MINISTÈRE
DE L'ÉCONOMIE,
DES FINANCES
ET DE LA SOUVERAINETÉ
INDUSTRIELLE, ÉNERGÉTIQUE
ET NUMÉRIQUE
*Liberté
Égalité
Fraternité*

Trésor-Éco

N° 401 • Septembre 2026

Direction générale du Trésor

Changement climatique, transition bas-carbone et croissance potentielle

Marie CERVONI, Chloé DEROUEN, Romain GREPT

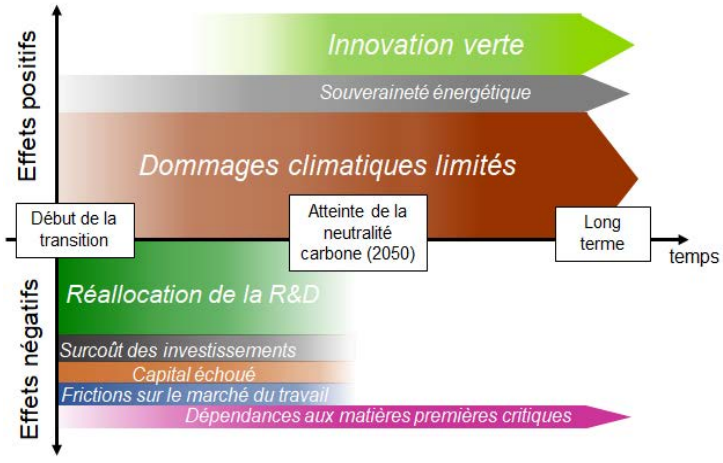
- La croissance potentielle correspond à l'augmentation de la production que peut atteindre durablement une économie en utilisant pleinement ses capacités, sans faire apparaître de tensions sur les prix. Ce travail s'intéresse aux variations de celle-ci liées au changement climatique et à la transition bas-carbone. L'analyse est faite par rapport à un scénario hypothétique dans lequel il n'y aurait ni changement climatique ni transition, pour pouvoir analyser leurs effets séparément.

- Le changement climatique a un impact négatif et significatif sur la croissance potentielle, qui sera d'autant plus fort si son ampleur n'est pas maîtrisée. En premier lieu, il fait peser un risque sur l'offre de travail et la productivité des travailleurs, laquelle diminue en particulier lors des fortes chaleurs. Il implique aussi des destructions de capital liées à la multiplication des événements climatiques extrêmes, et une hausse de l'incertitude qui décourage l'investissement. Enfin, il risque de détourner une partie des facteurs de production et de l'innovation vers la reconstruction et l'adaptation, au détriment de domaines plus productifs.

- La transition bas-carbone permet de limiter fortement cet impact négatif. Elle pourrait toutefois entraîner une baisse modérée de la croissance potentielle à court et moyen terme, mais bien inférieure aux effets cumulés sur le long terme d'un changement climatique non maîtrisé. Les besoins d'innovation dans les technologies bas-carbone risquent d'évincer une partie de l'effort de recherche et développement des secteurs plus productifs. Les entreprises devront par ailleurs remplacer leur capital carboné, pouvant conduire à des coûts de production plus élevés. Des réallocations d'emplois pendant la phase de transition pourront enfin diminuer temporairement la quantité de travail disponible en cas d'inadéquation des compétences et de localisation entre les nouveaux emplois verts et les emplois bruns détruits.

- À long terme, les effets d'apprentissage, l'innovation et la diffusion des technologies au sein de l'appareil productif laissent espérer que la croissance de la productivité pourrait retrouver, voire dépasser, le rythme prévalant avant la transition bas-carbone (*cf.* Graphique).

Canaux d'impact de la transition bas-carbone sur la croissance potentielle



Source : DG Trésor.

Note : Ce graphique représente les principaux canaux par lesquels la transition bas-carbone devrait toucher la croissance potentielle. La hauteur de chaque brique est proportionnelle à l'intensité attendue du canal correspondant (par rapport à un scénario contrefactuel sans transition pour la brique « dommages climatiques limités » et sans transition ni changement climatique pour les autres briques). Les dégradés de couleur suggèrent que les effets des canaux devraient s'estomper ou monter en charge de manière progressive.

1. Le changement climatique induira une baisse de la croissance potentielle

Le changement climatique pèsera significativement sur la croissance potentielle, en affectant négativement l'ensemble de ses composantes (travail, capital et productivité globale des facteurs). Les évaluations d'impact disponibles soulignent le coût élevé de l'inaction climatique pour l'économie mondiale[1] et pour l'économie française[2].

1.1 Le changement climatique nuit à la disponibilité de l'offre de travail et à la productivité

Le changement climatique pourrait conduire à une réduction de l'offre de travail, du fait des événements climatiques extrêmes, de l'aggravation de la pollution[3] et des risques sanitaires. Confrontés à de plus fortes variations des températures et à des pics de pollution, les travailleurs pourraient choisir, ou être contraints, de diminuer leurs heures de travail, abaissant ainsi le niveau de PIB potentiel (*cf.* Encadré 1 pour une définition de ce concept). La substitution intertemporelle (mais aussi géographique et intersectorielle) des heures de travail pourrait atténuer cette diminution mais ne serait pas toujours possible, notamment face à la généralisation et l'intensification des épisodes caniculaires attendus en France. L'Organisation Internationale du Travail évalue ainsi que d'ici 2030 la force de travail dans le monde diminuerait au moins de 2,2 % à cause de la chaleur[4]. L'augmentation des températures, la déstabilisation des écosystèmes et la pollution conduiraient de plus à une plus grande morbidité, par la diffusion de maladies infectieuses et tropicales, accroissant le risque d'immobilisation de la force de travail. Enfin, les catastrophes naturelles dégradent localement l'offre de travail à court-moyen terme.

