



CONSEIL NATIONAL  
DE PRODUCTIVITÉ

Décembre 2023

Rapport

# Bilan des crises Compétitivité, productivité et transition climatique

Quatrième rapport  
du Conseil national de productivité





CONSEIL NATIONAL  
DE PRODUCTIVITÉ

# **BILAN DES CRISES** **PRODUCTIVITÉ, COMPÉTITIVITÉ** **ET TRANSITION CLIMATIQUE**

---

Quatrième rapport

Présidente

**Natacha Valla**

Rapporteur général

**Vincent Aussilloux**

**DÉCEMBRE 2023**

---



# LE CONSEIL NATIONAL DE PRODUCTIVITÉ

---

## Composition

La présidence du CNP est confiée à **Natacha Valla** pour une période de deux ans renouvelable. Outre sa présidente, le CNP compte quinze membres :

- **Céline Antonin**, OFCE
- **Olivier Blanchard**, MIT et Peterson Institute for International Economics
- **Gilbert Cette**, NEOMA Business School
- **Chiara Criscuolo**, OCDE
- **Anne Epaulard**, université Paris-Dauphine
- **Olivier Garnier**, Banque de France
- **Sebnem Kalemli-Özcan**, université du Maryland
- **Jean-François Jamet**, Banque centrale européenne
- **Sébastien Jean**, CNAM
- **Margaret Kyle**, Mines ParisTech
- **Giuseppe Nicoletti**, LUISS Lab of European Economics
- **Lucrezia Reichlin**, London Business School
- **Moritz Schularick**, université de Bonn et Sciences-Po
- **David Thesmar**, MIT Sloan School of Management

## Équipe de rapporteurs et de contributeurs

Le CNP bénéficie de l'appui de rapporteurs et de contributeurs issus des administrations compétentes.

**Rapporteur général** – **Vincent Aussilloux**, France Stratégie.

**Rapporteurs** – **Alain Durré**, France Stratégie, avec l'aide d'**Alexandre Bourgeois**, Insee ; **Galaad Defontaine**, Direction générale du Trésor ; **Simon Bunel**, Banque de France et **Ismaël Ramajo**, Dares.

**Contributeurs** – **Zeineb Cherif**, France Stratégie ; **Noémie Lisack** et **Mathieu Boulot**, Banque de France.

Les avis et conclusions exprimés dans ce rapport ne reflètent pas la position des institutions auxquelles appartiennent les rapporteurs.

## Création et organisation

Le Conseil de l'Union européenne a adopté en septembre 2016 une recommandation sur la création de conseils nationaux de productivité dans chaque État membre de la zone euro. Ces conseils sont chargés d'analyser le niveau et l'évolution de la productivité et de la compétitivité de leur économie relativement à celles des autres États membres ainsi que les politiques susceptibles d'avoir une incidence sur ces deux volets. L'analyse de la compétitivité couvre l'évolution des prix et des coûts, la formation des salaires tout comme les aspects de compétitivité hors prix.

Institué en France le 23 juin 2018<sup>1</sup>, le CNP siège au sein de France Stratégie. Présidé depuis début 2022 par Natacha Valla, doyenne de l'École de management et innovation de Sciences Po, il est composé de quinze experts indépendants. Il procède à des analyses indépendantes et renforce le dialogue au niveau national sur ces sujets.

Le CNP élabore un rapport annuel et organise une consultation des organisations syndicales et des organisations d'employeurs avant son adoption définitive. Si ces organisations émettent un avis sur le rapport, il lui est annexé. Le rapport annuel fait également l'objet d'une phase de consultation du public et de la société civile.

Le collège d'experts peut saisir les organismes et administrations compétents pour mener des travaux et avoir accès aux informations utiles.

L'ensemble des CNP européens sont organisés en réseau afin de procéder à des échanges et éventuellement de confronter leurs analyses.

## Précédents rapports publiés par le Conseil national de productivité

- CNP (2019), *Productivité et compétitivité : où en est la France dans la zone euro ?*, premier rapport, juillet, 144 pages.
- CNP (2021), *Les effets de la crise Covid-19 sur la productivité et la compétitivité*, deuxième rapport, janvier, 165 pages.
- CNP (2022), *Productivité et compétitivité : analyses conjoncturelles et structurelles post-covid*, troisième rapport, mai, 272 pages.

---

<sup>1</sup> Voir [arrêté du 21 juin 2018](#).

## AVANT-PROPOS

---

Ce quatrième rapport du Conseil national de productivité (CNP) – le second sous ma présidence – a bénéficié à nouveau de collaborations de diverses institutions. Malgré les temps perturbés que nous traversons, les contributeurs ont manifesté le même enthousiasme que l'année dernière pour rédiger un rapport de qualité<sup>1</sup>.

Comme les années précédentes, le CNP s'est penché sur les forces économiques à l'œuvre qui sont susceptibles d'affecter la productivité et la compétitivité de la France. Dans quelle mesure notre pays présente-t-il des spécificités par rapport à nos principaux partenaires commerciaux ? Comment expliquer notamment notre contreperformance en matière de productivité du travail ?

Alors que notre pays est confronté à de grands défis structurels, qu'il s'agisse de l'évolution démographique ou du changement climatique, il est plus que jamais crucial d'appréhender les moteurs – ou les freins – de la productivité et de la compétitivité, afin de promouvoir à l'avenir une croissance équilibrée, durable et socialement juste.

La première partie du rapport est consacrée à une évaluation plutôt favorable de la performance économique de la France par rapport à ses pairs depuis la crise sanitaire jusqu'à aujourd'hui : la résilience de notre pays a bénéficié notamment à l'emploi. Malgré les tensions sur les coûts de l'énergie que nous avons connues depuis le déclenchement de la guerre en Ukraine, notre inflation a été plus faible qu'ailleurs, ce qui a profité au pouvoir d'achat des ménages et à la structure de coûts de nos entreprises. Cependant, alors que le télétravail converge lentement vers son niveau « optimal », au-delà et en-deçà duquel la productivité serait affectée, l'effet défavorable qu'imprime l'essor de l'apprentissage sur la productivité à court terme devrait vite s'effacer pour libérer des capacités productives accrues, donc un surcroît de prospérité à moyen terme.

---

<sup>1</sup> Ceci est la version finale du quatrième rapport du CNP, amendée pour tenir compte des remarques des partenaires sociaux et divers experts.

La deuxième partie du rapport traite de l'impact sur la productivité de l'optimisation fiscale des multinationales en France. Cet impact est négatif. Enfin, dans la troisième partie, les actions pour le climat, si nécessaires pour que l'Europe soit à la hauteur de ses ambitions en termes d'émissions carbone, sont passées en revue et envisagées avec un faisceau de mesures complémentaires qui devraient leur permettre de préserver notre compétitivité.

Au nom de l'ensemble des membres du CNP, je voudrais remercier en particulier les rapporteurs – Vincent Aussilloux, rapporteur général, et Alain Durré (France Stratégie), Alexandre Bourgeois (Insee), Galaad Defontaine (Direction générale du Trésor), Simon Bunel (Banque de France) et Ismaël Ramajo (Dares) – ainsi que les contributeurs – Zeineb Cherif (France Stratégie), Noémie Lisack et Mathieu Boulot (Banque de France).

Qu'ils soient pleinement remerciés pour leur engagement et leur professionnalisme. Mes remerciements vont également à tous les membres du conseil pour leur implication qui a permis des discussions et débats enrichissants.

Bonne lecture !

**Natacha Valla**

Présidente du Conseil national de productivité

# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>Synthèse</b> .....	<b>9</b>
<b>Chapitre 1 – Impact de la crise du Covid et des tensions énergétiques sur l’appareil productif</b> .....	<b>19</b>
<b>1. Cadrage macroéconomique conjoncturel</b> .....	<b>20</b>
1.1. Le rebond post-crise sanitaire a été atténué par les conséquences de la guerre en Ukraine et par la dégradation de l’environnement macroéconomique international.....	21
1.2. Les derniers indicateurs conjoncturels envoient des signaux rassurants.....	33
1.3. Le retour de l’inflation est au cœur des préoccupations.....	34
<b>2. La productivité du travail demeure en-deçà de sa tendance pré-crise sanitaire</b> .....	<b>46</b>
2.1. Une hausse de l’emploi plus rapide que celle de l’activité, ce qui se traduit par une baisse de la productivité à court terme.....	46
2.2. Les effets du télétravail sur la productivité dépendent des conditions de sa mise en place.....	49
2.3. L’impact des réallocations sectorielles post-covid sur la productivité du travail apparaît limité à court terme et incertain à plus long terme.....	53
<b>3. L’impact de l’augmentation des prix de l’énergie sur la productivité</b> .....	<b>57</b>
3.1. Une augmentation des prix de l’énergie importée, assimilée à une augmentation des coûts de production et du prix relatif des importations, nuit à la productivité.....	60
3.2. À plus long terme, l’évolution des prix de l’énergie pourrait stimuler le progrès technique et l’innovation, mais l’impact sur la productivité reste incertain.....	65
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>69</b>
<b>Chapitre 2 – Optimisation fiscale et productivité</b> .....	<b>77</b>
<b>1. Optimisation fiscale via des paradis fiscaux : phénomène concentré mais réel</b> .....	<b>79</b>
<b>2. Impact négatif de l’implantation d’une multinationale dans un paradis fiscal sur la productivité mesurée</b> .....	<b>81</b>
2.1. Regard international.....	81
2.2. Le cas de la France.....	83
<b>3. Une baisse de productivité marquée par de forts effets dynamiques</b> .....	<b>87</b>
<b>4. Conclusion</b> .....	<b>88</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>89</b>

<b>Chapitre 3 – Action pour le climat : quels instruments pour améliorer l’impact sur la productivité et la compétitivité ?</b> .....	<b>93</b>
<b>1. L’ambition verte de la France et de l’Europe</b> .....	<b>94</b>
<b>2. Contexte général</b> .....	<b>100</b>
2.1. Estimations de l’impact direct du changement climatique .....	101
2.2. Enjeu majeur des politiques de transition climatique : coûts d’atténuation et d’adaptation.....	106
<b>3. Transition climatique et productivité</b> .....	<b>109</b>
3.1. Malgré des efforts ambitieux en comparaison internationale, la plupart des pays de l’UE sont loin de l’objectif de neutralité carbone .....	109
3.2. L’impact de la transition climatique sur la productivité est difficile à modéliser en raison de la complexité des canaux de transmission .....	114
3.3. Des études empiriques intéressantes, même si elles n’ont pas réponse à tout.....	115
3.4. Conclusion.....	131
<b>4. Transition climatique et compétitivité</b> .....	<b>132</b>
4.1. Transiter vers la neutralité carbone dans un contexte de compétitivité française affaiblie .....	133
4.2. Impact de la transition climatique sur la compétitivité européenne et française.....	137
4.3. Risques supplémentaires liés aux limites des modèles et instruments existants.....	145
<b>5. Quelle politique de décarbonation multisectorielle efficace et juste sans impact négatif sur la productivité, la compétitivité et les finances publiques ?</b> .....	<b>149</b>
5.1. Sept types de mesures multisectorielles de décarbonation.....	151
5.2. Avantages et inconvénients de différentes combinaisons de mesures transversales.....	165
<b>6. Conclusion</b> .....	<b>181</b>
<b>Annexe 1 – Taxation carbone sur les énergies fossiles. Faits stylisés sur la base d’un modèle d’équilibre général</b> .....	<b>183</b>
<b>Annexe 2 – Du rôle de la politique monétaire</b> .....	<b>186</b>
<b>Annexe 3 – Contribution carbone sur les produits finis de grande consommation : simulation des impacts micro sur les produits de l’agroalimentaire</b> .....	<b>189</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>195</b>

Le Conseil national de productivité français a pour mandat de conseiller le gouvernement sur les politiques liées à la productivité et à la compétitivité, de mener des recherches et de promouvoir le dialogue sur ces thématiques pour améliorer les performances économiques et la compétitivité du pays.

