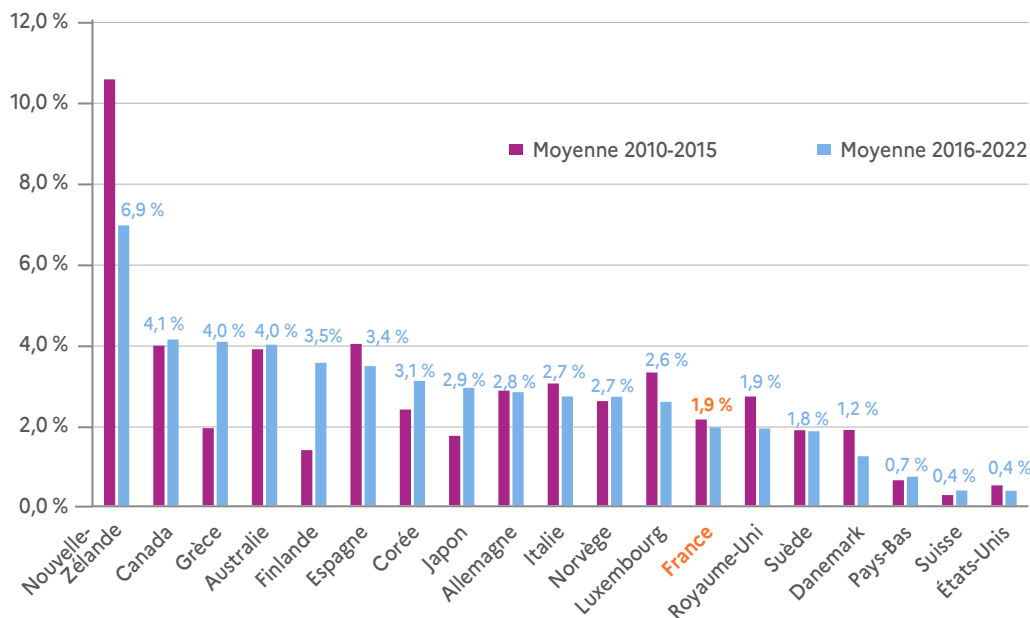
dépenses en fonction de différents objectifs socioéconomiques mais aussi prennent ou non en compte les dépenses de R & D effectuées par une diversité d'acteurs relevant du secteur public¹³.

La part des crédits budgétaires de R & D consacrés à l'énergie décarbonée culmine en France

Sur la base de ces mêmes données de l'OCDE, le constat est bien différent concernant le sous-ensemble des crédits budgétaires publics de R & D destinés à l'énergie (Graphique 4 page suivante). En effet, les crédits budgétaires de R & D en France mettent fortement l'accent sur ce domaine, qui a représenté en moyenne 8,0 % du total de ces crédits sur la période 2016-2022. **Pour cette part relative, la France se situe juste devant le Japon (7,9 %), en tête du classement devant tous les pays de comparaison dont l'Allemagne (5,4 %), le Royaume-Uni (4,0 %), l'Italie (3,3 %) et les États-Unis (3 %).**

Les données de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) renseignent sur la structure des crédits de R & D consacrés à l'énergie par sous-domaine¹⁴. En 2023, la France a

Graphique 3 – Part de l'environnement dans le total des crédits budgétaires publics de R & D (moyenne sur les périodes 2010-2015 et 2016-2022, en pourcentage)



Lecture : dans le cas de la France, la part moyenne a été de 1,9 % sur la période 2016-2022.

Source : HCSP, d'après la base de données de l'OCDE sur la répartition des crédits budgétaires gouvernementaux de R & D par objectifs socioéconomiques

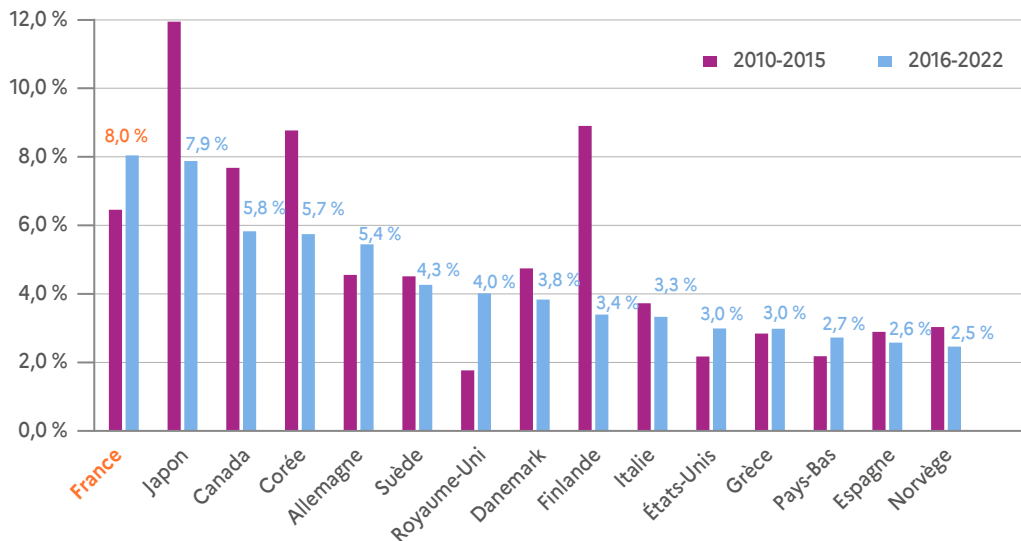
11. Les données sur la recherche publique correspondent aux dépenses qui ont l'environnement pour finalité à titre principal ou secondaire. Les données de l'OCDE permettent de comparer les pays en distinguant leurs crédits budgétaires de R & D par objectifs socioéconomiques. Elles sont regroupées selon une nomenclature qui permet la comparaison entre pays de l'OCDE. L'environnement et l'énergie constituent deux domaines disjoints, ce qui permet d'examiner, d'une part, les crédits budgétaires dont l'objectif principal ou secondaire est l'environnement et, d'autre part, ceux qui poursuivent l'objectif de l'énergie (voir sous-section suivante). Concernant la R & D et sous l'angle de la comparaison internationale, il n'existe pas de données équivalentes concernant l'activité du secteur privé, alors qu'il en existe concernant les dépôts de brevets, comme indiqué ci-après.