La productivité des travailleurs risque de diminuer face à l'augmentation généralisée de la température. La littérature micro-économétrique et les expériences en laboratoire démontrent une relation décroissante et non linéaire entre température et productivité du travail, à la fois dans des tâches physiques (agriculture, usines) et intellectuelles (en bureau, en banque, en centre d'appels, à l'école, notamment à cause de la pénibilité et de la fatigue mentale). Une canicule de dix jours réduirait la productivité du travail annuelle des entreprises de 0,3 %[5] et cet effet continuerait de croître avec la durée et l'intensité de la vague de chaleur. L'impact de l'augmentation des températures sur la productivité du travail pourrait réduire le PIB français de –0,2 % en 2050[6]. Les pics de pollution et la diffusion de maladies risquent également de réduire le capital humain en altérant les capacités des travailleurs[7].

Le déterminant principal de l'évolution de l'offre du travail et de sa productivité face au changement climatique résidera dans l'adaptation des travailleurs et des entreprises. En particulier, les investissements dans l'adaptation face aux chaleurs extrêmes permettront de réduire nettement l'impact de la température sur la mortalité et sur la productivité (par exemple avec les occultations solaires, l'isolation thermique, le soutien mécanique aux travailleurs, l'automatisation de certaines tâches et dans certains cas la climatisation). Leur déploiement dépendra notamment de contraintes financières, techniques et organisationnelles. Néanmoins, certaines activités en premier lieu en extérieur, ne pourront pas être protégées par ce type d'investissements.

---

(1) Bilal A. et Känzig D. (2026), "The Macroeconomic Impact of Climate Change: Global vs. Local Temperature", *The Quarterly Journal of Economics*. Les auteurs estiment, sur des données historiques en panel, qu'une hausse de la température mondiale de 1°C conduirait, hors modification structurelle des comportements d'adaptation, à une perte d'activité mondiale de 20 pts de PIB à long terme.

(2) NGFS (2023),"NGFS Climate Scenarios for central banks and supervisors – Phase V". Le réseau des banques centrales pour le verdissement du système financier (Network for Greening the Financial System, NGFS) évalue ces dommages pour la France à plus de 7 pts du PIB en 2050 en cas d'inaction contre plus de 3 pts dans un scénario de transition ordonnée. Le NGFS prévoit une actualisation de ces chiffrages prochainement.

(3) Le changement climatique contribue à aggraver certaines formes de pollution. Par exemple, les vagues de chaleur favorisent la formation d'ozone au niveau du sol, tandis que les incendies de forêt, favorisés par la sécheresse, dégradent la qualité de l'air à cause des fumées.

(4) Kjellström T., Maître N., Saget C., Otto M. et Karimova T. (2019), "Working on a warmer planet: The impact of heat stress on labour productivity and decent work", *ILO*.

(5) Costa H., Franco G., Unsal F., Mudigonda S. et Caldas M. P. (2024), "The heat is on: Heat stress, productivity and adaptation among firms", *OCDE, Economics Department Worling Papers,* No. 1828.

(6) Szewczyk W., Mongelli I. et Ciscas J-C. (2021), "Heat stress, labour productivity and adaptation in Europe-a regional and occupational analysis", *Environmental Research Letters,* 16(10).

(7) Baratgin L., Eupherte A. et Taconet N. (2026), « Pollution de l'air : au-delà des effets sanitaires des répercussions économiques importantes », Direction générale du Trésor, *Trésor-Éco*, n° 380.

Le changement climatique implique enfin une modification des flux migratoires, dont l'impact sur le PIB et la croissance potentielle est indéterminé. Le changement climatique pourrait causer une hausse[8] des flux migratoires, dont la composition est incertaine. Le revenu conditionne en effet fortement la capacité d'adaptation et le choix de destination des populations qui envisagent la migration. Si les ménages les plus pauvres des pays les plus exposés sont les plus vulnérables au changement climatique et ont à ce titre plus d'incitations à migrer, ils disposent de moins de moyens pour le faire. Les facteurs institutionnels (par exemple, la stabilité politique et les politiques d'adaptation locales) motivant les migrations peuvent également être influencés par le changement climatique. En outre, si les flux migratoires sont associés à des gains économiques sur le long terme pour les économies d'accueil, ils peuvent générer de légères frictions sur le marché du travail à court terme[9].

Encadré 1 : Définitions des concepts de croissance potentielle et de productivité et du scénario contrefactuel retenu

Le PIB potentiel est défini comme le volume de production de biens et de services que peut atteindre durablement une économie en utilisant pleinement ses capacités, mais sans créer de tensions inflationnistes[a]. Selon cette approche, le PIB potentiel et sa croissance sont fonctions :

- De la quantité de travail disponible, qui dépend elle-même de la population active, du nombre tendanciel d'heures travaillées par personne et du chômage structurel qui persiste à l'équilibre. Il est aussi possible d'inclure une dimension qualitative dans sa définition avec un indicateur de niveau de capital humain représentant l'ensemble des aptitudes, des talents, des qualifications et des expériences accumulées par le individus.
- De la quantité de capital disponible, qui est constitué de tous les actifs, physiques et intangibles, utilisés dans le processus de production (bâtiments, machines, logiciels, brevets, infrastructures…).
- De la « productivité globale des facteurs » (PGF) : celle-ci est la part de la croissance qui ne s'explique pas par la croissance du travail et du capital. La PGF reflète la qualité de l'allocation de ces derniers, les effets du progrès technique, la diffusion de l'innovation dans les systèmes productifs, le dynamisme économique (entrée et sortie d'entreprises avec des dynamiques de productivité différentes), ou encore les co-bénéfices de l'investissement public (dans les infrastructures).

En synthèse, les différents canaux d'impact du changement climatique et de la transition bas-carbone sur la croissance potentielle en France sont présentés dans le Tableau 1.

Le scénario contrefactuel utilisé dans ce document repose sur une trajectoire théorique, sans transition bas-carbone ni changement climatique.

a. Herlin A. et Gatier A. (2017), « La croissance potentielle en France », Direction générale du Trésor, *Trésor-Éco*, n° 206.