Dans ce quatrième rapport, le Conseil a choisi trois axes pour remplir cette mission : nous proposons d'abord une vision générale des effets combinés des chocs et des politiques économiques advenus après la pandémie de 2020 sur la productivité dans le cadre français. Nous proposons ensuite un focus sur le rôle des délocalisations induites par l'optimisation fiscale sur la productivité apparente des entreprises domestiques. Enfin, le rapport envisage l'impact de l'action pour le climat sur la productivité et la compétitivité, et les options afin de générer des effets positifs.

## **Crise du Covid, marché du travail et tensions énergétiques : constellation défavorable à court terme sur la productivité**

Comme le soulignait notre rapport précédent, la productivité du travail a fortement ralenti au cours des quatre dernières décennies dans la plupart des économies avancées (d'une croissance annuelle de 3-5 % dans les années 1970, à 1 % actuellement<sup>1</sup>). Ce même rapport mettait en évidence que si la baisse de la productivité du travail – quelle que soit la mesure utilisée – était homogène parmi les économies avancées, les causes de ce ralentissement étaient hétérogènes : on relève un ralentissement de la hausse du stock de capital humain en France, en Allemagne et en Italie, et du temps de travail dans ces deux derniers pays, ce qui a contribué à éroder l'impact positif du capital humain<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> CNP (2022), *Productivité et compétitivité : analyses conjoncturelles et structurelles post-Covid*, troisième rapport, mai. Voir également le « [Tableau de bord statistique](#) » attaché au présent rapport.

<sup>2</sup> CNP (2021), *Les effets de la crise Covid-19 sur la productivité et la compétitivité*, deuxième rapport, janvier. À ces causes hétérogènes s'est ajouté l'impact de la crise sanitaire Covid accentuant l'hétérogénéité dans la tendance de la productivité du travail entre les pays, en partie expliquée par les mesures prises par les gouvernements durant la crise (avec le télétravail en particulier). Le deuxième rapport soulignait l'impact des mesures prises par les pays durant la crise qui ont permis de limiter

La complexité des effets combinés des chocs et politiques économiques advenus après la pandémie de 2020 a trouvé une expression particulière dans le contexte français, sous l'effet de facteurs structurels et conjoncturels. Le télétravail, qui a pris de l'importance ces dernières années, a le potentiel d'améliorer la productivité en offrant notamment une flexibilité accrue, mais il présente également des risques organisationnels et comportementaux : son effet sur la productivité reste variable<sup>1</sup>. En parallèle, si elle est avérée, la réallocation sectorielle des facteurs de production en réaction aux chocs macroéconomiques post-Covid pourrait elle aussi avoir remis en cause les équilibres traditionnels qui déterminent la productivité de l'économie. L'offre de travail a par ailleurs été soumise à des ruptures : une première rupture, dont on a encore du mal à mesurer l'ampleur, affectant les préférences des travailleurs ; une seconde avec la montée en puissance des politiques de l'emploi favorisant pour la première fois de façon massive l'apprentissage.

En outre, la dynamique des prix de l'énergie a été si exubérante depuis 2022 qu'il convient a minima de se demander si elle a pu affecter la productivité. Si l'on considère que l'énergie n'est pas séparable des autres facteurs dans le processus de production – certes, l'hypothèse est forte – alors elle n'est a priori pas neutre pour la productivité des autres facteurs de production, car les décisions optimales des entreprises concernant ceux-ci dépendent alors des évolutions des coûts de l'énergie.

Enfin, les effets des politiques de soutien à l'économie en réponse à la crise du Covid sont encore à l'œuvre et leur effet sur la productivité doit être pris en compte. L'ensemble de ces facteurs que l'on pourrait qualifier de « circonstanciels » viennent se surajouter aux tendances de fond bien connues (démographie, tendances sur les rendements des facteurs à long terme).

Le premier chapitre propose une mise en cohérence de ces différentes forces et illustre ce narratif. Il en ressort que la France se serait retrouvée prise en tenaille entre des chocs au mieux ambigus sinon adverses à court terme sur l'offre et la productivité de travail (préférences des travailleurs, montée en puissance de l'apprentissage dans les secteurs productifs, surgissement du télétravail) et un choc des prix de l'énergie lui-

---

l'impact économique négatif de la crise (via le chômage partiel, le fonds de solidarité, les PGE en autres). Était aussi mis en évidence le ralentissement de la hausse du stock de capital humain qui explique un cinquième du ralentissement des gains de productivité au Royaume-Uni, et de l'ordre de la moitié en France, en Italie et en Allemagne.

<sup>1</sup> Lors du rapport du CNP en mai 2022, nous soulignons déjà l'ambiguïté probable des effets du télétravail en fonction de la manière dont il est géré. En mai 2022, il était mis en évidence que si le télétravail est bien préparé et encadré tout en recevant l'adhésion des salariés, il y a une forte probabilité qu'il agisse positivement sur la productivité à moyen et long terme.

même non neutre sur la productivité du travail, avec en toile de fond une persistance des distorsions induites par les politiques post-pandémie et une faible réallocation sectorielle. En particulier le chapitre montre que :

- L'impact du télétravail sur la productivité est variable. Il dépend de nombreux facteurs, en particulier des conditions de sa mise en place (outils, formation des télétravailleurs et de leurs managers qualité du dialogue social), de l'organisation du travail dans l'entreprise ainsi que du type de management (autonomie du salarié, valorisation du résultat plutôt que de la présence, capacité d'adaptation du management) et des caractéristiques de chaque métier (degré d'interdépendance à d'autres tâches, caractère créatif ou non des tâches, autonomie).
- S'agissant des réallocations sectorielles, la crise sanitaire ne semble pas avoir entraîné, en France, de mouvement de réallocation des facteurs à court terme, bien que des effets transitoires de recomposition sectorielle significatifs aient été observés au pic de la crise. Ses effets à long terme sont encore incertains et nécessiteront davantage de recul.
- L'essor de l'apprentissage, qui constitue un marqueur de ces trois dernières années, aurait eu des effets négatifs sur la productivité du travail à court terme – les apprentis représentant des forces productives en formation, et donc n'ayant pas encore déployé leur plein potentiel productif – ce qui ne doit pas faire oublier qu'à moyen-long terme, l'amélioration probable des compétences et du capital humain au fil de l'apprentissage a de fortes chances d'induire un effet positif et pérenne sur la productivité. L'impact négatif de l'apprentissage par rapport à l'année dernière est un facteur spécifique à la France du fait de la montée en puissance de celui-ci.
- L'impact de l'évolution des prix de l'énergie sur la productivité est examiné à court, moyen et long terme. À court terme, la crise offre une illustration des effets d'une forte hausse des prix de l'énergie. Même si l'ensemble des pays ont été touchés, l'Europe a été plus particulièrement affectée via notamment les prix du gaz. La hausse des prix n'a été que partiellement limitée par les mesures prises par les gouvernements (bouclier tarifaire, baisse de la TVA, etc.). En tant qu'intrant indispensable à la production, l'augmentation des prix de l'énergie semble affecter négativement la productivité à court et moyen terme, mais son impact à long terme est incertain. L'examen de la littérature académique la plus récente montre que la capacité des entreprises à investir diminue avec l'augmentation des prix de l'énergie, ce qui a un impact négatif direct sur la productivité du travail. Cet effet peut être en partie contrebalancé par les incitations à se réorganiser pour réduire

durablement les consommations énergétiques, ou à améliorer l'efficacité énergétique de la production ainsi qu'à décarboner les sources d'énergies mobilisées. Il existe une très forte incertitude à ce stade sur le fait que ces efforts supplémentaires d'innovation dans l'efficacité énergétique pourraient se faire au détriment de la productivité des autres facteurs de production, ce qui nuirait à l'amélioration à moyen et long terme de la productivité. Les gains de productivité énergétique représentent un véritable avantage compétitif ; les initiatives européennes en la matière pourraient ainsi au contraire contribuer à la maîtrise des coûts énergétiques et au développement de nouvelles technologies à l'origine de gains de productivité significatifs. Tout dépendra donc du degré de sobriété ou d'innovation que la hausse des prix de l'énergie pourra entraîner.

### **L'optimisation fiscale, nuisible pour la productivité apparente**

Le deuxième chapitre revient sur un facteur qui explique de façon plus structurelle le ralentissement de la productivité. Comme le montrait déjà notre rapport de 2022<sup>1</sup>, la France a été particulièrement touchée par une rapide désindustrialisation qui n'a connu une modération que récemment, avec des conséquences négatives sur la productivité. Le ralentissement de l'accumulation du capital humain était alors à l'œuvre. La question de l'impact sur la croissance et la productivité du rapatriement de certaines activités industrielles se pose alors.

Le rapport aborde cette question en creux en évaluant l'impact de l'optimisation fiscale sur la productivité de l'économie. Notre analyse montre que les écarts de régimes fiscaux internationaux influencent la localisation des filiales d'une multinationale, et aboutit à détacher la mesure des activités des revenus qu'elles génèrent. Cela est surtout vérifié au niveau des actifs intangibles du fait de leur plus grande mobilité. Ainsi, une fiscalité plus élevée dans le pays d'origine où est implantée la maison-mère d'une multinationale entraîne une délocalisation des revenus des actifs intangibles vers des pays à fiscalité plus basse, en l'absence de régulation des mécanismes d'optimisation fiscale. Jusque-là, rien de surprenant. Cependant, cela entraîne une baisse non de l'activité réelle mais de la *mesure* de l'activité et donc de la productivité captée dans le pays d'origine.