12. Pour plus de détails, voir HCSP (2026), *L'innovation en faveur de la décarbonation*. op. cit.

13. À ce sujet, voir Peterson S. et Semrau F. O. (2024), « *Innovationspolitik für die Transformation zur Klimaneutralität* », *Wirtschaftsdienst*, n° 5, p. 301-305.

14. <https://www.iea.org/data-and-statistics>. Compte tenu des données disponibles et pour inclure dans la comparaison le cas des États-Unis – qui est renseigné par ailleurs (<https://infogram.com/chart-53-1h0n25od71dwl4p>) –, le champ est restreint aux énergies décarbonées mais le périmètre englobe à la fois la R & D et la démonstration de faisabilité.

Graphique 4 – Part de l'énergie dans le total des crédits budgétaires publics de R & D
(moyenne sur les périodes 2010-2015 et 2016-2022, en pourcentage)



Note : pays classés selon la valeur de la période la plus récente, 2016-2022.

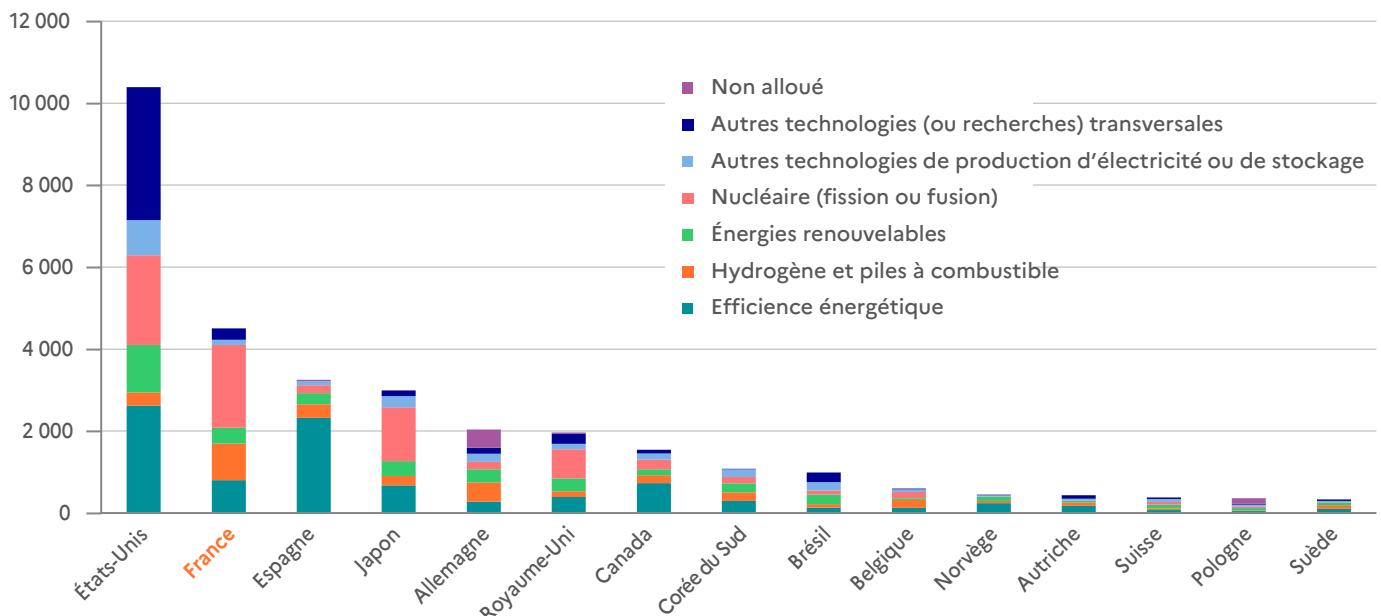
Lecture : dans le cas de la France, la part moyenne a été de 8,0 % sur la période 2016-2022.

Source : HCSP, d'après la base de données de l'OCDE sur la répartition des crédits budgétaires gouvernementaux de R & D par objectifs socioéconomiques

figuré parmi les pays qui, cette fois en montants absolus, ont consacré à l'énergie le plus de crédits budgétaires au titre de la R & D et des démonstrateurs¹⁵, derrière les États-Unis¹⁶ et devant le Japon et le Royaume-Uni, trois

pays où le nucléaire occupe une part importante. En outre, la France se révèle être aussi l'un des pays dans lesquels la recherche publique mise le plus sur l'hydrogène décarboné (Graphique 5).