(8) Toutefois, la littérature ne fait pas consensus à ce sujet, et une partie non négligeable d'études empiriques constate des effets non significatifs voire négatifs du changement climatique sur les migrations. Voir Beine M. et Jeusette L. (2021), "A meta-analysis of the literature on climate change and migration", *Journal of Demographic Economics*, 87(3), 293-344.

(9) Batut C., Gantois T. et Lavallée J. (2024), « La mobilité intra-européenne des personne », Direction générale du Trésor, *Trésor-Éco*, n° 337.

Tableau 1 : Synthèse des canaux d'impact du changement climatique et de la transition bas-carbone sur la croissance potentielle en France

Canal/facteur de transmission	Impact sur le potentiel en...	Changement climatique		Transition bas-carbone	
		Mécanisme	Intensité du canal	Mécanisme	Intensité du canal
Travail	Niveau	Réduction chronique de la productivité horaire	– –	Inadéquations de compétences entre emplois détruits et créés	–
		Morbidité accrue liée à la multiplication des pandémies	–	Inadéquation géographique entre emplois détruits et créés	–
		Réduction du capital humain	–	Déficit d'attractivité des emplois verts	–
		Migrations climatiques	?	Amélioration des conditions de travail	+
		Réduction du nombre de jours travaillables	–		
Capital	Croissance	Augmentation de la volatilité, de l'incertitude et de la vulnérabilité financière : baisse de l'investissement productif	–	Perte de valeur des actifs financiers sous-jacents	–
				Effet d'éviction de l'investissement bas-carbone sur d'autres investissements	–
	Niveau	Destruction du stock de capital	– –	Sous-utilisation du capital productif	–
		Sous-utilisation du capital productif	–	Coût d'installation des actifs bas-carbone	–
		Obsolescence accélérée du stock de capital	–	Obsolescence accélérée du stock de capital	–
		Perte du capital naturel	–	Renouvellement du capital productif	+
Productivité globale des facteurs	Croissance	Processus de destruction créatrice	?	Réorientation de la R&D vers la décarbonation	– –
		Détournement des facteurs de production et de la R&D vers la résilience, la reconstruction et l'adaptation	– –	Innovations vertes	++
				Réallocation de l'activité vers des entreprises moins émettrices	?
	Niveau	Perte de compétitivité liée à l'intégration dans les chaînes de valeur mondiales	– –	Hausse des coûts de production	– –
				Dépendances aux énergies fossiles	+
				Dépendances aux matières premières critiques	–

Note de lecture : Le Tableau 1 résume les canaux identifiés par lesquels le climat touche le niveau et la croissance potentiels. Les signes « – » et « + » signalent le sens de l'effet attendu (négatif ou positif) et la répétition du signe indique l'ampleur de l'effet (un seul signe pour un impact modéré, deux pour un impact fort, trois pour un impact très fort. Un signe « ? » indique un effet incertain.

1.2 L'augmentation de la fréquence et de l'amplitude des aléas climatiques conduit à une dégradation prématurée du stock de capital

Le changement climatique se caractérise à la fois par une intensification et une augmentation de la fréquence des événements climatiques extrêmes, lesquels détruisent directement le capital (biens et infrastructures). La caisse centrale de réassurance a utilisé des scénarios du GIEC[10] pour estimer l'augmentation de la sinistralité[11] moyenne en France due au climat à horizon 2050 : elle pourrait augmenter entre 27 % et 62 % du simple fait du changement climatique, voire entre 47 % et 85 % en tenant compte de l'évolution de la population et du nombre d'entreprises, par rapport à la situation actuelle[12]. L'extension des zones inondables sous l'effet du changement climatique en est le premier facteur, les inondations étant les principales responsables des dommages considérés. Les conséquences économiques des aléas climatiques touchant les centres urbains, qui sont déjà sujets à des risques plus importants d'îlots de chaleur, sont aggravées par le fait qu'ils concentrent l'activité économique (consommation, production de services). Les territoires

(10) Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) est l'organe des Nations unies chargé de l'évaluation objective de la recherche scientifique sur le changement climatique.
(11) La sinistralité, terme assurantiel, est la valeur monétaire des dommages assurés.
(12) Caisse Centrale de Réassurance (2023), « Étude sur les conséquences du changement climatique sur le coût des catastrophes naturelles en France à horizon 2050 », L'Essentiel by CCR.

ultramarins demeurent également fortement exposés aux cyclones, dont l'effet causal sur l'activité est persistant, estimé à –0,4 pt de PIB 20 ans après leur passage. Enfin, 55 % du territoire hexagonal est désormais propice au développement de feux de forêt (en moyenne sur 2016-2025), contre 21 % sur la période 1961-1990[13].

Des infrastructures existantes dans des secteurs spécifiques pourraient être dépréciées prématurément, comme celles liées au tourisme saisonnier[14]. La fragilisation des sols, notamment via le retrait-gonflement des argiles, menace directement la stabilité et la qualité du parc industriel et immobilier.

Cette dégradation du stock de capital rehaussera le coût de l'investissement par deux canaux. Côté entreprises, le risque de dégradation du capital se traduit par un taux de dépréciation plus élevé, ce qui rehausse le coût du capital. Le seuil minimum de rentabilité attendue des projets d'investissement augmente alors, pénalisant l'investissement agrégé. Du point de vue des institutions bancaires et financières, la perte de valeur des actifs pourrait diminuer leur capacité à octroyer des crédits[15]. Les contraintes financières des entreprises se resserreraient et l'investissement productif diminuerait, alors même que les besoins d'investissement pour l'adaptation et la résilience augmenteront. Par ailleurs, l'incertitude environnementale accrue modifierait le comportement des investisseurs et renforcerait l'aversion agrégée au risque, ce qui pourrait rehausser les primes d'assurance et renchérir le coût du crédit, dégradant davantage les conditions de financement des entreprises.