La littérature académique sur les possibles biais dans la mesure de la productivité n'est pas nouvelle. En général, de tels biais peuvent s'expliquer soit par une intensité différenciée dans l'utilisation du capital physique, soit par les changements de qualité

---

<sup>1</sup> CNP (2022), *Productivité et compétitivité : analyses conjoncturelles et structurelles post-Covid*, troisième rapport, mai.

des produits ou l'apparition de nouveaux produits, ou encore par des chocs technologiques. Sur le dernier aspect, la numérisation grandissante de l'économie a reçu une attention particulière dans la littérature. Toutefois, même si les biais de mesure de la productivité sont reconnus comme un problème bien réel, ni la numérisation de l'économie, ni les changements de qualité des produits ou l'apparition de nouveaux produits ne peuvent à eux seuls expliquer le ralentissement de la productivité observée.

Plus récemment, l'idée d'un biais dans la mesure de la productivité observée lié à la difficulté des comptes nationaux de bien prendre en compte le capital en actifs intangibles a été évoquée. Cela fait écho au paradoxe de Solow selon lequel « on voit des ordinateurs partout, sauf dans les statistiques de productivité ». Par ailleurs, les revenus des actifs intangibles étant plus facilement délocalisables, même si l'activité humaine sous-jacente à ces actifs (comme les chercheurs par exemple) reste dans le pays d'origine, ils sont les plus susceptibles de faire l'objet d'une optimisation fiscale.

La question qui est posée ici est de savoir comment les stratégies fiscales des entreprises multinationales – notamment en jouant sur la mobilité de ces actifs intangibles – ont un impact sur la mesure de leur productivité observée dans les pays à haute fiscalité comme la France ?

Nous analysons donc dans quelle mesure l'optimisation fiscale de certains grands groupes industriels peut influencer la décision de délocalisation d'une partie de leur activité. Au-delà des enjeux de gouvernance<sup>1</sup>, les différentiels de fiscalité et de règles fiscales – en particulier en Europe – sont alors des éléments à prendre en compte à la fois pour inciter à réindustrialiser la France mais également pour limiter le risque de fuite de carbone par une taxation verte trop forte et *in fine* en pratique quasi exclusivement centrée sur les entreprises locales (objet du chapitre suivant). Cette question paraît d'autant plus importante pour un pays comme la France dont les multinationales françaises du secteur industriel sont celles qui ont le plus d'emplois salariés à l'étranger (CNP, 2022) : pour 100 emplois salariés sur le territoire national en 2019, les multinationales françaises du secteur industriel comptent 67,8 emplois à l'étranger contre 34,5 pour les multinationales allemandes.

De par leur nature et leur structure, les multinationales ont plus de facilités que d'autres entreprises de taille plus petite pour optimiser fiscalement leurs revenus, c'est-à-dire

---

<sup>1</sup> Vicard V. (2020), « [Réindustrialisation et gouvernance des entreprises multinationales](#) », CEPII Policy Brief, n° 35, octobre.

de transférer tout ou partie de leurs profits dans des paradis fiscaux. Cela suppose que les revenus de l'activité sous-jacente à ces profits soient mobiles, ce qui est en particulier le cas des actifs intangibles de l'entreprise comme la R & D et les activités numérisées (comme brevets, propriété intellectuelle et autres activités liées à l'intelligence artificielle). En délocalisant certains revenus de la maison-mère et des filiales locales de la multinationale vers un paradis fiscal, l'opération se traduit par une baisse de la mesure de la croissance économique et de la productivité dans le pays d'origine, avec l'effet inverse pour le pays tiers.

Ainsi, les statistiques internationales doivent être ajustées pour tenir compte du fait que, selon la littérature, 40 % des bénéficiaires au niveau mondial ont été déplacés vers des paradis fiscaux en 2015. De plus, la transformation digitale des activités s'est traduite par une progression continue des investissements intangibles au cours des vingt dernières années<sup>1</sup>. Bien que l'optimisation fiscale des multinationales ne soit pas nouvelle, déconnecter la localisation du capital de celle de la production et des actifs comme la propriété intellectuelle, et manipuler des prix de transfert<sup>2</sup> en l'absence de prix de référence pour les actifs intangibles devient plus facile avec la croissance du capital immatériel.

En utilisant des données individuelles d'entreprises entre 1997 et 2015, combinées avec les liens capitalistiques entre sociétés (au sein d'un groupe, entre maison mère et filiales et leur zone de rattachement, domestique ou étrangère), il ressort que les entreprises multinationales contribuent significativement à l'évolution agrégée de la productivité française : la croissance de la productivité du travail s'établit à 21,5 % entre 1997 et 2015 pour l'ensemble des entreprises observées et tombe à 17,6 % lorsque ce sous-échantillon est retiré. Un biais de mesure sur ces entreprises peut donc avoir d'importantes conséquences agrégées. Sur cette base, nous constatons une différence de 0,04 point de pourcentage entre la croissance annuelle prédite (sans présence dans les paradis fiscaux) et observée de la productivité agrégée du travail, ce qui équivaut à une perte de 5,7 % du taux de croissance annuel de la productivité du travail au niveau agrégé (par rapport à la croissance annuelle de la productivité agrégée observée) entre 1997 et 2015.

---

<sup>1</sup> Sur ce thème, voir par exemple l'étude de l'OCDE de 2019 qui montre que les actifs intangibles ont crû de façon dynamique entre 1995 et 2014, et même plus fortement que les actifs tangibles pour un certain nombre de grands pays développés. Voir Demmou L., Stefanescu I. et Arquie A. (2019), « [Productivity growth and finance: The role of intangible assets – a sector level analysis](#) », *Working Paper*, n° 1547, OCDE, mai.

<sup>2</sup> Selon la définition de l'OCDE, les prix de transfert sont « les prix auxquels une entreprise transfère des biens corporels, des actifs incorporels, ou rend des services à des entreprises associées ».

Cette baisse de la productivité apparente semble s'expliquer par le transfert des bénéfices et non pas par une baisse effective de productivité du fait de l'implantation à l'étranger. En effet, les profits se réduisent de 5 % l'année d'implantation de la firme dans le paradis fiscal et cet effet fluctue autour de 10 % dans les trois années qui suivent. De plus, la chute des profits est particulièrement marquée pour les entreprises intensives en capital intangible. Le niveau de la productivité apparente du travail est réduit en moyenne de 4,0 % en France quand une entreprise devient une multinationale avec une filiale dans un paradis fiscal et appartient à la catégorie des entreprises fortement intensives en actifs immatériels, contre 2,4 % pour les moins intensives. De plus, l'effet est exacerbé lorsque la délocalisation dans un paradis fiscal intervient au niveau de la tête de groupe et non via une implantation de filiale<sup>1</sup>.

### **Action pour le climat : quels instruments pour traiter de l'impact sur la productivité et la compétitivité ?**

Le dérèglement climatique est devenu une réalité et l'ampleur des dégâts en l'absence d'actions concrètes par les États sera importante. C'est pourquoi il est indispensable de mettre en place dès maintenant des mesures environnementales efficaces, justes et rapides pour la transition vers la neutralité carbone. Les objectifs ambitieux que s'est fixés l'Europe reflètent cette urgence climatique.

Quel que soit le scénario envisagé, la transition climatique aura un impact – à court et moyen termes – sur la croissance économique, et sur la productivité et la compétitivité en particulier, qui est l'objet du chapitre 3 de ce rapport.

Sur le plan économique, des solutions existent pour favoriser une adaptation graduelle vers une économie totalement décarbonée d'ici 2050. Comme le souligne l'analyse de Pisani-Ferry et Mahfouz (2023), bien qu'il soit vraisemblable que l'impact de la transition climatique sur la croissance économique sera négatif à court et moyen termes, les coûts de cette transition climatique seront inférieurs aux coûts de l'inaction<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Une distinction est faite entre la présence d'un groupe dans un paradis fiscal via la création d'une filiale et le transfert de dette avec la maison-mère qui est transférée du pays d'origine au paradis fiscal via l'absorption de son quartier général dans un groupe offshore encore plus grand. De fait, la localisation de la dette d'entreprise est un outil important d'optimisation fiscale : l'entité subsidiaire paie les intérêts sur le prêt existant garanti par la maison-mère localisée dans un paradis fiscal et les déduit de ses impôts déclarés en baissant les profits réalisés.

<sup>2</sup> Pisani-Ferry J. et Mahfouz S. (2023), *Les incidences économiques de l'action pour le climat*, rapport à la Première ministre, France Stratégie.

Selon Kahn *et al.* (2019)<sup>1</sup>, la perte de PIB par habitant liée à une transition climatique en ligne avec les accords de Paris est estimée autour de 1,1 % contre 7 % en cas d'inaction.

En ce qui concerne l'impact de la transition climatique sur la productivité – notre préoccupation dans ce chapitre – il dépendra notamment de la capacité des entreprises européennes et françaises à profiter de cette période de transition pour investir dans les énergies décarbonées au moyen de changements de processus industriels, organisationnels et d'innovations technologiques. Les études reprises dans ce chapitre suggèrent que l'impact à long terme de la transition climatique sur la productivité serait négatif (respectivement positif) sans (respectivement avec) une innovation technologique et des investissements adaptés.

En ce qui concerne l'impact de la transition sur la compétitivité, il est fort probable que la rentabilité des entreprises françaises et européennes et leur compétitivité seront dégradées dans une première phase, dans un scénario où seuls ces pays mettraient en place des mesures suffisantes pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Ces entreprises pourraient rebondir grâce à de nouveaux investissements alliant gains de productivité et baisse des coûts de production, à condition cependant que la base productive ne se soit pas trop dégradée dans la première phase de perte de compétitivité.

Ce constat pose la question des mesures nouvelles à déployer en Europe et en France pour compléter les mesures actuelles en incitant bien les entreprises à prendre les décisions d'investissement nécessaires pour atteindre les objectifs climatiques européens. En ce qui concerne les outils que l'Europe a décidé de mettre en œuvre par l'adoption du texte législatif « Ajustement à l'objectif 55 », ils pourraient avoir un impact positif sur la compétitivité et la productivité à condition qu'ils soient combinés à des mesures complémentaires bien adaptées. L'Union européenne dispose d'instruments spécifiques destinés à préserver la compétitivité industrielle ou à s'assurer que les producteurs étrangers respectent les exigences environnementales auxquelles sont soumis les producteurs européens (règlement batterie, règlement déforestation, etc.), ainsi que de mesures de soutien importantes via notamment des subventions. Cependant, les études récentes dont celles de l'OCDE (à paraître) pointent les risques en termes de compétitivité pour l'UE en raison de la hausse des

---

<sup>1</sup> Kahn M.E., Mohaddes K., Ng R.N.C., Pesaran M.H., Raissi M. et Yang J.-Ch. (2019), « [Long-term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis](#) », *IMF Working Paper*, n° 19/215, octobre.

coûts de production. Et la question du cadre des aides européennes et de leur efficacité jusqu'au niveau national demeure un enjeu décisif.