Graphique 5 – Crédits budgétaires publics de R & D et de démonstration consacrés à l'énergie bas carbone en comparaison internationale : montants absolus et structure par sous-domaine en 2023
(en millions de dollars, au taux de change de 2024 et en parité de pouvoir d'achat)



Note : pour les États-Unis, les données sont estimées par le secrétariat de l'AIE à partir de sources publiques.

Lecture : dans le total des crédits concernant la France en 2023 (un peu plus de 4,5 milliards de dollars), un peu plus de 2 milliards de dollars correspondent au nucléaire et un peu moins de 900 millions de projets en matière d'hydrogène et de piles à combustible.

Source : base de données de l'AIE (mai 2025), sauf pour les États-Unis

15. Entre ce périmètre élargi et celui de la seule R & D, la différence est en général modérée mais varie selon les pays. Ainsi, concernant l'énergie, la composante R & D a en 2023 représenté 88 % du total des crédits de R & D et de démonstration dans le cas de la France et 97 % dans le cas de l'Allemagne, selon cette base de données de l'AIE.

16. Derrière également la Chine, pour laquelle sont seulement publiées des estimations très globales.

17. Sur le cas de la France, voir aussi Cour des comptes (2025), *Le soutien au développement de l'hydrogène décarboné*, rapport, juin.



En somme, la comparaison internationale suggère que la France consacre en matière de R & D beaucoup plus de moyens à l'objectif socioéconomique « énergie » qu'à des fins strictement environnementales. Cette situation tient en partie à l'effort de R & D consacré au nucléaire, que les données internationales rattachent au domaine de l'énergie (décarbonée) et non à celui de l'environnement.

La position de la France dans les technologies « propres », au vu des données de brevets

Les statistiques internationales fondées sur les brevets sont à certains égards plus riches d'enseignements que les données sur la R & D, notamment quant au profil des déposants (entreprises ou entités publiques de recherche) et couvrent un champ plus vaste sur le plan géographique. En effet, concernant les activités visant la décarbonation, on manque de données récentes et détaillées de comparaison des dépenses de R & D du secteur privé, notamment pour les entreprises actives dans de multiples champs technologiques¹⁸.

Qu'en est-il de l'aptitude de la France à concevoir des technologies « propres » (*cleantech*), « vertes » ou « décarbonées » ? Pour en juger en comparaison internationale, l'indicateur utilisé le plus souvent est le nombre d'inven-

tions brevetées. La présente note s'appuie principalement sur une étude confiée par le HCSP à l'Observatoire des sciences et techniques (OST)¹⁹, ainsi que sur un rapport publié en 2024 par l'Office européen des brevets (OEB) et la Banque européenne d'investissement (BEI)²⁰. Dans ces documents comme dans d'autres travaux de référence, l'unité de mesure utilisée correspond aux familles internationales de brevets²¹.

Un doublement par rapport à 2000 de la part des technologies propres dans le total des inventions brevetées dans le monde

En matière de technologies « bas carbone », le nombre total de ces familles de brevets a beaucoup crû depuis le début des années 2000. Au point que **la part de ces technologies « propres » dans le total mondial, tous types d'inventions confondus, a doublé en un peu plus de vingt ans et avoisine 15 %**.

Entre 2019 et 2022²², près d'un tiers du total de ces technologies de décarbonation relève du domaine de l'énergie (production d'énergie renouvelable, solutions de stockage d'énergie, etc.). Viennent ensuite, par ordre décroissant, les technologies qui visent à atténuer le changement

ENCADRÉ 1 – Repérage des technologies « décarbonées » à partir des données de brevets

L'unité de mesure utilisée : les familles internationales de brevets. Une famille internationale de brevets regroupe un ensemble de dépôts de brevets relatifs à une même invention, lorsque l'ayant droit choisit de protéger son invention dans plusieurs pays. Effectuer un décompte sur cette base plutôt qu'en incluant l'ensemble des dépôts de brevets présente plusieurs avantages. Premièrement, cela évite de compter plusieurs fois des demandes de protection portant sur une même invention. Deuxièmement, cela conduit à filtrer les inventions selon leur qualité, sachant que requérir une protection dans plusieurs pays est coûteux. Enfin, cela limite les biais statistiques qui faussent les résultats lorsque l'analyse se fonde sur les données brutes émanant d'offices de brevets soumis à des contraintes ins-

titutionnelles trop hétérogènes, avec des critères de brevetabilité plus ou moins exigeants et appliqués avec plus ou moins de rigueur.

Le périmètre retenu pour les technologies considérées. Chaque famille internationale de brevets peut être rattachée à un ou plusieurs domaines technologiques. Dans l'étude de l'OST (2025) comme dans le rapport OEB-BEI (2024), le périmètre retenu porte sur les technologies relatives au changement climatique, qui visent à réduire ou à éliminer les nuisances environnementales, que ce soit en réalisant des gains d'efficacité énergétique, en utilisant des ressources durables, en réduisant la pollution et les déchets, ou encore en répondant aux défis du changement climatique (y compris via des efforts d'adaptation). À un niveau relativement agrégé, ces familles de brevets sont classées selon une typologie en une dizaine de domaines technologiques.

18. Voir Pasimeni F., Fiorini A. et Georgakaki A. (2019), « Assessing private R&D spending in Europe for climate change mitigation technologies via patent data », *World Patent Information*, vol. 59, décembre.

19. OST (2025), *L'innovation en faveur de la décarbonation*, étude pour le HCSP, rapport final, octobre.

20. OEB-BEI (2024), *Financing and Commercialisation of Cleantech Innovation*, Office européen des brevets et Banque européenne d'investissement, avril.