L'approche par le capital naturel (incluant l'eau, la terre – dont les minéraux et ressources –, l'air et les écosystèmes) permet de comprendre le changement climatique comme une érosion du capital. Les travaux économiques ne mentionnent généralement pas le capital naturel comme un facteur de production, car il est très difficile de le modéliser et d'isoler son effet. Pourtant, son rôle dans les processus productifs est essentiel : la valeur économique de 17 services écosystémiques liés au capital naturel pour l'ensemble de la biosphère a été estimée en 2014[16] à plus de deux fois le PIB mondial, et le coût de l'érosion liée à la dégradation des terres et des écosystèmes serait de 5 % du PIB mondial par an.

1.3 Une partie des facteurs de production devra être redirigée vers les besoins de reconstruction et d'adaptation au changement climatique, conduisant à une perte de productivité globale des facteurs

La croissance potentielle et la productivité de l'économie dépendent non seulement de gains de productivité intra-entreprises, mais aussi de l'allocation des facteurs de production, qui est affectée par les chocs économiques. Le changement climatique redirige une partie des ressources vers l'adaptation, la prévention et la reconstruction des dommages climatiques. La nécessité de ces investissements pourrait créer un effet d'éviction, en détournant une partie des facteurs de production soutenant la croissance potentielle. L'hypothèse de la destruction créatrice dans les zones sinistrées, selon laquelle les catastrophes naturelles permettraient un renouvellement du stock de capital en faveur de technologies plus performantes, reste controversée, notamment au regard de l'accroissement à venir de la fréquence et de l'intensité de ces événements extrêmes.

(13) Haut conseil pour le climat (2026), « Dangers climatiques : la France face à ses responsabilités », rapport annuel.
(14) La diminution de l'enneigement touche l'économie en montagne, alors que l'intensification des vagues de chaleur et la raréfaction de l'eau mettent en danger la soutenabilité du tourisme estival sur le pourtour méditerranéen.
(15) La perte de valeur des actifs sous-jacents au capital déprécié pourrait les contraindre à accroître leurs provisions, ce qui réduirait l'octroi de crédits.
(16) Costanza R., de Groot R., Sutton P., van der Ploeg S., Anderson S. J., Kubiszewski I., Forber S. et Turner R. K. (2014), "Global Environmental Change", *Nature*, Vol 26. P 152-158. Voir également Bouchet V., Bourcet C., Cécillon E. et Lavaud S. (2021), « Évaluations économiques des services rendus par la biodiversité », Direction générale du Trésor, *Trésor-Éco*, n° 294 ; Bastit F. Grémillet A. et Pasteau E. (2026), « La forêt et la filière bois : des piliers de la transition écologique et de la résilience économique », Direction générale du Trésor, *Trésor-Éco*, n° 399.

Les conséquences économiques du changement climatique peuvent également conduire à une reconfiguration des chaînes de valeur. La multiplication et l'intensification des catastrophes naturelles au niveau mondial pourraient immobiliser transports, fournisseurs et unités de production, et multiplier les goulets d'étranglement[17]. En France, ces événements climatiques extrêmes pourraient inciter les entreprises à se tourner vers des composants étrangers. Au niveau macroéconomique, ces deux canaux de transmission se traduiront par une hausse du coût des intrants et une baisse de la productivité liée à la reconfiguration des appareils productifs. Une diversification des chaînes logistiques constitue toutefois une garantie contre les ruptures d'approvisionnement liées à une catastrophe localisée.

2. Si elle peut conduire à une baisse modérée de la croissance potentielle à court et moyen terme, la transition aura à terme des effets positifs sur celle-ci, en premier lieu au regard des dommages évités

D'un point de vue macroéconomique, la transition bas-carbone repose largement sur la substitution des énergies fossiles par des énergies décarbonées, des gains d'efficacité énergétique et la sobriété[18]. La sortie complète des énergies fossiles sera ainsi permise par la réorientation du progrès technique vers des technologies vertes, par des investissements supplémentaires (dans la décarbonation et dans l'efficacité énergétique) et par des changements de comportement.

2.1 La transition nécessitera des innovations bas-carbone, faisant peser dans un premier temps un risque d'éviction sur les innovations plus productives, mais pouvant soutenir la croissance à long terme

À court et moyen terme, les mesures de transition bas-carbone auraient un effet négatif modéré sur la croissance potentielle, qui resterait bien inférieur à celui cumulé à long terme d'un changement climatique non maîtrisé. La transition bas-carbone nécessite notamment d'innover dans le domaine de l'efficacité énergétique, pour réduire les émissions carbone liées à la consommation d'énergie. Toutefois, la recherche et développement (R&D) est *a priori* une ressource limitée : la part des dépenses de R&D dans le PIB en France est restée stable autour de 2 % depuis les années 1990, et le nombre de chercheurs est difficilement ajustable à court et moyen termes. Ainsi, à cet horizon, l'allocation de la recherche entre les différents secteurs est le principal levier d'ajustement. Un surcroît de dépenses de R&D en décarbonation pourrait donc se faire au détriment de la recherche améliorant la croissance de l'économie.

Pour quantifier ce ralentissement, les économistes ont recours à des modèles à croissance endogène, c'est-à-dire à des réprésentations stylisées de l'économie dans lesquelles le taux de croissance de long terme est déterminé par les variables et les dynamiques internes du modèle, notamment les avancées technologiques issues de la R&D. Pour la transition bas-carbone en particulier, ces modèles permettent de simuler une allocation des dépenses de R&D, entre différents secteurs (par exemple productif et énergétique), qui est endogène, fonction de leur rentabilité relative. Le modèle Mouette a ainsi été développé par la DG Trésor pour évaluer l'ampleur du ralentissement de la productivité lié à la réallocation de la R&D (*cf.* Encadré 2).

(17) Schleypen J., Dasgupta S., Borsky S., Jury M., Ščasný M. et Bezhanishvili L. (2019), "D2.4 Impacts on Industry, Energy, Services, and Trade", Deliverable of the H2020 COACCH project.