Les effets des politiques climatiques sur la croissance et la productivité peuvent être résumés comme suit. À court terme, les effets sont négatifs du fait des effets distorsifs de ces politiques, qui « forcent » les fonctions de production. À moyen terme, les effets peuvent être positifs en raison des changements technologiques mais pour autant que les entreprises innovent et que la base productive ne se soit pas effondrée. À long terme, les études sont plus divisées : les unes soulignant qu'il y a de fortes chances que l'impact final ne soit pas positif (avec un sentier de croissance durablement plus faible que celui avant la transition) ; les autres concluant à un effet positif du fait des économies de dommages climatiques et donc un effet net positif sur le PIB par habitant et, selon la façon dont on le mesure, sur la productivité. Un enjeu fondamental est d'atteindre l'objectif européen très ambitieux de décarbonation en comparaison des autres régions du monde, sans que cet écart en termes de mesures proactives ne se traduise par une perte de compétitivité qui entraînerait alors une perte de base industrielle et donc une dégradation de la souveraineté. Le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) vise justement à réduire les fuites de carbone et constitue une contribution positive en ce sens. L'objectif doit être avant tout de promouvoir une approche holistique dans l'adoption des outils de décarbonation.

Au-delà du rôle indéniable que les producteurs joueront dans le processus de décarbonation d'ici 2050, la question du rôle des consommateurs est posée. Y a-t-il des leviers (et si oui, lesquels) qui permettraient d'augmenter l'impact des consommateurs *via* leurs dépenses et, par ce canal, d'influencer la production des entreprises? Différentes pistes de réflexion sont avancées dans le rapport pour s'assurer d'une décarbonation efficace, juste et rapide sans impact négatif sur la compétitivité.

Une piste serait de mettre en place un mécanisme d'étiquetage carbone sur les biens de consommation finale. Cela laisserait aux ménages le libre arbitre de réorienter leur consommation vers des produits moins carbonés. Et cela inciterait au développement de la comptabilité carbone, ce qui permettrait de développer une mesure beaucoup plus robuste du contenu carbone des produits finis sur l'ensemble de leur chaîne de production et de leur cycle de vie<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Fleckinger P. et Prévet A. (2023), « [Décarbonation, réindustrialisation et entreprises de taille intermédiaire](#) », Etilab, Mines Paris PSL, novembre.

À terme, l'introduction d'une taxe ou subvention carbone sur les produits de consommation finale, ajustée en fonction de leur contenu carbone sur l'ensemble du processus de production total, pourrait faire sens, profitant ainsi de l'importance du signal prix sur le comportement de consommation des ménages. Des mesures additionnelles peuvent compléter cette altération du prix à la consommation en fonction de l'empreinte carbone afin (i) de ne pas accentuer les inégalités, (ii) d'en assurer un effet neutre sur les comptes publics pour ne pas aggraver les déséquilibres budgétaires. Cela participerait à l'objectif de réindustrialisation et ainsi d'amélioration de la souveraineté car ce serait favorable à la compétitivité, à l'attractivité et au renforcement des investissements privés et de l'innovation. Toutefois, les effets de cette approche fondée sur le consommateur doivent être vérifiés empiriquement par des études plus approfondies. Une récente microsimulation de ces mesures<sup>1</sup> est présentée dans le chapitre.

---

<sup>1</sup> Chanut N. (2022), *Essays in Public and Environmental Economics*, London School of Economics and Political Science, juin.

# CHAPITRE 1

## IMPACT DE LA CRISE DU COVID ET DES TENSIONS ÉNERGÉTIQUES SUR L'APPAREIL PRODUCTIF

---

La première section de ce chapitre présente l'environnement macroéconomique général dans lequel s'inscrit l'évolution de l'économie française. Le rebond de l'économie mondiale qui succédait à la crise sanitaire a été perturbé par les conséquences de l'invasion russe de l'Ukraine. Dans cet environnement macroéconomique incertain – rémanences de la crise sanitaire notamment en Chine, inflation élevée nourrie par la crise énergétique, difficultés d'approvisionnement et tensions de recrutement, durcissement des conditions de financement –, l'économie française témoigne de fondamentaux macroéconomiques solides, avec une croissance soutenue notamment par un marché du travail toujours dynamique, par l'investissement des entreprises et par une production industrielle qui a poursuivi son rebond et s'est montrée résiliente face à la hausse des prix de l'énergie. Elle dispose dès lors de sérieux atouts dans une économie internationale qui freine.

Dans la continuité du précédent rapport du Conseil national de productivité<sup>1</sup>, la deuxième section revient sur l'impact du télétravail et des réallocations sectorielles sur la productivité du travail. Elle complète et actualise l'analyse de ces transformations à partir des derniers travaux disponibles. Les études produites depuis le dernier rapport confirment que l'impact du télétravail sur la productivité est variable. Il dépend de nombreux facteurs, en particulier les conditions de sa mise en place (outils, formation des télétravailleurs et de leurs managers), l'organisation du travail dans l'entreprise ainsi que le type de management (autonomie du salarié, valorisation du résultat plutôt que de la présence, capacité d'adaptation du management) et les caractéristiques de chaque métier (degré d'interdépendance à d'autres tâches, caractère créatif ou non des tâches, autonomie). S'agissant des réallocations sectorielles, la crise sanitaire ne semble pas avoir entraîné, en France, de mouvement de réallocation des facteurs à

---

<sup>1</sup> CNP (2022), *Productivité et compétitivité : analyses conjoncturelles et structurelles post-Covid*, troisième rapport, mai.

court terme, bien que des effets transitoires de recomposition sectorielle significatifs aient été observés au pic de la crise. Ses effets à long terme sont encore incertains et nécessiteront davantage de recul. La deuxième section analyse également l'impact de l'essor de l'apprentissage – qui constitue un marqueur de ces trois dernières années – sur la productivité du travail à court terme.

La troisième section examine l'impact de l'évolution des prix de l'énergie sur la productivité. Cette analyse apparaît nécessaire, à la fois dans le contexte de crise énergétique et à plus long terme compte tenu de l'augmentation des prix de l'énergie que doit entraîner la transition écologique. En tant qu'intrant indispensable à la production, l'augmentation des prix de l'énergie semble affecter négativement la productivité à court et moyen terme, mais son impact à long terme est incertain. L'examen de la littérature académique la plus récente montre que la capacité des entreprises à investir diminue avec l'augmentation des prix de l'énergie, ce qui a un impact négatif direct sur la productivité du travail. Cet effet peut être en partie contrebalancé par les incitations à améliorer l'efficacité énergétique de la production. Il existe néanmoins une très forte incertitude sur le fait que ces efforts supplémentaires d'innovation dans l'efficacité énergétique pourraient se faire au détriment de la productivité des autres facteurs de production, ce qui nuirait à l'amélioration à moyen et long terme de la productivité, ou pourrait au contraire contribuer au développement de nouvelles technologies à l'origine de gains de productivité significatifs

## **1. Cadrage macroéconomique conjoncturel**

Le rebond de l'économie mondiale qui succédait à la crise sanitaire a été perturbé par les conséquences de l'invasion russe de l'Ukraine<sup>1</sup>. Dans cet environnement macroéconomique incertain – rémanences de la crise sanitaire, inflation élevée tirée par la crise énergétique, difficultés d'approvisionnement et tensions de recrutement – l'économie internationale fait preuve de résilience : l'activité a continué de progresser en 2022.

Au sein des pays avancés, l'économie française présente des fondamentaux macroéconomiques solides avec une croissance (+2,5 % en 2022 selon l'Insee) soutenue notamment par un marché du travail toujours dynamique, par l'investissement des entreprises et par une production industrielle qui a poursuivi son rebond.

---

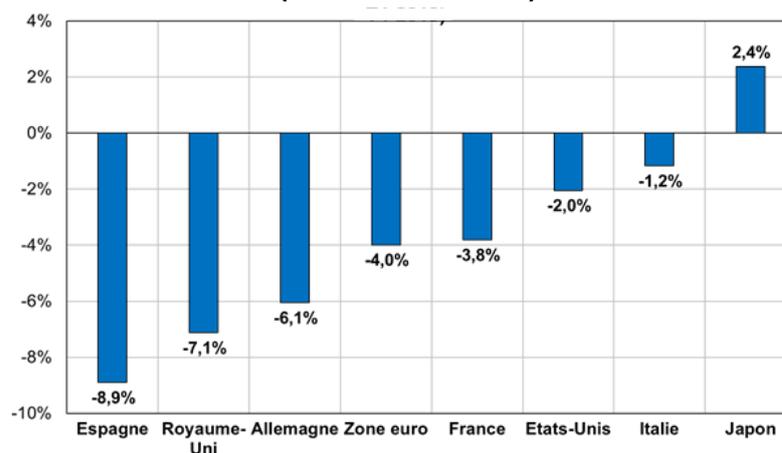
<sup>1</sup> Cette section intègre les données disponibles au 1<sup>er</sup> juin 2023. Les données diffusées subséquentement, y compris les révisions des données présentées, ne sont pas intégrées à ce rapport.

## 1.1. Le rebond post-crise sanitaire a été atténué par les conséquences de la guerre en Ukraine et par la dégradation de l'environnement macroéconomique international

### *En France comme dans le reste de l'économie mondiale, l'invasion russe en Ukraine a atténué le rebond de l'activité*

À l'échelle mondiale, le FMI<sup>1</sup> estime que la croissance s'est élevée à +3,4 % en 2022 (+2,7 % pour les pays avancés et +4,0 % pour les pays émergents et en développement). Elle a atteint +3,5 % en 2022 en zone euro<sup>2</sup>, après le rebond observé de +5,3 % en 2021. Elle varie toutefois significativement entre les pays : la croissance s'est élevée à +1,9 % en Allemagne (après +2,6 % en 2021), +2,5 % en France (après +6,4 %), +3,8 % en Italie (après +7,0 %) et +5,5 % en Espagne (après +5,5 %) qui disposait de davantage de marges de rattrapage. Une dynamique similaire s'observe en dehors de l'Union européenne parmi les grands pays avancés : le PIB a crû de +1,0 % au Japon en 2022 (après +2,2 %), +2,1 % aux États-Unis (après +5,9 %) et +4,1 % au Royaume-Uni (après +7,6 %). D'un point de vue infra-annuel, la croissance a fortement ralenti au deuxième semestre 2022 dans l'ensemble des économies avancées (à l'exception notable des États-Unis), sous l'effet des conséquences de la guerre en Ukraine. L'écart entre la croissance observée début 2023 et la tendance pré-crise demeure significatif dans la zone euro et aux États-Unis (voir Graphique 1).