21. Sur ce point et sur d'autres, les choix méthodologiques mentionnés en l'espèce sont résumés dans l'encadré 1. Ils valent tant pour l'étude l'OST (2025) que pour le rapport OEB-BEI (2024).

22. Ce sont les quatre dernières années pour lesquelles l'information détaillée est disponible, car il existe en général un délai de dix-huit mois entre le moment où une invention fait l'objet d'un premier dépôt de brevet et celui où ce dépôt est publié.

climatique dans les transports, dans la production de biens (industriels ou agricoles) et dans les technologies de l'information et de la communication (TIC) ; ce dernier est le domaine qui croît le plus vite sur le plan mondial, parmi les neuf domaines technologiques considérés. Outre ces quatre groupes, qui représentent les quatre cinquièmes du total, certains sont moins importants mais en forte croissance – comme les technologies d'adaptation – tandis que d'autres comme les réseaux intelligents (*smart grids*) ou le captage et stockage du carbone stagnent à un niveau assez faible (Graphique 6).

Un essor tiré par la Chine ces dernières années, mais l'Europe reste au premier plan

Alors que la multiplication des brevets *cleantech* était encore principalement portée par les pays de l'UE et le Japon il y a une quinzaine d'années, elle l'est désormais – surtout depuis 2016 – par la Chine, qui s'est en quelques années hissée au premier rang mondial. En 2019-2022, la France s'est située au sixième rang, derrière la Chine, le Japon, les États-Unis, la Corée du Sud et l'Allemagne.

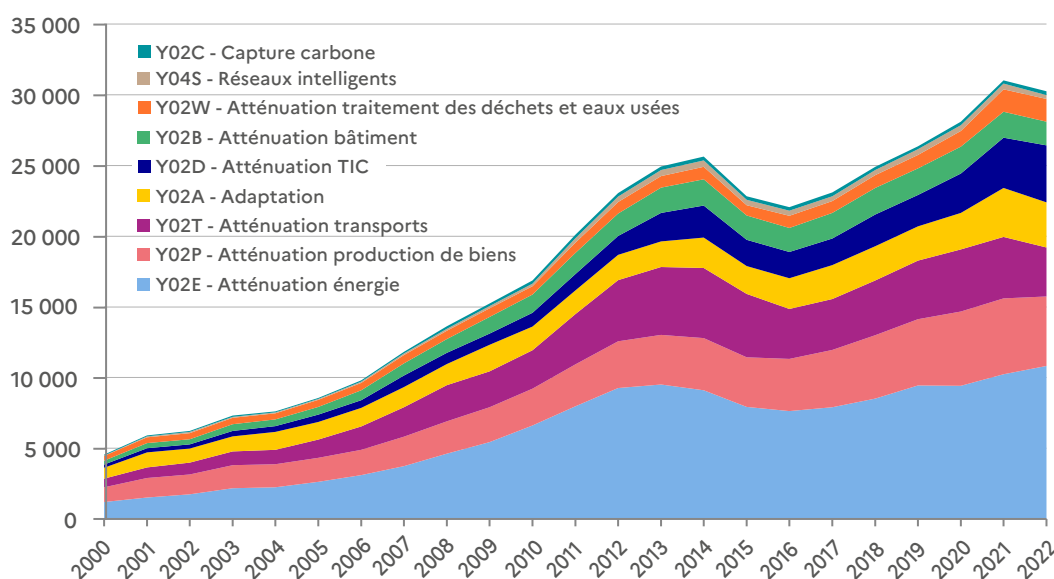
La part de la France dans le total des familles internationales de brevets en matière de technologies bas carbone se situait un peu en dessous de 4 % sur la période 2019-2022 (Graphique 7 page suivante). Des données simi-

lares indiquent que cette part a baissé de plus de moitié par rapport au début des années 1980²³. Ce recul, subi également par d'autres pays européens tels que l'Allemagne et le Royaume-Uni, tient pour l'essentiel au très vif essor observé en Chine et en Corée du Sud, ainsi que, à la marge, à la forte dynamique dont ont fait preuve des pays de plus petite taille tels que le Danemark et la Norvège.

Néanmoins, la France reste spécialisée dans le domaine des technologies à bas carbone : sa part mondiale dans ces brevets y dépasse sa part tous domaines technologiques confondus. D'autres pays ont, eux aussi, un indice de spécialisation supérieur à l'unité²⁴, dont l'Allemagne et l'UE considérée dans son ensemble, avec une mention spéciale pour le Danemark qui, parmi les principaux pays innovants, se révèle être le pays le plus spécialisé dans ce domaine.

Comme l'UE dans son ensemble, la Corée du Sud fait constamment preuve d'une spécialisation dans ces technologies depuis une douzaine d'années, avec une tendance croissante au fil des ans. Quant aux États-Unis et au Japon, ils ont cessé d'être spécialisés dans le domaine *cleantech* et leur non-spécialisation s'est accentuée ces dernières années. À l'inverse, la Chine n'est devenue spécialisée en la matière que très tardivement, depuis le début de la décennie actuelle.

Graphique 6 – Évolution mondiale du nombre de familles internationales de brevets par grandes classes de technologies décarbonées (2000-2022)



Note : les données sont indiquées en fonction de l'année de publication.

Lecture : pour l'ensemble des catégories des technologies décarbonées, le nombre total de familles de brevets internationaux a connu un pic relatif en 2014 (à plus de 25 600), selon le critère de l'année de publication.