(18) Pisani-Ferry J. et Mahfouz S. (2023), « Les incidences économiques de l'action pour le climat - Rapport de synthèse », France Stratégie. Pour des évaluations quantitatives de l'impact de la transition bas-carbone sur le PIB réalisées pour la France et couvrant ces différentes dimensions, voir DG Trésor (2025), « Rapport final – les enjeux économiques de la transition vers la neutralité carbone », Chapitre 2 ; et Gouvernement (2026), « Rapport d'accompagnement de la Stratégie nationale bas-carbone 3 », Chapitre 3.

Encadré 2 : Présentation du modèle Mouette (2025)[a]

Le modèle Mouette (MOdèle Utile à l'Évaluation des Trajectoires de Transition Énergétique) est une extension du modèle développé dans l'article d'Henriet *et al.* (2014)[b]. L'économie française y est modélisée sous la forme d'une petite économie ouverte[c] produisant un bien générique, qui peut être consommé ou investi. Le modèle intègre une utilisation d'énergies fossiles et bas-carbone, tant du côté des ménages que des entreprises, et trois types de progrès technique, respectivement en matière de travail, d'efficacité énergétique fossile et d'efficacité énergétique bas-carbone. L'effort de R&D total de l'économie est une proportion de la production fixée par le modélisateur. Néanmoins, l'allocation de ce montant entre les trois secteurs de recherche susmentionnés, et donc l'évolution des trois progrès techniques correspondants, est endogène : une augmentation du prix de l'énergie fossile (due par exemple à un ajustement de la fiscalité environnementale) induit à la fois une augmentation des dépenses de R&D visant à économiser l'énergie fossile (devenue plus chère), au détriment de la R&D visant à augmenter la productivité du travail, et une substitution de l'énergie bas-carbone à l'énergie fossile.

Cette modélisation conduit à un compromis entre croissance économique et transition énergétique. En effet, des dépenses élevées en R&D visant à accroître la productivité du travail (par exemple via l'amélioration des technologies de l'information et de la communication) permettent un taux de croissance élevé de l'économie mais entraînent une moindre croissance des gains d'efficacité énergétique, se traduisant par des émissions de CO_2 plus élevées. À l'inverse, des dépenses en R&D permettant des économies d'énergie réduisent les émissions de CO_2, mais peuvent ralentir la croissance économique. Les effets du changement climatique ne sont pas pris en compte dans la modélisation.

a. Une présentation détaillée du modèle est disponible dans Baratte G., Cervoni M., Derouen C., Girard P. L. et Grept R. (2026), « Changement climatique, Transition écologique et croissance potentielle », Direction générale du Trésor, *Document de travail,* N° 2026/2.
b. Henriet F., Maggiar N. et Schubert K. (2014), "A Stylized Energy-Economy Model for France", *The Energy Journal*.
c. Dans la modélisation retenue, la France participe au commerce international mais est supposée suffisamment petite pour ne pas influencer les prix étrangers et la demande mondiale qui lui est adressée. L'environnement international est ainsi supposé exogène.

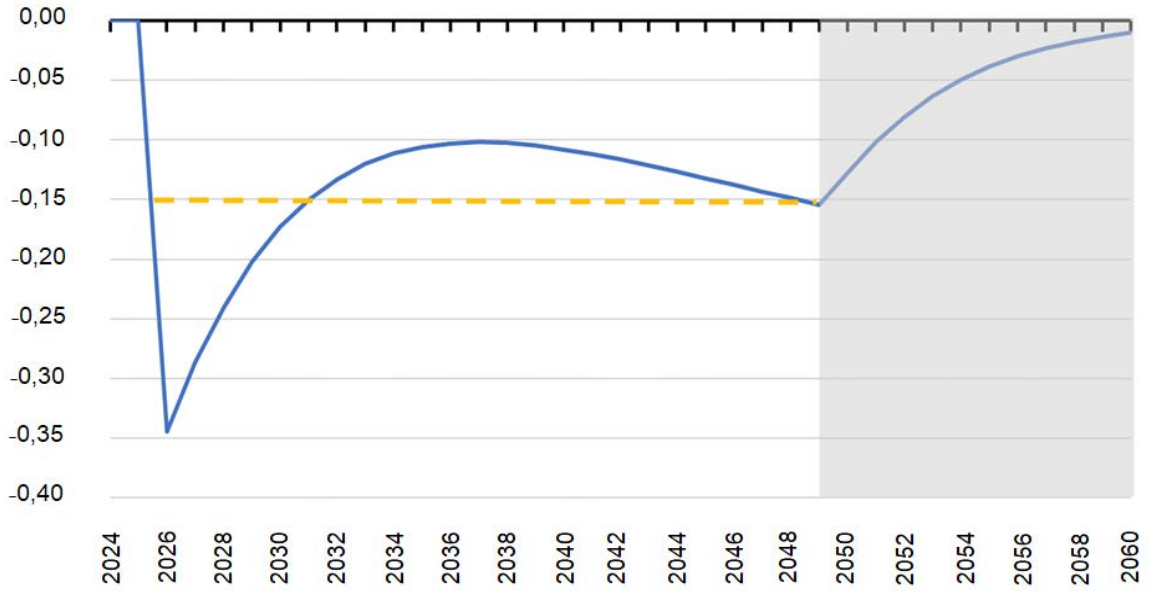
Les résultats obtenus grâce au modèle Mouette estiment que la perte de croissance annuelle de la productivité du travail en France associée à une réduction de 85 % de l'utilisation de l'énergie fossile à l'horizon 2050, serait de l'ordre de 0,15 point de pourcentage en moyenne. Les mesures de transition énergétique y sont modélisées par une augmentation de la taxe carbone et par la mise en place d'une subvention à la R&D permettant de réduire les émissions carbone énergétiques. Ce modèle illustre le fait qu'en renchérissant le prix du carbone, les politiques de transition augmentent la profitabilité relative des dépenses de R&D énergétique par rapport aux dépenses de R&D productive. En effet, comme le prix de l'énergie fossile augmente, il devient plus rentable de développer des technologies qui permettent d'en réduire la consommation. Ce renchérissement du prix du carbone conduit par ailleurs les ménages et les entreprises à substituer de l'énergie bas-carbone à l'énergie fossile dans leur consommation. Dans ce modèle, lorsque la transition est réalisée, la taxe carbone arrête de croître et les taux de croissance du progrès technique dans les différents domaines retournent progressivement vers leur niveau initial (*cf.* Graphique 1).