**Graphique 1 – Écart du PIB au deuxième trimestre 2023 par rapport à la tendance pré-crise (T1-2015 à T4-2019)**

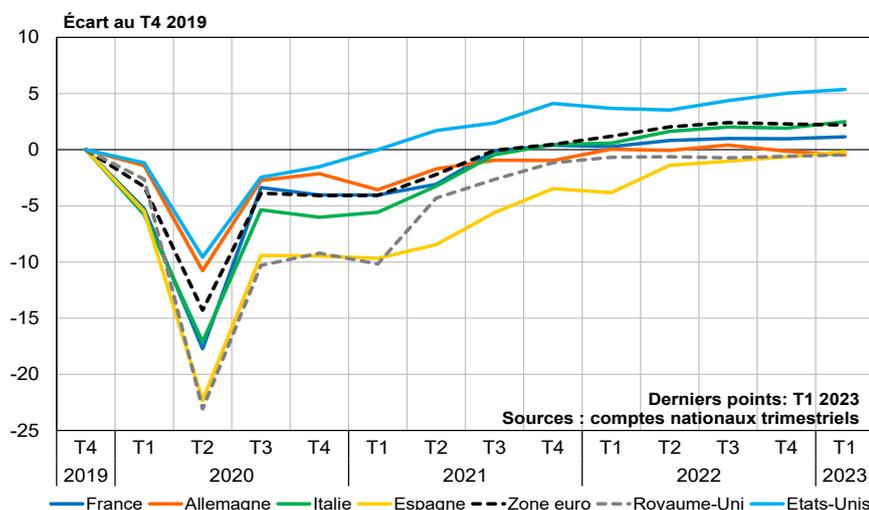


Source : comptes nationaux trimestriels

<sup>1</sup> FMI (2023), *World Economic Outlook*, avril.

<sup>2</sup> Données Eurostat corrigées des variations saisonnières et des jours ouvrés.

**Graphique 2 – Évolution du PIB dans les principaux pays avancés du quatrième trimestre 2019 au premier trimestre 2023**



Sources : comptes nationaux trimestriels, calculs DG Trésor

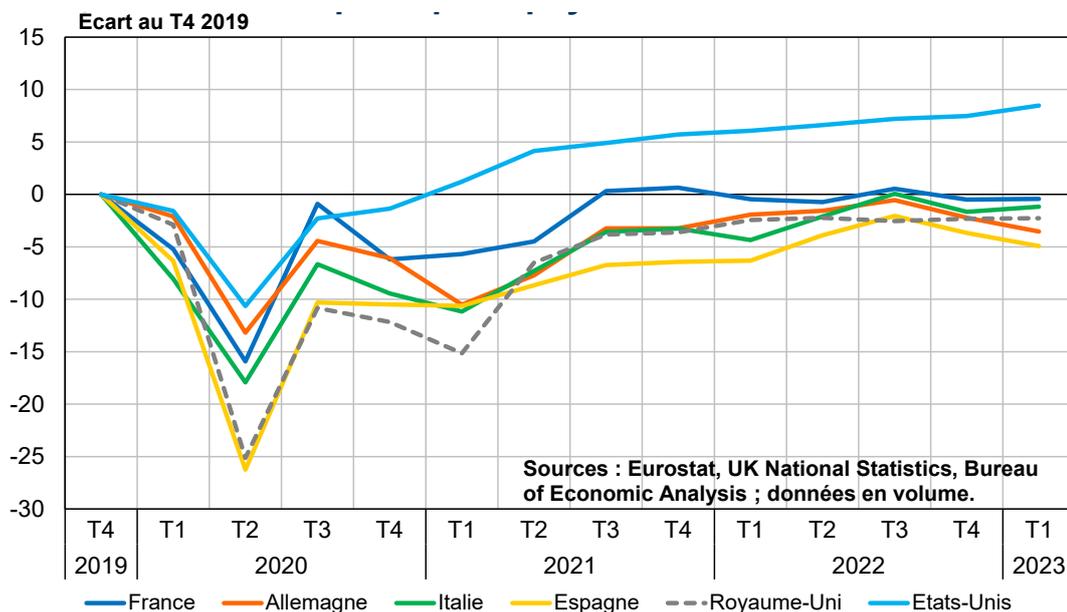
### ***L'économie française apparaît particulièrement résiliente en comparaison internationale***

Les dernières données disponibles suggèrent que l'économie française figure parmi les plus dynamiques au sein des pays développés au début de l'année 2023. Après avoir résisté aux différents chocs externes au cours du second semestre 2022, l'activité a en effet légèrement accéléré au premier trimestre 2023, à +0,2 % (après +0,0 %) alors qu'elle a reculé dans l'ensemble de la zone euro (-0,1 % après -0,1 %), notamment pénalisée par le recul de l'activité en Allemagne (-0,3 % après -0,5 %). L'activité a en revanche progressé au premier trimestre en Espagne (+0,5 % après +0,4 %), en Italie (+0,6 % après -0,1 %) ainsi qu'aux États-Unis (+0,3 % après +0,6 %).

Par ailleurs, la bonne tenue des fondamentaux de la croissance confirme la capacité de l'économie française à surmonter les chocs résultant de l'invasion russe de l'Ukraine.

#### ***La France se distingue par une résilience de la consommation et un investissement qui a continué de fortement progresser***

En France comme dans les autres pays avancés, la consommation des ménages a rebondi post-crise sanitaire (+2,1 % en 2022 après +5,1 % en 2021). La consommation des ménages a ainsi retrouvé son niveau d'avant-crise sanitaire en France, contrairement aux autres grandes économies européennes, malgré un taux d'épargne restant plus élevé qu'avant la crise sanitaire.

**Graphique 3 – Consommation finale des ménages dans les principaux pays avancés**

Sources : Eurostat, UK National Statistics, Bureau of Economic Analysis

Parmi les grands pays avancés, la consommation des ménages n'a dépassé son niveau pré-crise sanitaire qu'en France et aux États-Unis (voir Graphique 3 ci-dessus). À titre d'exemple, au premier trimestre 2023, elle demeure inférieure de -2,3 points à son niveau du quatrième trimestre 2019 au Royaume-Uni, et de -4,9 points en Espagne.

Si le profil infra-annuel est marqué par une baisse de la consommation au quatrième trimestre 2022, notamment sous l'effet de l'inflation alimentaire (voir *infra*), cette baisse est également liée à la douceur des températures cet hiver et aux comportements de sobriété énergétique des ménages qui ont permis de réduire la consommation d'énergie liée au chauffage. Le premier trimestre 2023 est, quant à lui, marqué par une stabilité de la consommation des ménages.

Les mesures déployées par l'État lors de la crise sanitaire puis énergétique ont permis de protéger les ménages et entreprises et ainsi de soutenir l'activité. En termes budgétaires, les mesures d'urgence discrétionnaires annoncées en France pour 2020 et 2021 (estimation arrêtée au 22 février 2022) pour faire face aux conséquences de la pandémie, de 5,7 % du PIB 2019, sont proches de la moyenne de la zone euro, de 6,7 % du PIB 2019, hors mesures de trésorerie et de garantie (4,2 % du PIB 2019 en Allemagne pour 2020 et 2021 ; 6,8 % en Espagne ; 11,6 % en Italie).

En France, malgré l'important choc économique, le revenu des ménages a augmenté en 2020 grâce aux mesures de soutien mises en place. Les prestations sociales versées ont augmenté de 6,9 % en lien avec l'indemnisation publique de l'activité partielle (+61,2 % des prestations liées à l'emploi en 2020) qui a été très efficace pour limiter les répercussions du choc d'activité sur l'emploi et les revenus des ménages, en particulier pour les salariés faiblement rémunérés. En plus des minima sociaux existants, qui réduisent l'intensité de la pauvreté, les ménages les plus modestes bénéficiaires de prestations sociales ont pu bénéficier d'aides exceptionnelles de solidarité. L'ensemble de ces mesures a contribué à la stabilité des inégalités de niveau de vie et de la pauvreté monétaire en 2020 par rapport à 2019.

Les mesures de protection sociale mises en place dès fin 2021 pour faire face à l'inflation et préserver les revenus des ménages ont permis de soutenir le pouvoir d'achat. La France est l'un des grands pays de l'UE où le soutien public pour préserver les revenus des ménages et des entreprises face à la crise énergétique a été le plus important. En cumul sur les années 2021-2023 (estimations arrêtées au 17 mai 2023), l'effort en France s'établirait à 4,5 % du PIB, proche de celui de l'Allemagne (4,4 %) et de l'Italie (4,7 %), et supérieur à celui de l'Espagne (3,9 %).

En France, les mesures<sup>1</sup> ont été particulièrement efficaces pour contenir la hausse des prix (-3 points sur l'inflation au deuxième trimestre 2022 en glissement annuel selon l'Insee<sup>2</sup>), ce qui contribue au fait que l'inflation, en cumulé, reste inférieure à celle de ses principaux voisins sur l'année 2022 : au sens de l'IPCH, l'inflation en France a été de 5,9 %, contre 8,7 % en Allemagne, 8,9 % en Italie et 8,3 % en Espagne.

L'investissement privé est resté élevé en France alors qu'il a décliné dans la plupart des autres pays développés. En 2021, l'investissement des entreprises avait déjà enregistré une très forte hausse (+9,9 %), supérieure au rebond de l'activité (+6,4 %) après avoir déjà bien résisté en 2020 où il avait moins baissé (-5,4 %) que l'activité (-7,5 %) – alors qu'il a normalement tendance à amplifier les variations de celle-ci. Cette relative bonne tenue de l'investissement en 2020 peut notamment s'expliquer

---

<sup>1</sup> En plus des mesures de blocage des prix de l'énergie, et d'une remise sur le prix du carburant, le gouvernement a mis en œuvre, depuis octobre 2021, des dispositifs à destination des ménages les plus modestes pour préserver leur pouvoir d'achat : des chèques énergie exceptionnels en 2021 et 2022, une indemnité inflation pour les individus qui touchent moins de 2 000 euros nets par mois, une revalorisation des prestations sociales et des pensions de 4 % en juillet 2022, une aide exceptionnelle de rentrée, une indemnité carburant pour les Français modestes ayant besoin de leur voiture pour aller travailler, etc.

<sup>2</sup> Voir Bourgeois A. et Lafrogne-Joussier (2023), « [La flambée des prix de l'énergie : un effet sur l'inflation réduit de moitié par le bouclier tarifaire](#) », *Insee Analyses*, n° 75, septembre.

par les mesures de soutien du gouvernement, renforcées par la résilience du secteur financier, qui a pu maintenir des conditions de financement favorables pour les entreprises. L'investissement en services des entreprises s'est également maintenu en 2020, puis a accéléré, notamment en raison des besoins accrus en logiciels et autres services informatiques pour permettre aux entreprises de s'adapter (notamment avec la mise en place du télétravail). L'investissement des entreprises a ainsi retrouvé son niveau d'avant-crise sanitaire dès le premier trimestre 2021.