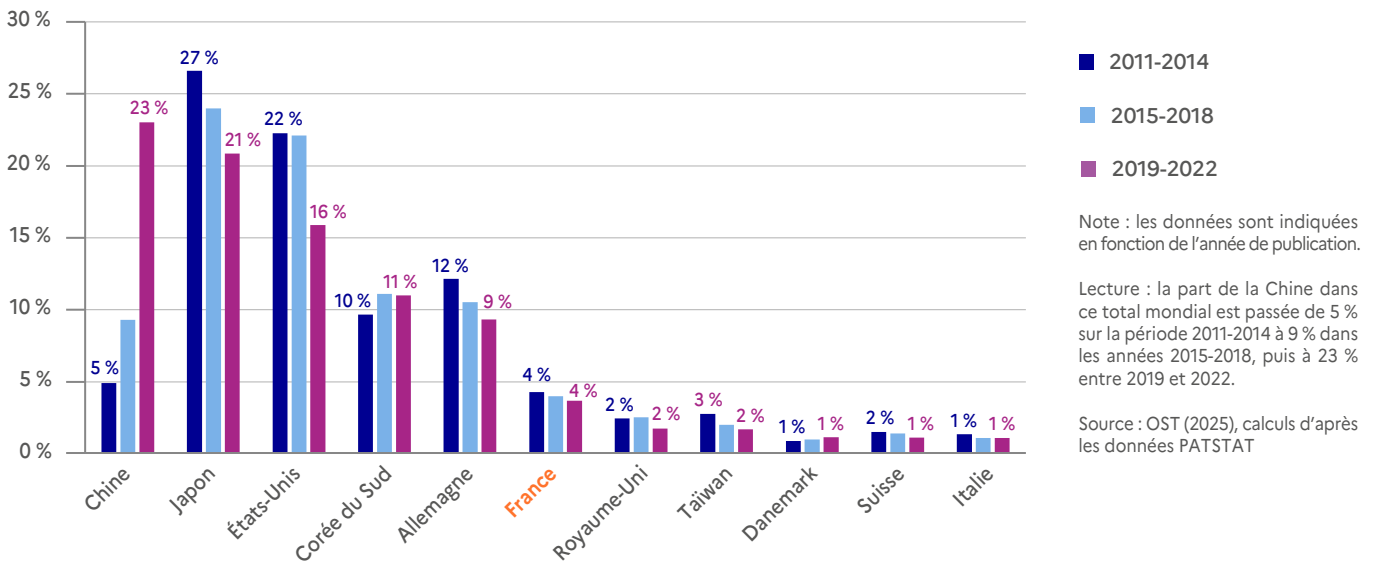
Source : OST (2025), calculs d'après les données PATSTAT

23. Voir Ménière Y., Glachant M., Dechezleprêtre A., Pot C., Carrère F. et Le Blanc G. (2013), « L'innovation technologique face au changement climatique : quelle est la position de la France ? », *Économie et prévision*, n° 202-203, p. 53-80.

24. L'indice en question rapporte la part d'un pays dans le total des familles de brevets relatifs aux technologies « propres » à la part de ce même pays dans le total des familles de brevets toutes classes technologiques confondues. Un pays est considéré comme étant spécialisé dans ce groupe de technologies quand cet indice est supérieur à 1.



Graphique 7 – Parts mondiales des onze premiers pays dans les technologies décarbonées, au vu des familles internationales de brevets (2011-2022, en pourcentage)



Une position contrastée de la France selon les domaines technologiques

La spécialisation française²⁵ la plus marquée porte sur les technologies d'atténuation dans les transports (surtout le ferroviaire et l'aérien), ainsi que sur la production de combustibles non fossiles (issus de l'agriculture ou de déchets), la production d'énergie nucléaire, ainsi que sur le captage et stockage du carbone. À un moindre degré,

la France fait aussi preuve d'un indice de spécialisation assez élevé dans l'énergie marine, l'énergie hydroélectrique, les véhicules terrestres non électriques²⁶, le solaire thermique ou encore le traitement des déchets et eaux usées. En revanche, la France n'est pas spécialisée dans des domaines qui connaissent un fort dynamisme, comme les batteries et autres technologies de stockage de l'électricité ou les technologies d'atténuation dans les TIC (Graphique 8).

Graphique 8 – Répartition des familles internationales de brevets dans les technologies de décarbonation (2019-2022, en pourcentage)



Note : les données sont indiquées en fonction de l'année de publication.

Lecture : sur la période 2019-2022, les technologies d'atténuation dans le domaine des transports ont représenté 34,61 % du nombre total de familles internationales de brevets dans le cas de la France mais seulement 19,47 % à l'échelle du monde entier.

Source : OST (2025), calculs d'après les données PATSTAT

25. À ce sujet, la présente note s'appuie à la fois sur l'étude de l'OST (2025) mentionnée et sur OEB-AIE (2021), *Patents and the Energy Transition. Global Trends in Clean Energy Technology Innovation*, rapport, Office européen des brevets et Agence internationale de l'énergie, avril.

26. Il s'agit des technologies qui permettent d'atténuer les émissions de carbone des véhicules terrestres en dehors de l'électromobilité : amélioration de l'efficacité des véhicules à motorisation classique, utilisation de biocarburant, amélioration de l'aérodynamisme, etc.