Plusieurs mécanismes, non modélisés, pourraient atténuer cet effet sur la productivité. D'abord, l'ampleur du ralentissement de la productivité pourrait être réduite par un partage de l'effort d'innovation entre pays. En particulier, si la transition est coordonnée et que l'économie française bénéficie d'innovations en termes d'efficacité énergétique développées à l'étranger, les dépenses de R&D nécessaires à sa décarbonation seront moindres et l'éviction de la R&D productive en sera réduite. Ensuite, des externalités positives entre les différents secteurs de R&D pourraient être observées, ce qui limiterait également l'effet d'éviction sur la R&D productive[19]. Par ailleurs, si la part des dépenses de R&D dans le PIB est restée relativement constante ces 30 dernières années en

(19) Voir Nemet G. F. (2012), "Inter-technology knowledge spillovers for energy technologies", *Energy Economics*, vol. 34, p. 1259-1270 qui étudie les flux de connaissance entre technologies pour les brevets énergétiques et suggère que la recherche énergétique a une application générale.

France, il est possible que les besoins de recherche liés à la transition bas-carbone conduisent à une augmentation de celle-ci à moyen terme. Les coûts en matière de croissance potentielle en seraient alors réduits. Enfin, l'évolution des consommations d'énergie pourra découler de changements de comportements de la part des acteurs économiques, vers davantage de sobriété[20], résultant des politiques publiques ou d'une modification des préférences.

Graphique 1 : Impact sur le taux de croissance de la productivité du travail d'une augmentation de la taxe carbone et de l'introduction d'une subvention à la R&D, associées à une réduction de la consommation d'énergie fossile de 85 % en 2050



Source : Résultats du modèle Mouette 2026, Direction Générale du Trésor.

Note de lecture : L'impact est mesuré en écart par rapport à un référentiel sans transition, ni changement climatique.

Note : Le scénario simulé correspond à une augmentation de la taxe carbone de 15 % chaque année jusqu'en 2050, ainsi qu'à la mise en place d'une subvention – figée à 20 % – à la R&D énergétique. Ces paramètres permettent une réduction de la consommation d'énergie fossile de 85 % en 2050, notamment via une meilleure profitabilité des dépenses de R&D énergétique relativement aux autres secteurs. La croissance annuelle de la productivité du travail est ralentie de –0,15 p.p. en moyenne jusqu'en 2050. Le pic en 2026 est lié à l'ampleur du choc initial, et à la mise en place de la subvention notamment. Par la suite, les écarts des taux de croissance des progrès techniques simulés par rapport au scénario de référence se réduisent. Ainsi, seul l'écart moyen du progrès technique par rapport au scénario de référence pendant la phase de transition doit être interprété.

À long terme, la transition bas-carbone devrait permettre des « innovations vertes », dont la capacité à générer des gains de productivité est incertaine, et connue comme « l'hypothèse de Porter ». Dans sa version faible, confirmée par la littérature empirique, les politiques d'atténuation encouragent l'innovation verte. Cette dernière aurait également des retombées positives générales : les brevets de technologies « vertes » génèreraient des retombées de connaissances pour le reste de l'économie plus importantes que les brevets des technologies « brunes » qu'ils remplacent[21]. En revanche, l'hypothèse forte de Porter selon laquelle ces innovations donneraient lieu à des gains de productivité par rapport à un scénario sans transition ne fait pas consensus dans la littérature (*cf.* partie 2.3 *infra*).

Au total, si la croissance de la productivité au niveau des entreprises diminue à court terme à la suite d'un renforcement des politiques environnementales (*cf.* partie 2.2 *supra*), ce ralentissement pourrait être contré à long terme par une augmentation significative du nombre de brevets déposés, la diffusion de nouvelles technologies au sein de l'appareil productif et le renouvellement du stock de capital productif.

(20) Avis ADEME (2025), « Vers une économie de la sobriété ».
(21) Dechezleprêtre A., Martin R. et Mohnen M. (2017), "Knowledge spillovers from clean and dirty technologies: A patent citation analysis", Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, *Working Paper,* n° 135.

2.2 La transition imposera aux entreprises de remplacer leurs équipements carbonés, ce qui pourrait induire des transformations profondes de leur appareil productif, voire les contraindre à retarder certains investissements productifs

Les politiques de transition auraient un effet négatif sur la productivité intra-entreprise à court terme à cause d'une hausse des coûts de production et de la réorganisation de l'appareil productif. Les entreprises seraient contraintes d'allouer une partie de leurs facteurs de production à la décarbonation de leur processus productif et à l'efficacité énergétique, pour respecter de nouvelles normes climatiques et limiter l'impact de la hausse du prix du carbone. Ainsi, à quantités de travail et capital disponibles inchangées, la production des entreprises pourrait diminuer. La nécessité d'engager des investissements verts pourrait aussi conduire à des reports d'investissements productifs. Cet effet se diffuserait des secteurs aujourd'hui les plus carbonés aux autres secteurs en aval sur lesquels ils répercuteraient la hausse de coûts. Plusieurs études empiriques observent une baisse de la productivité globale des facteurs (définie dans l'encadré 1) des entreprises à court terme après un resserrement de politique climatique[22] ou une hausse des prix de l'énergie[23] qui peut s'expliquer par un ajustement à la baisse de l'utilisation de leurs capacités de production.

Sur la base d'un modèle macroéconomique capturant les effets sur la productivité globale des facteurs de la recomposition du stock de capital induite par la transition bas-carbone, la Banque de France[24] infère un ralentissement qui pourrait atteindre 0,3 p.p. en moyenne par an à horizon 2030. Il s'agit *a priori* d'une borne haute, en l'absence de prise en compte d'effets d'apprentissage[25] par exemple. De façon analogue, la DG Trésor a développé une maquette en équilibre partiel, pour analyser les effets des investissements en décarbonation sur la productivité (*cf.* Encadré 3), conduisant à estimer une baisse de la croissance en France de 0,04 p.p. par an en moyenne pendant la phase de transition.