Ce dynamisme a continué en 2022, malgré les multiples chocs, avec une progression moyenne de l'investissement sur l'année de +3,6 %. Malgré une baisse de l'investissement des entreprises au premier trimestre 2023, du fait d'un repli de l'investissement en construction, l'acquis de croissance pour l'année 2023 demeure élevé (+2,3 %) et l'investissement productif continue de progresser.

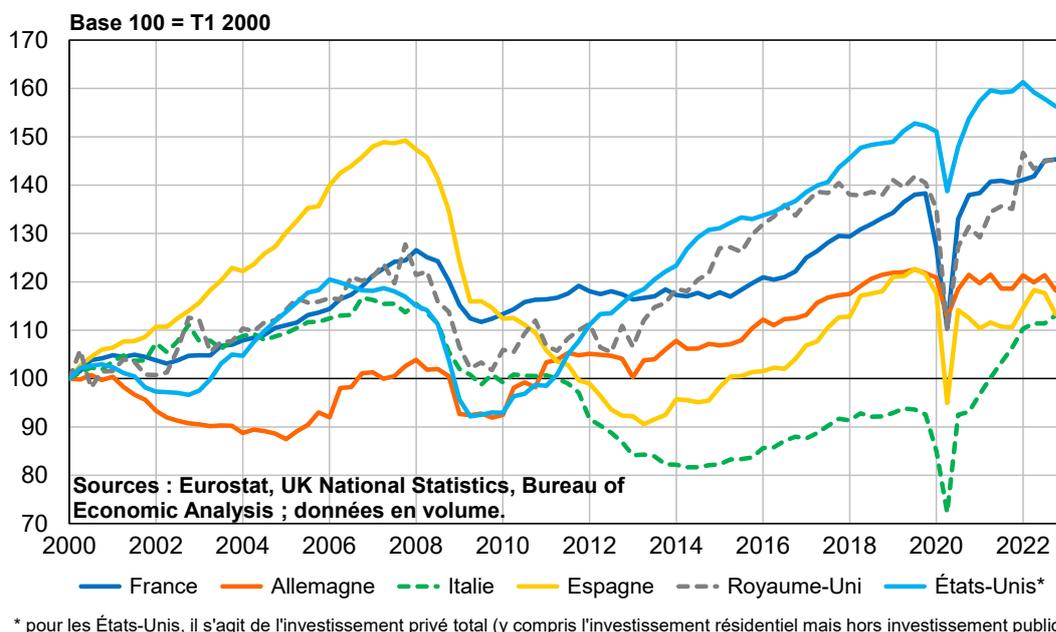
Cette progression marquée de l'investissement des entreprises s'inscrit dans une tendance haussière de long terme. Le taux d'investissement des entreprises progresse depuis une dizaine d'années en France : sur la période 2010-2020, il a progressé en moyenne de 0,3 point par an. Cette progression peut notamment s'expliquer par les besoins d'investissement liés à la double transition numérique et écologique, par les marges de manœuvre financières supplémentaires liées à la baisse de l'impôt sur les sociétés et, plus récemment, des impôts de production, ainsi qu'aux conditions de financement favorables sur la période.

Cette dynamique positive tranche avec le ralentissement de l'investissement total en sortie de crise sanitaire dans les principaux pays avancés (à l'exception du Royaume-Uni et de l'Italie qui ont bénéficié de marges de rattrapage ainsi que de dispositifs d'incitation<sup>1</sup>), comme l'illustre le Graphique 4 page suivante.

---

<sup>1</sup> L'Italie affiche un investissement total bien supérieur au premier trimestre 2023 à son niveau du quatrième trimestre 2019 (+23,1 point), porté par l'investissement en construction fortement soutenu par les dispositifs de superbonus. Le Royaume-Uni a également mis en place un dispositif de suramortissement sur les dépenses d'investissement en installations et machines neuves.

Graphique 4 – Investissement total dans les principaux pays avancés



Sources : Eurostat, UK National Statistics, Bureau of Economic Analysis

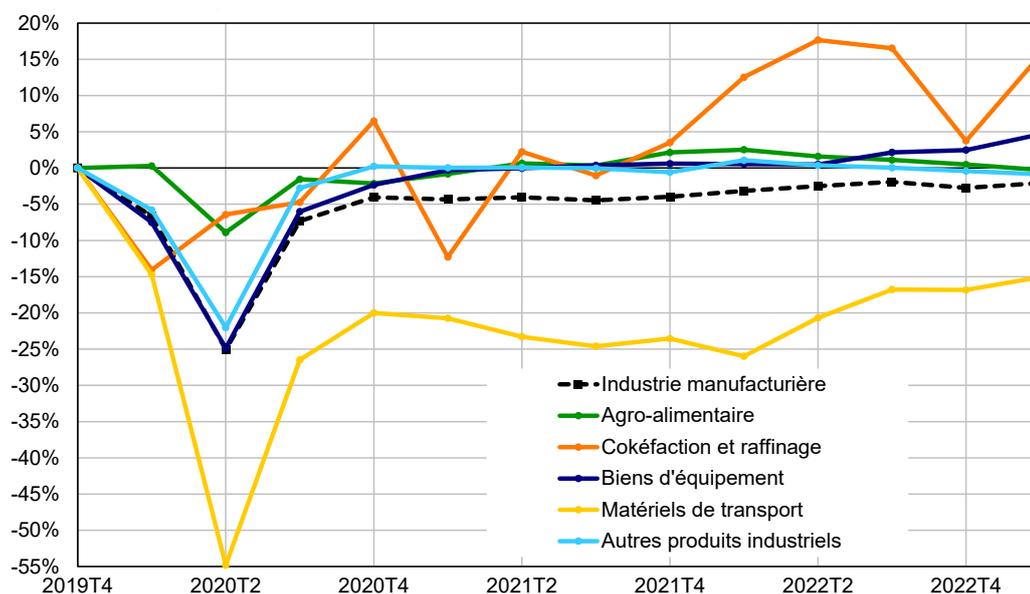
### *La production de l'industrie manufacturière, malgré son exposition aux chocs, a poursuivi son rebond en 2022 et confirme sa résilience début 2023*

L'industrie manufacturière, pas encore rétablie du choc sanitaire, a été particulièrement exposée en 2022 aux conséquences de l'invasion russe en Ukraine. Outre la forte hausse des prix de l'énergie (qu'il s'agisse du pétrole, du gaz ou de l'électricité), cette dernière a alimenté les contraintes d'offres déjà particulièrement élevées du fait de la vigueur du rebond post-crise sanitaire.

La production manufacturière a pourtant continué de progresser en 2022 (+1,6 % en volume sur l'ensemble de l'année). En infra-annuel, seul le quatrième trimestre a vu la production reculer (-0,8 %) principalement du fait du mouvement social, en octobre, dans les raffineries, la croissance reprenant dès le premier trimestre 2023 (+0,7 %).

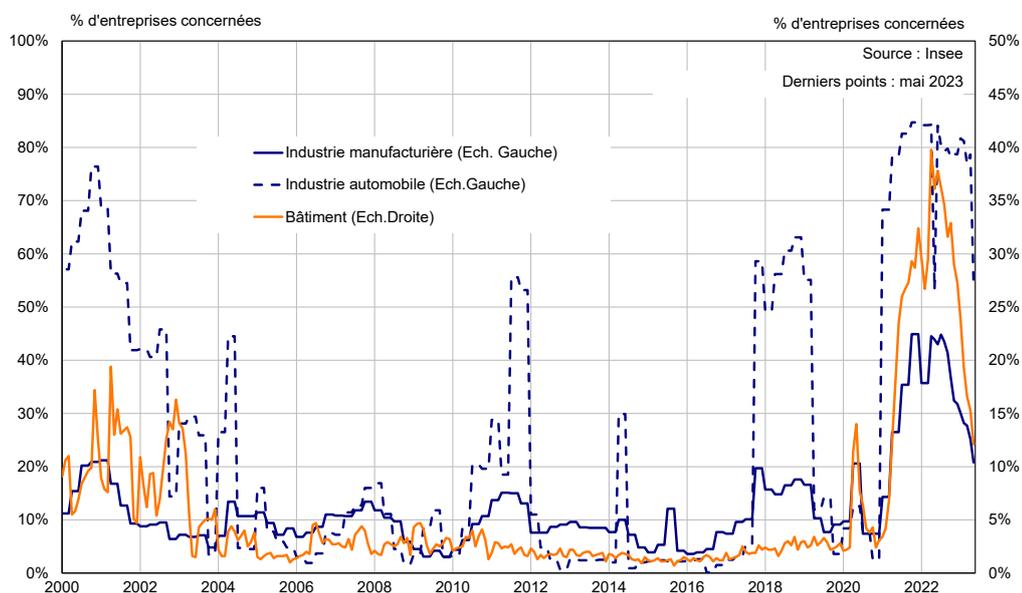
Si le niveau d'activité du secteur est encore inférieur à son niveau pré-crise sanitaire, les derniers signaux conjoncturels semblent plutôt encourageants. L'industrie manufacturière est encore très affectée par les contraintes d'offres, et particulièrement d'approvisionnement (notamment en ce qui concerne les matériels de transport, qui concentrent à eux seuls la quasi-totalité de l'écart à l'avant-crise), mais celles-ci semblent se résorber progressivement, notamment avec la fin de la politique zéro-covid en Chine.