À une échelle infranationale²⁷, d'autres travaux²⁸ sur données de brevets montrent que **Paris figure parmi les plus importants pôles (clusters) d'innovation mondiaux pour certaines technologies décarbonées** : au sixième rang mondial dans les technologies de l'hydrogène et, avec Séoul et Tokyo, parmi les trois pôles mondiaux spécialisés dans le domaine du captage et stockage du carbone.

Profil des déposants : le poids élevé des institutions publiques en France

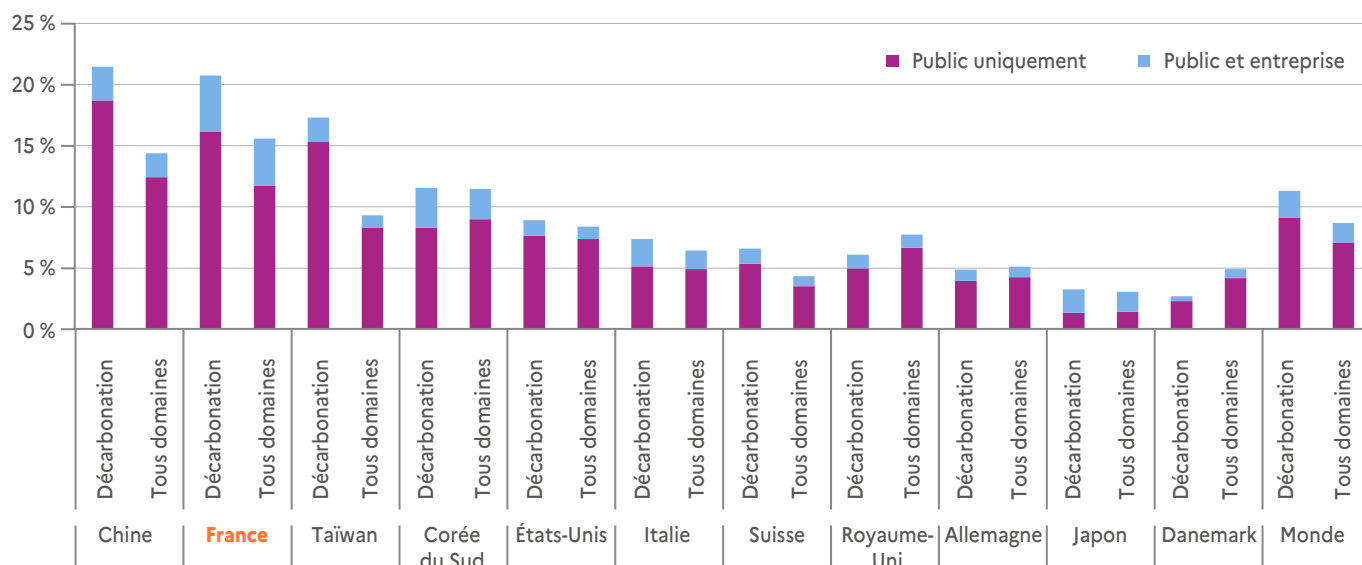
Les données sur le profil des déposants en brevets corroborent le diagnostic obtenu à partir des données sur l'effort de R & D : **les entités publiques de recherche françaises occupent une place singulière au plan mondial sur les enjeux de décarbonation.**

Parmi les pays de comparaison, la France est avec la Chine le pays pour lesquels la part relative des familles de brevets *cleantech* impliquant des institutions publiques est la

plus élevée. Sur la période 2019-2022, cette part avoisinait 21 %, soit plus de deux fois le niveau observé aux États-Unis et plus de quatre fois celui de l'Allemagne. En outre, cette part de la recherche publique en France se révèle être plus élevée encore pour ces technologies décarbonées (près de 21 %) que pour l'ensemble de technologies, toutes catégories confondues²⁹ (près de 16 %) (Graphique 9). **Trois organismes publics de recherche se situent parmi les dix principaux déposants français de brevets pour les technologies de décarbonation, sur la période 2010-2021 : le CEA, le CNRS et l'Ifpen³⁰.** Dans un sous-domaine tel que l'hydrogène à bas carbone, ces derniers figurent parmi les cinq plus gros déposants français.

Quant au profil des déposants de brevets, si les grandes entreprises établies jouent le plus souvent un rôle prépondérant en matière d'activité inventive, des structures de plus faible taille et apparues plus récemment sont parfois en mesure de rivaliser avec elles. Pour les entreprises françaises, c'est par exemple le cas dans les domaines du photovoltaïque,

Graphique 9 – Part des familles de brevets impliquant des entités publiques* dans les technologies décarbonées et tous domaines confondus (2019-2022, onze premiers pays en nombre de familles totales)



* Universités, organismes de recherche, secteur du soin et administrations. La catégorie « public et entreprise » correspond à des brevets déposés conjointement par des entités publiques et des entreprises. Les données sont indiquées en fonction de l'année de publication et en compte fractionnaire (dans le cas de co-dépôts)³¹.

Lecture : dans le cas de la France et sur la période 2019-2022, les familles internationales de brevets impliquant des institutions publiques ont représenté près de 21 % du total dans les technologies décarbonées, contre près de 16 % tous domaines confondus.

Source : OST (2025), calculs d'après les données PATSTAT

27. En l'espèce, le critère géographique retenu est en principe l'adresse du déposant. En pratique et dans le cas de certains gros déposants, l'adresse mentionnée dans la demande de brevet est le siège de la grande entreprise concernée, en général dans une très grande ville, voire dans la capitale du pays en question.