Le risque d'obsolescence ou échouage d'une partie du capital productif en raison de la transition apparaît limité, à condition que cette dernière soit ordonnée et suffisamment prévisible pour que les agents puissent adapter leur comportement. Si la transition est abrupte, peu prévisible ou si elle survient alors que des technologies vertes ne sont pas suffisamment développées, le capital intensif en carbone deviendrait obsolète avant sa dépréciation théorique, conduisant à une baisse du stock de capital[26]. Inversement, la définition d'une vision partagée, anticipée et crédible d'une trajectoire de transition permet de limiter les risques de baisse de l'investissement agrégé[27]. L'approche[28] de la décarbonation en budget carbone (avec un plafond d'émission de gaz à effet de serre sur une période donnée, tel que retenu dans la troisième version de la stratégie nationale bas-carbone – SNBC3), qui augmente la lisibilité de la transition, permet ainsi de minimiser le risque d'échouage.

(22) Voir Benatti N., Groiss M., Kelly P. et Lopez-Garcia P. (2024), "The impact of environmental regulation on clean innovation: are there crowding out effects?", *ECB WP Series*, n° 2946 ou Dechezleprêtre A. et Sato M. (2017), "The Impacts of Environmental Regulations on Competitiveness", *Review of Environmental Economics and Policy,* vol. 11 2 183-206. Il est à noter qu'Alla A. (2022), "European Union's emissions trading system and productivity: firm-level evidence for France, Italy and Spain", Direction générale du Trésor, *Document de travail,* n° 2022/3 montre que le système européen d'échange de quotas d'émission introduit en 2005 n'a pas nui à la productivité globale des facteurs des entreprises françaises.

(23) Voir André C., Costa H., Demmou L. et Franco G. (2023), "Rising energy prices and productivity: short-run pain, long-term gain?", OECD *Economics Department Working Paper,* N° 1755 et Marin G. et Vona F. (2021), "The impact of energy prices on socioeconomic and environmental performance: evidence from the French manufacturing establishements, 1997-2015", *European Economic Review*.

(24) Henriet F., Kalantzis Y., Lemoine M., Lisack N. et Turunen H. (2025), "Bridging the Gap in Macroeconomic Analysis of the Energy Transition: Combining Medium- and Long-Term Approaches", Banque de France, *Working Paper,* n° 1000. Ce choc est ensuite introduit dans leur modèle macroéconométrique FR-BDF pour évaluer les effets sur l'économie française.

(25) L'effet d'apprentissage désigne le fait que plus une entreprise produit au fil du temps, plus elle acquiert de l'expérience et devient efficace. Dans le cas du remplacement des équipements carbonés par des équipements bas-carbone, après un certain temps, les salariés maîtrisent mieux ces nouveaux équipements, l'organisation s'améliore, les erreurs diminuent et les techniques de production sont optimisées.

(26) Parker M. (2023), "How climate change affects potential output", Banque centrale européenne, *Economic Bulletin*, Issue 6/2023.

(27) Voir par exemple Agence internationale de l'énergie (AIE) (2017), "Climate Policy Uncertainty and Investment Risk".

(28) Abbas R., Carnot N., Lequien M., Quartier-La-Tente A. et Roux S. (2024), « En chemin vers la neutralité carbone. Mais quel chemin ? », Insee*, Document de travail,* 2024-11.

Encadré 3 : Maquette de quantification du surcoût des investissements liés à la décarbonation

La DG Trésor a développé une maquette pour quantifier la baisse de croissance de la productivité liée au surcoût des investissements nécessaires à la décarbonation de l'appareil productif et aux transformations induites. L'analyse s'appuie sur une fonction de production agrégée. Un choc de productivité négatif est calculé de sorte à obtenir une hausse du stock de capital agrégé cohérente avec les surplus d'investissements en décarbonation, nets des désinvestissements en capital émissif et de la variation des autres investissements concernés par la transition bas-carbone, pour un niveau de production, de travail et d'investissement productif inchangé. Les chroniques d'investissement utilisées sont cohérentes avec les derniers objectifs de la SNBC 3. La perte de croissance annuelle de la productivité du travail serait maximale autour de 2030, avant de refluer et de devenir négligeable à partir de 2040. Elle serait en moyenne de 0,04 p.p./an d'ici 2050.

Cette maquette peut être mobilisée dans le cadre des évaluations macroéconomiques de la transition bas-carbone, réalisées avec des modèles de grande taille (comme ThreeME[a]). Ces exercices juxtaposent en général un choc de tarification carbone (pouvant éventuellement être complété par des mesures d'accompagnement) et un choc d'investissements supplémentaires (décarbonés, nets des désinvestissements émissifs, et financés), calibrés à partir de travaux microéconomiques. Les chocs d'investissements constituent usuellement des chocs de demande positifs, dont les effets s'épuisent à moyen-long terme par un double effet d'éviction, par les prix et les importations. Les modèles mobilisés ne permettent toutefois pas de capturer les effets sur la productivité au-delà d'effet de recomposition sectorielle. L'utilisation d'un choc de productivité calibré hors modèle, bien que constituant une solution imparfaite, permet d'évaluer ce canal de transmission.

a. Voir Gouvernement (2026), « Rapport d'accompagnement de la Stratégie nationale bas-carbone 3 », Chapitre 3.

Une hausse de la productivité pourrait toutefois être observée à court terme dans les entreprises les plus proches de la frontière technologique[29]. En particulier, ces entreprises peuvent *a priori* ajuster plus facilement leur utilisation de l'énergie et du travail dans leur processus de production. En outre, au fur et à mesure que la transition progresse, les coûts des technologies vertes devraient diminuer. C'est notamment le cas dans la génération électrique, où les technologies renouvelables (et notamment solaires) sont désormais moins coûteuses en moyenne que leurs alternatives carbonées. Enfin, les dynamiques d'entrées d'entreprises productives faiblement émettrices et de sorties d'entreprises sénescentes émettrices devraient améliorer l'allocation du travail et du capital, ce qui soutiendra la productivité agrégée.