**Graphique 5 – Écart de la production par rapport au quatrième trimestre 2019**



Source : Insee, calculs DG Trésor

**Graphique 6 – Difficultés d’approvisionnement en France dans l’industrie et le bâtiment (2005-2023)**



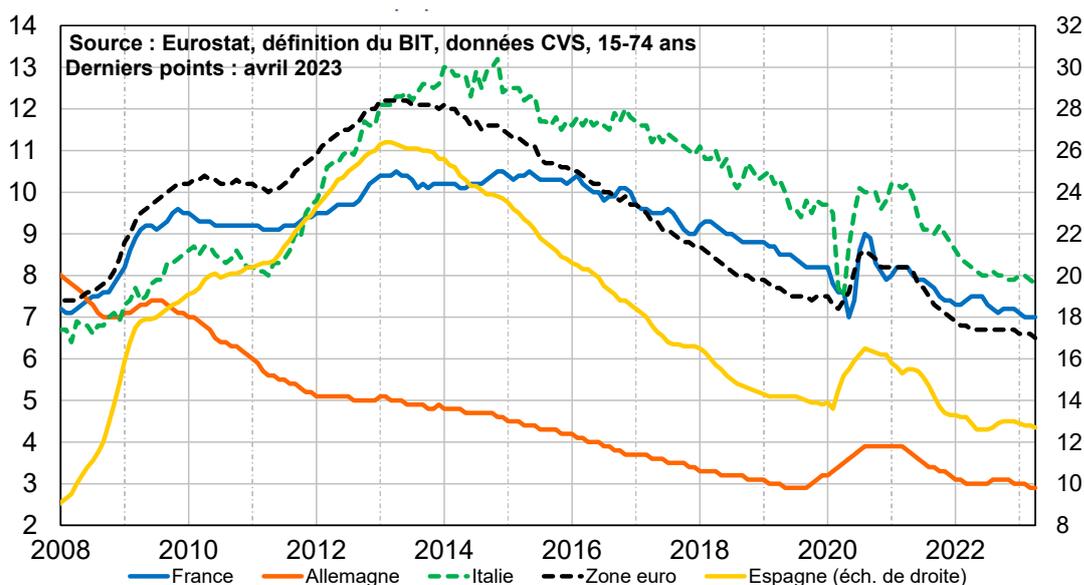
Source : Insee

Les enquêtes de conjoncture témoignent en effet d'une baisse continue des difficultés d'approvisionnement depuis le premier semestre 2022. Selon la Banque de France, fin avril 2023, elles atteignent un plus bas depuis mai 2021. L'enquête de l'Insee de mai 2023 signale que les difficultés d'approvisionnement décroissent de manière régulière depuis plusieurs mois dans l'industrie et le bâtiment, en restant cependant nettement au-dessus de leurs moyennes de longue période, à respectivement 26 % contre 13 %, et 12 % contre 6 % (voir Graphique 6 page précédente), les vulnérabilités structurelles des chaînes de valeur n'ayant cependant pas encore été résolues.

### *Le marché de l'emploi reste particulièrement dynamique*

En France, le chômage atteint un niveau historiquement bas, en dépit de la succession des chocs économiques. Le taux de chômage au sens du Bureau international du travail (BIT) s'élève à 7,1 % de la population active en France (hors Mayotte) au premier trimestre 2023, soit 1,1 pt de moins qu'au quatrième trimestre 2019. Le nombre de chômeurs a diminué de 282 000 au premier trimestre 2023 par rapport à son niveau au quatrième trimestre 2019, et s'établit ainsi à 2,2 millions de personnes. Cette baisse est particulièrement importante pour les jeunes de 15 à 24 ans dont le taux de chômage (à 16,6 %) est 5,2 points inférieur à son niveau de fin 2019. Cette diminution s'explique notamment par la dynamique des contrats en alternance : selon la Dares, les entrées en apprentissage ont plus que doublé entre 2017 et 2022 avec 830 000 entrées en 2022 contre 305 000 en 2017.

**Graphique 7 – Zone euro : taux de chômage harmonisé, en % de la population active, données mensuelles**



Source : Eurostat, définition du BIT, données CVS, 15-74 ans

Selon les estimations de l'OFCE d'avril 2023<sup>1</sup>, l'emploi salarié marchand non agricole a progressé de 797 000 entre la fin 2019 et fin 2022, alors que, compte tenu de la productivité du travail tendancielle observée avant la crise, évaluée à 0,8 % par an par Ducoudré et Heyer (2017)<sup>2</sup>, l'emploi salarié marchand aurait dû, toutes choses par ailleurs, baisser de 270 000 emplois. Cela correspond donc à un écart de plus de 1 million de salariés marchands au cours de la période 2019-2022. La section 2.1 revient plus en détail sur les facteurs expliquant ce surplus de créations d'emplois.

La dynamique positive du marché de l'emploi en France entre le quatrième trimestre 2019 et le premier trimestre 2023 est similaire à celle que rencontrent l'Espagne et l'Italie (respectivement une baisse du taux de chômage 15-74 ans de -1,0 point et -1,7 point par rapport au niveau pré-pandémique). L'Allemagne, les États-Unis et le Royaume-Uni, quant à eux, retrouvent leur taux de chômage pré-pandémique fin 2022 après une hausse du chômage pendant la pandémie de Covid-19.

Ces chiffres positifs sur le chômage se retrouvent dans la progression du taux d'emploi, qui conforte donc la bonne tenue du marché du travail. La France connaît en effet également une hausse quasi continue du taux d'emploi des 15-64 ans qui atteint 68,6 % au premier trimestre 2023, à son plus haut niveau depuis que l'Insee le mesure (1975). Cette amélioration du taux d'emploi est similaire à celle observée dans la plupart des pays de la zone OCDE, où le taux d'emploi moyen (15-64 ans) a légèrement augmenté pour atteindre 69,6 % au quatrième trimestre 2022, soit 0,7 point au-dessus du niveau du quatrième trimestre 2019. Il s'agit du plus haut niveau depuis que cette série OCDE existe. L'Allemagne, la France et le Japon ont enregistré des niveaux records. En France, cette hausse est particulièrement marquée pour les jeunes : leur taux d'emploi, à 35,3 % au premier trimestre 2023, augmente de 0,7 point sur un an et de 5,5 points depuis le quatrième trimestre 2019.

La baisse du taux de chômage et l'augmentation du taux d'emploi vont de pair avec une amélioration de la qualité de l'emploi. Le taux d'emploi à temps complet s'établit ainsi à 57,2 % au premier trimestre 2023. Il s'agit du niveau le plus élevé depuis que l'Insee le mesure à fréquence trimestrielle (à partir de 2003). En outre, le taux d'emploi en CDI (à 50,6 % au premier trimestre 2023) est 0,8 pt supérieur à son niveau d'avant crise sanitaire. Le taux d'emploi en contrat à durée déterminée (CDD) est, quant à lui,

---

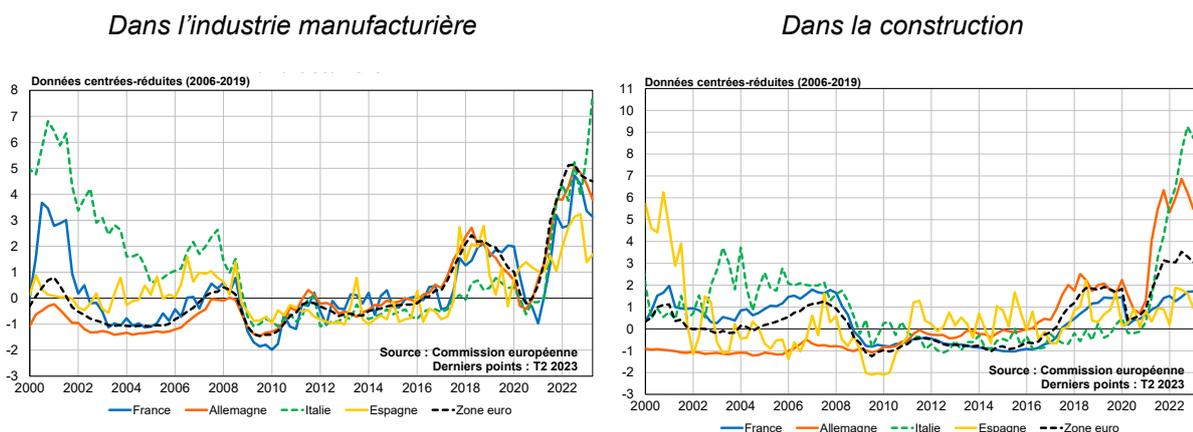
<sup>1</sup> OFCE (2023), « [Le prix de l'inflation - Perspectives 2023-2024 pour l'économie française](#) », *Revue de l'OFCE*, n° 180, avril.

<sup>2</sup> Ducoudré B. et Heyer É. (2017), « [Quel nouveau sentier de croissance de la productivité du travail ? Une analyse pour six grands pays développés](#) », *Revue de l'OFCE*, n° 152.

quasi stable par rapport au quatrième trimestre 2019 (à 5,4 % au premier trimestre 2023, contre 5,4 % au quatrième trimestre 2019).

Cette amélioration du marché de l'emploi s'accompagne de tensions de recrutement, déjà présentes avant la crise sanitaire et qui restent élevées dans tous les secteurs. En France, elles concernent encore 65 % des entreprises dans l'industrie manufacturière, 56 % dans les services (hors transport) et 78 % dans la construction en avril 2023 selon les données de l'Insee. Elles semblent cependant avoir passé leur pic et amorcé une légère décrue (voir Graphique 8 ci-dessous) dans la plupart des pays de la zone euro, à l'exception de l'Italie où, à un niveau déjà élevé, elles continuent de croître rapidement. Elles sont cependant pour partie structurelles et n'avaient pas empêché l'activité de progresser avant-crise. Le déficit d'attractivité du contenu des emplois reste un facteur explicatif des difficultés de recrutement dans un certain nombre de secteurs<sup>1</sup>.

**Graphique 8 – Difficultés de recrutement dans plusieurs pays européens, 2000-2022**



Source : Commission européenne

**La France et les autres pays avancés ont vu leurs parts de marché se réduire dans les échanges internationaux de biens et services entre 2019 et 2022**

Dans ses dernières perspectives du commerce mondial publiées en avril 2023<sup>2</sup>, l'Organisation mondiale du commerce (OMC) fait état d'une croissance en 2022 de +2,7 % du commerce de marchandises en volume et de +12 % en valeur (pour

<sup>1</sup> Coutrot T. (2020), « Quelles sont les conditions de travail qui contribuent le plus aux difficultés de recrutement dans le secteur privé ? », *Dares Analyses*, n° 26, juin. Donne V., Elbaz A. et Erhel C. (2023), « Qualité de l'emploi : une question de métiers ? », *La Note d'analyse*, n° 130, France Stratégie, décembre.

<sup>2</sup> OMC (2023), *Perspectives du commerce mondial*, avril.

atteindre 25 260 milliards de dollars), ainsi qu'une croissance de +15 % pour les services en valeur, pour atteindre 6 800 milliards de dollars. L'OMC anticipe une croissance du volume du commerce des marchandises de +1,7 % en 2023.

Si les échanges internationaux ont été particulièrement résilients pendant la pandémie du Covid-19<sup>1</sup>, les chocs de la crise sanitaire puis de l'invasion russe de l'Ukraine ont toutefois contribué à la recomposition du commerce international et au recul des parts de marché des principaux pays avancés, principalement au profit de la Chine. Sur le champ des biens (en valeur), les parts de marché de la France, qui étaient stables depuis 2012, sont passées de 3,0 % en 2019 à 2,5 % en 2022<sup>2</sup>.