28. Voir OEB-AIE (2021), *Patents and the Energy Transition*, op. cit. ; OEB-AIE (2023), *Hydrogen Patents for a Clean Energy Future. A Global Trend Analysis of Innovation along Hydrogen Value Chains*, rapport, Office européen des brevets et Agence internationale de l'énergie, janvier.

29. Le fait que la recherche publique représente globalement une plus grande part relative des dépôts de brevets en France que dans la plupart des pays de comparaison est ambivalent, comme l'explique la note d'étape sur laquelle s'appuie la présente synthèse. Voir HCSP (2026), *L'innovation en faveur de la décarbonation*, op. cit.

30. Les sept autres sont des grandes entreprises : Safran, Valeo, Renault, Stellantis, Airbus, Air Liquide et EDF.

31. Quand une invention brevetée est associée à plusieurs déposants, au nombre de N, le compte fractionnaire mentionne la contribution de chaque pays en attribuant une pondération de 1/N à chaque déposant.



de l'éolien en mer et du recyclage biologique de plastique³². Les politiques publiques doivent être d'autant plus favorables à cette émergence des jeunes entreprises innovantes que ces dernières sont souvent à l'origine d'innovations plus radicales et susceptibles de déboucher sur les ruptures nécessaires pour atteindre les objectifs de décarbonation³³.

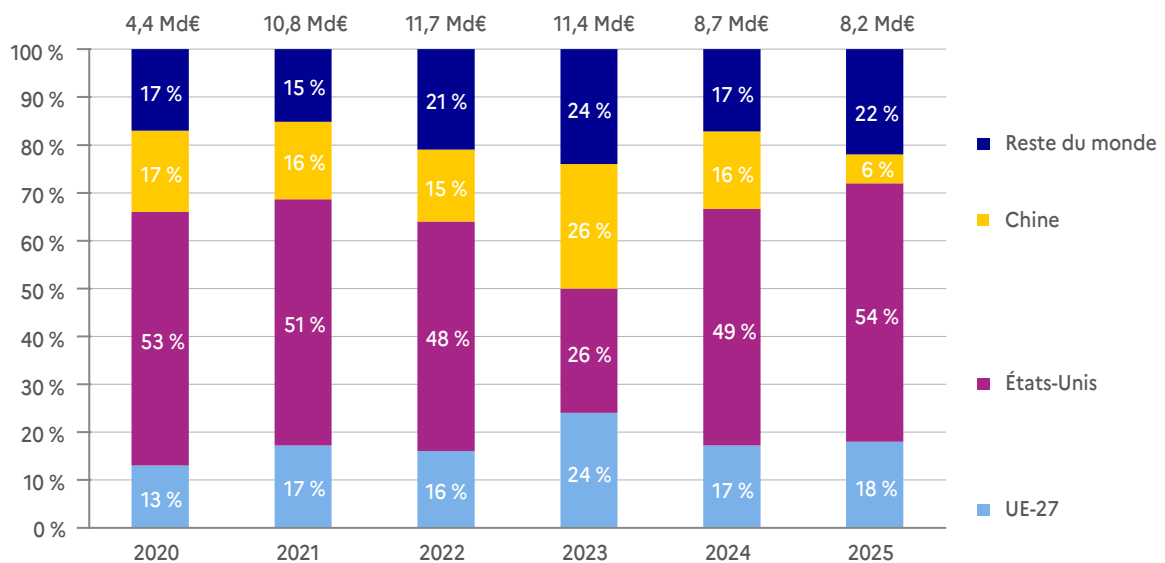
L'Europe, loin derrière les États-Unis concernant le financement externe de la cleantech

Enfin, et sachant que la capacité des entreprises innovantes à accéder au financement externe – c'est-à-dire hors autofinancement – est cruciale pour leur développement et leur capacité à passer à l'échelle, les plus de 2 900 « jeunes pousses vertes » (startups dites greentech ou cleantech) françaises identifiées par Bpifrance fin 2025³⁴ témoignent d'un certain dynamisme. En valeur absolue, la France figure dans ce domaine parmi les trois premiers pays européens (avec le Royaume-Uni et l'Allemagne) en termes de levées

de fonds de capital-risque. Cependant, en financement par habitant, elle reste en retrait par rapport à bon nombre de pays, dont plusieurs pays d'Europe du Nord³⁵. En outre, l'Europe (UE-27) demeure toujours en retrait par rapport aux États-Unis, qui continuent de concentrer une part très importante des financements mondiaux en capital-risque dans le domaine de la cleantech (Graphique 10).

Au-delà du financement en fonds propres, les entreprises françaises de la cleantech bénéficient aussi ces dernières années d'un large accès au financement externe par la voie plus classique de la dette (crédit bancaire, émission d'obligations « vertes », etc.), via aussi bien des banques commerciales que des institutions financières du secteur public telles que Bpifrance ou la BEI³⁶. En Europe, le dynamisme de ce financement par l'emprunt ne permet cependant de compenser qu'en partie la prédominance des États-Unis sur le plan du capital-risque, d'autant plus qu'il correspond largement à des méga-opérations bénéficiant à des acteurs déjà établis.

Graphique 10 – Levées de fonds de capital-risque en faveur des startups cleantech : répartition par grandes régions (total mondial en milliards d'euros et en pourcentage, sur la période 2020-2025)



Lecture : en 2025, les levées de fonds de capital-risque en faveur des startups cleantech se sont montées à 8,2 milliards d'euros et ont été réalisées à 18 % au sein de l'UE-27, à 54 % aux États-Unis, à 6 % en Chine et à 22 % dans le reste du monde.