2.3 Les réallocations d'emplois pourraient conduire à des déséquilibres transitoires entre offre et demande d'emplois

Les politiques de transition écologique impliquent une transformation structurelle de l'économie, susceptible de donner lieu à des réallocations d'emplois. Toutefois, les emplois concernés représenteraient une faible part de l'emploi total en France. Les emplois bruns (toutes les professions des activités émettrices, et certaines professions dans les activités neutres ou vertes) représentaient 9,2 % de l'emploi total français en 2021 selon une taxonomie développée par la DG Trésor[30] ; mais tous ne sont pas exposés à un fort risque de transition. En effet, seuls 3,0 % des emplois peuvent être considérés comme particulièrement exposés : ce sont les professions brunes au sein des activités polluantes, qui sont concentrées dans les filières liées aux produits fossiles (raffinage, secteur automobile, métallurgie, transport routier et aérien). Les professions brunes au sein des activités vertes ou neutres ne représentaient que 1,0 % de l'emploi salarié en 2021 et pourraient davantage voir évoluer leurs tâches et compétences que donner lieu à une réduction de leurs effectifs, tandis que les professions vertes et verdissantes dans les activités brunes (0,9 % de l'emploi salarié en 2021) et les professions neutres dans les activités brunes (4,3 % de l'emploi salarié) devraient disposer de possibilités de transition vers d'autres activités. Par ailleurs, la forte hétérogénéité

(29) Albrizio S., Kozluk T. et Zipperer V. (2017), "Environmental policies and productivity growth: Evidence across industries and firms", *Journal of Environmental Economics and Management*.
(30) DG Trésor (2025), *op. cit.*

entre les entreprises d'un même secteur conduirait à des réallocations intrasectorielles plus importantes que intersectorielles[31].

Ces réallocations directes d'emplois générées par les politiques de transition resteraient modestes au regard de l'ensemble des créations et destructions d'emplois, représentant annuellement environ 20 % de l'emploi total, selon le CAE[32]. Cet impact, qui dépendrait des conditions socio-économiques et du type de politiques climatiques (effet net positif dans le cas de politiques de tarification et négatif dans le cas de politiques de réglementation), disparaîtrait à long terme[33].

L'inadéquation de compétences entre les emplois créés par la transition écologique et les travailleurs disponibles pourrait ralentir la réallocation de l'emploi, mais ce risque est difficile à estimer. Les emplois verts sont généralement plus exigeants en matière de compétences que les emplois neutres[34]. Ils peuvent à la fois requérir un panel plus large de compétences et des compétences plus développées, avec de fortes hétérogénéités selon les professions et selon les secteurs.

Une faible mobilité des travailleurs peut également contraindre la réallocation de la main-d'œuvre, au sein du territoire en cas de correspondance géographique limitée, entre emplois bruns déclinants et emplois verts émergents[35]. En France, le poids dans l'emploi des secteurs les plus émetteurs de gaz à effet de serre varie fortement d'une zone à l'autre ; les activités vertes ont au contraire une répartition homogène sur le territoire.

Par ailleurs, les politiques de transition écologique, si elles sont bien conçues, pourraient générer des co-bénéfices avec des effets positifs sur l'offre de travail, la productivité des travailleurs et la santé, au-delà de leur contribution à contenir l'aggravation du changement climatique et ses impacts néfastes (températures extrêmes, pollution de l'air, maladies…). Par exemple, en améliorant la qualité de l'air, la neutralité carbone a le potentiel d'éviter des décès prématurés causés par la pollution de l'air : dans les scénarios « Fit for 55 », la Commission européenne estime ainsi l'évitement de 17 000 décès prématurés par an en France[36].

(31) Fontaine F., Ollivier H., Saussay A. et Schubert K. (2023), « Transition énergétique : faut-il craindre pour l'emploi ? », Conseil d'analyse économique, Note n° 80.
(32) Fontaine F. *et al*. (2023), *op. cit*.
(33) Mohommad A. (2021), "Employment effects of environmental policies - evidence from firm-level data", FMI, *Working Papers*, n° 21/140.
(34) DG Trésor (2025), *op. cit*.
(35) Saussay A., Sato M., Vona F. et O'Kane L. (2022), "Who's fit for the low-carbon transition? Emerging skills and wage gaps in job ad data", Centre for Climate Change Economics and Policy, *Working Paper* 30645.
(36) Commission européenne (2021), "Policy scenarios for delivering the European Green Deal".

Éditeur :

Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle, énergétique et numérique

Direction générale du Trésor
139, rue de Bercy
75575 Paris CEDEX 12

Directeur de la Publication :

Dorothée Rouzet

tresor-eco@dgtresor.gouv.fr

Mise en page :
Maryse Dos Santos

ISSN 1777-8050

eISSN 2417-9620

Derniers numéros parus

Septembre 2026

N° 400 Perspectives mondiales à l'automne 2026 : La poursuite du conflit au Proche et Moyen-Orient pèse sur la croissance mondiale

Bureaux de la DG Trésor en charge des prévisions internationales

N° 399 La forêt et la filière bois des piliers de la transition écologique et de la résilience économique

Félix Bastit, Alice Grémillet, Etienne Pasteau

N° 398 Le numérique, principal facteur du décrochage de la productivité française par rapport aux États-Unis

Eloïse Villani, Jean-Baptiste Auger, Alisée Koch, Antoine Koiran Portier

https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/tags/Tresor-Eco

Direction générale du Trésor

@DGTresor

Pour s'abonner à *Trésor-Éco* : bit.ly/Trésor-Eco

Pour toute demande presse, merci de vous adresser à *presse@dgtresor.gouv.fr* (01 44 87 73 24)

Ce document a été élaboré sous la responsabilité de la direction générale du Trésor et ne reflète pas nécessairement la position du ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle, énergétique et numérique.