Sources : Cleantech Group (2026), *EU Cleantech Financial Year 2025 Briefing*, avec le soutien de Breakthrough Energy, dans le cadre de l'initiative Cleantech for Europe, janvier ; Cleantech Group (2025), *EU Cleantech Financial Year 2024 Briefing*, avec le soutien de Breakthrough Energy, dans le cadre de l'initiative Cleantech for Europe, janvier

32. Bellit S. et Charlet V. (2023), *L'innovation de rupture, terrain de jeu exclusif des start-up ? L'industrie française face aux technologies-clés*, Paris, Presses des Mines/La Fabrique de l'industrie, coll. « Les Notes de La Fabrique », décembre.
 33. Voir à ce sujet Amoroso S., Aristodemou L., Criscuolo C., Dechezleprêtre A., Dernis H., Grassano N., Moussiégt L., Napolitano L., Nawa D., Squicciarini M. et Tuebke A. (2021), *World Corporate Top R&D Investors: Paving the Way for Climate Neutrality*, rapport, Joint Research Centre (JRC) et OCDE ; ainsi que Dechezleprêtre A., Diaz L., Fadic M. et Lalanne G. (2023), *How the Green and Digital Transitions Are Reshaping the Automotive Ecosystem*, Paris, Éditions de l'OCDE, coll. « OECD Science, Technology and Industry Policy Papers », n° 144.
 34. Bpifrance (2026), *Observatoire des Greentech françaises. Cinquième édition*, avril.
 35. Ces divers éléments de diagnostic se fondent notamment sur des analyses publiées par Cleantech Group, Bpifrance et EY, ainsi que sur le rapport déjà cité de l'OEB et de la BEI (2024).
 36. Pour des précisions sur ce point, voir HCSP (2026), *L'innovation en faveur de la décarbonation*. op. cit.

CONCLUSION

Au regard des objectifs nationaux de décarbonation, ce diagnostic invite à s'interroger, d'une part, sur l'ampleur et les modalités des moyens à mobiliser en faveur de l'innovation « bas carbone » et, d'autre part, sur les orientations nécessaires pour que la France soit en bonne position dans les domaines porteurs à l'échelle mondiale, à moyen terme.

Or les politiques publiques sont confrontées à deux dilemmes en matière de décarbonation. Le premier concerne l'horizon temporel. En effet, s'il est nécessaire de s'engager dans la décarbonation à court terme, en déployant les technologies existantes ou en misant sur des innovations incrémentales, il est tout aussi nécessaire d'investir en vue d'innovations plus radicales, plus risquées, afin de garder la possibilité de décarboner plus efficacement à long terme. Le second dilemme porte sur l'origine géographique de l'innovation. D'un côté, la politique industrielle, qui répond à des préoccupations légitimes en termes de localisation des créations d'emploi et de richesses, tend à privilégier des solutions technologiques nationales, dans un cadre européen. De l'autre, une politique climatique efficace conduit nécessairement, au moins en partie, à adopter en France les technologies les plus avantageuses en termes de coûts d'abattement³⁷. Dès lors, compte tenu de sa position contrastée, la France devrait se focaliser sur ses domaines d'excellence, plutôt que se fixer des objectifs déraisonnables visant un rattrapage hors de portée, lorsque notre pays est trop nettement surclassé sur le plan technologique.

Pour éclairer les choix de politique publique en la matière, la CNEPI a entamé plusieurs travaux complémentaires qui, en 2026, feront l'objet d'une seconde publication, axée sur les politiques publiques. Parmi eux figure une analyse de comparaison internationale des politiques publiques suivies dans ce domaine. De même, une cartographie des dispositifs d'aides à l'innovation en faveur de la décarbonation sera établie pour la France.

37. Pour chaque option de décarbonation, le coût d'abattement met en rapport les tonnes d'équivalent carbone évitées et les investissements consentis à cet effet. À ce sujet, voir les travaux de la commission sur les coûts d'abattement, présidée par Patrick Criqui, disponibles [sur le site du HCSP](#).

RETROUVEZ LES DERNIÈRES ACTUALITÉS DU HAUT-COMMISSARIAT À LA STRATÉGIE ET AU PLAN SUR :



strategie-plan.gouv.fr



Haut-commissariat à la Stratégie et au Plan



@StrategiePlan



@strategieplan



@strategieplan



StrategieGouv



**HAUT-COMMISSARIAT
À LA STRATÉGIE
ET AU PLAN**

Liberté
Égalité
Fraternité

Directeur de la publication : Clément Beaune, Haut-commissaire à la Stratégie et au Plan ;

Directeur de la rédaction : Antonin Aviat ;

Secrétariat de rédaction : Gladys Caré ;

Dépôt légal : avril 2026 ;

N° ISSN : 2556-6059 ;

Contact presse : Matthias Le Fur, directeur du service Édition-Communication-Événements, 01 42 75 61 37, matthias.lefur@strategie-plan.gouv.fr

Le Haut-commissariat à la Stratégie et au Plan contribue à l'action publique par ses analyses et ses propositions. Il éclaire les choix collectifs sur les enjeux démographiques, économiques, sociaux, environnementaux, sanitaires, technologiques et culturels, dans un cadre national et européen.

France Stratégie et le Haut-commissariat au Plan deviennent le Haut-commissariat à la Stratégie et au Plan.