La stabilité des parts de marché de la France entre 2012 et 2019 a été favorisée par la nette amélioration de la compétitivité-coût française<sup>3</sup> dans un contexte de fin de la progression de la part de la Chine dans le commerce mondial après une période prolongée d'intégration croissante dans les échanges mondiaux. Cette amélioration s'explique par les mesures d'allègement du coût du travail introduites à partir de 2014, notamment la création du CICE puis sa conversion en allègements de cotisations en 2019.

Il est encore trop tôt pour comparer l'évolution de la compétitivité française à cette baisse des parts de marché depuis 2019 qui s'explique d'abord par des chocs exogènes. En effet, la mesure de la compétitivité-coût a été perturbée par les dispositifs d'activité partielle mis en place dans le contexte de la crise sanitaire qui ont brouillé les mesures de salaires, d'heures travaillées et de productivité. Une analyse de son évolution au sortir de la crise sanitaire serait donc, à ce stade, prématurée en raison du manque de recul temporel depuis la levée des mesures déployées. De même, le choc énergétique et la dépréciation de l'euro en 2022 biaisent l'analyse de l'évolution de la compétitivité française.

Le recul de parts de marché s'observe également dans les autres principaux pays avancés : aux États-Unis (8,4 % en 2022 contre 8,8 % en 2019), au Japon (3,0 % contre 3,8 %), en Allemagne (6,7 % contre 7,9 %), au Royaume-Uni (2,1 % contre 2,5 %) en Italie (2,7 % contre 2,9 %) et en Espagne (1,7 % après 1,8 %). Dans le même temps, les parts de marché ont augmenté en Chine, passant de 13,3 % en 2019

---

<sup>1</sup> Goldberg P. K. et Reed T. (2023), « [Is the global economy deglobalizing? And if so, why? And what is next?](#) », NBER Working Paper, n° 31115, avril.

<sup>2</sup> Et sur le champ des biens et services, 3,5 % des exportations en valeur en 2019 contre 3,1 % en 2022.

<sup>3</sup> C'est-à-dire de la moindre hausse de nos coûts salariaux unitaires (CSU) que les CSU de nos partenaires convertis en euros.

à 14,6 % en 2022. Les exportations chinoises ont pu notamment bénéficier de l'interruption des capacités de production locales dans de nombreux pays.

Le recul des parts de marché se double d'un déficit commercial en hausse en 2022. Selon les données de la Banque de France, le solde de la balance courante en pourcentage du PIB pour l'année 2022 s'élève à -2,0 % en France. Pénalisé par la hausse des importations énergétiques, le déficit commercial des biens enregistre un déficit record en 2022, se dégradant de 78 milliards d'euros par rapport à 2021 pour atteindre -163 milliards, en lien avec la facture énergétique qui a plus que doublé. Hors énergie et hors matériel militaire, la dégradation du solde commercial de biens est plus modérée, passant de -63 milliards d'euros en 2021 à -73,8 milliards d'euros en 2022. À l'opposé, la reprise des échanges de services s'est accélérée en 2022, notamment grâce au tourisme qui avait été particulièrement touché par les mesures sanitaires et les restrictions de mobilité, et le solde des services enregistre un nouvel excédent record : + 53 milliards d'euros après + 36 milliards en 2021<sup>1</sup>.

La France n'est pas le seul pays avancé à connaître une dégradation de sa balance courante<sup>2</sup>, mais son positionnement sectoriel dominé par les secteurs aéronautique et automobile renforce cette tendance, en particulier en période de crise : la reprise de ces secteurs a été plus lente, fragilisée par des tensions sur l'offre, avec les ruptures d'approvisionnement en puces électroniques, des goulets d'étranglement dans le fret maritime et la désorganisation des chaînes de valeur due aux confinements successifs dans les grands pays partenaires, notamment la Chine. La normalisation progressive des tensions d'offre devrait conduire à un rattrapage significatif des pertes de parts de marchés au cours des prochaines années.

Par ailleurs, s'il est encore trop tôt pour évaluer les conséquences des chocs récents sur la compétitivité de la France (voir *supra*), plusieurs éléments sont de nature à soutenir la compétitivité-coût des entreprises françaises : les politiques de baisses de la fiscalité, notamment sur la production décidée par le gouvernement ; l'inflation plus limitée en France que dans les autres pays européens qui pourrait entraîner des

---

<sup>1</sup> Ce solde reflète à la fois une performance exceptionnelle des exportations de services de transports maritimes bénéficiant en plus de la hausse des prix du fret maritime, le rattrapage important du tourisme international avec des exportations touristiques en plus forte progression que les importations, et la croissance particulièrement dynamique des exportations de services financiers dans le contexte post-Brexit.

<sup>2</sup> Selon les données de l'OCDE, le solde de la balance courante en pourcentage du PIB pour l'Allemagne et pour l'année 2022 s'élève à + 4,3 % contre + 7,8 % en 2021, +2,0 % en 2022 contre + 3,9 % en 2021 pour le Japon, + 0,6% en 2022 après + 0,9 % en 2021 pour l'Espagne, mais à -1,4 % en 2022 pour l'Italie après une balance courante positive en 2021 de + 3,1 %, -3,8 % en 2022 et -1,5 % en 2021 pour le Royaume-Uni et même -3,7 % aux États-Unis en 2022 après -3,6 % en 2021.

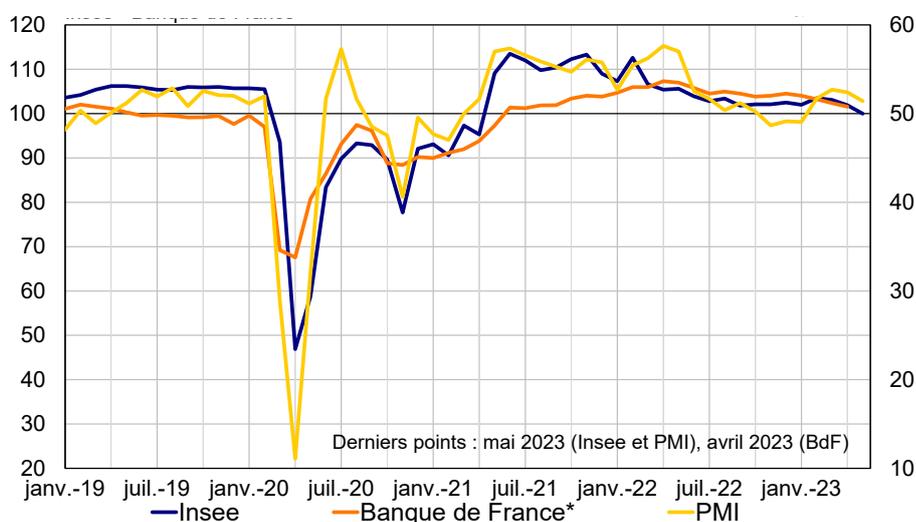
salaires moins dynamiques (voir *infra*) ; une autonomie énergétique plus forte qui pourrait assurer des tarifs de l'énergie plus compétitifs que ses partenaires européens.

## 1.2. Les derniers indicateurs conjoncturels envoient des signaux rassurants

Si les traces des chocs subi en 2022 sont encore visibles dans certains indicateurs (notamment la confiance des ménages), le tableau conjoncturel ne suggère pas de net ralentissement de l'activité dans un futur proche.

Le climat des affaires en France selon l'Insee est au niveau de sa moyenne de long terme, signalant une progression de l'activité en ligne avec sa moyenne historique. Le PMI *flash* reste au-dessus de son seuil théorique d'expansion en mai, même s'il s'inscrit dans une tendance baissière. On notera que malgré l'interprétation usuelle de 50 comme seuil théorique d'expansion / de contraction, les données historiques suggèrent plutôt que l'activité basculerait à partir d'un PMI inférieur à 45.

**Graphique 9 – Climat des affaires global**



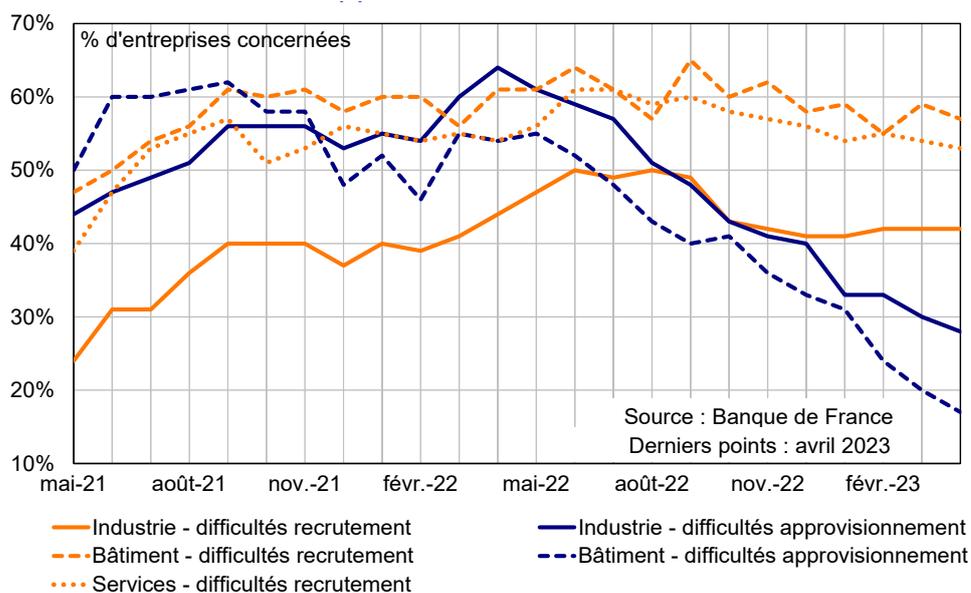
Note : le climat global de la Banque de France est calculé par la DG trésor comme une moyenne pondérée des climats dans l'industrie et les services. Les poids utilisés sont les mêmes que ceux de l'Institut Markit pour le calcul du PMI composite (environ 80 % pour les services et 20 % pour l'industrie).

Source : Insee, Banque de France, S&P PMI

Le PMI composite *flash* en zone euro fléchit en mai, après six mois de hausses consécutives, et reste au-dessus du seuil usuel d'expansion. En zone euro, le dynamisme des services porte le signal positif du PMI.

Dans l'industrie et le bâtiment, les enquêtes de conjoncture pointent une baisse des difficultés d'approvisionnement qui devrait permettre une poursuite du rattrapage de l'activité industrielle. Selon la Banque de France, ces difficultés d'approvisionnement atteignent fin avril 2023 un plus bas depuis mai 2021 ; l'Insee les signale également en baisse régulière depuis plusieurs mois, dans ces deux secteurs ; elles restent cependant au-dessus de leurs moyennes de longue période.

**Graphique 10 – Difficultés d'approvisionnement et de recrutement**



Source : Banque de France

### 1.3. Le retour de l'inflation est au cœur des préoccupations

#### ***La France connaît une inflation élevée mais néanmoins plus modérée que dans les autres pays avancés***

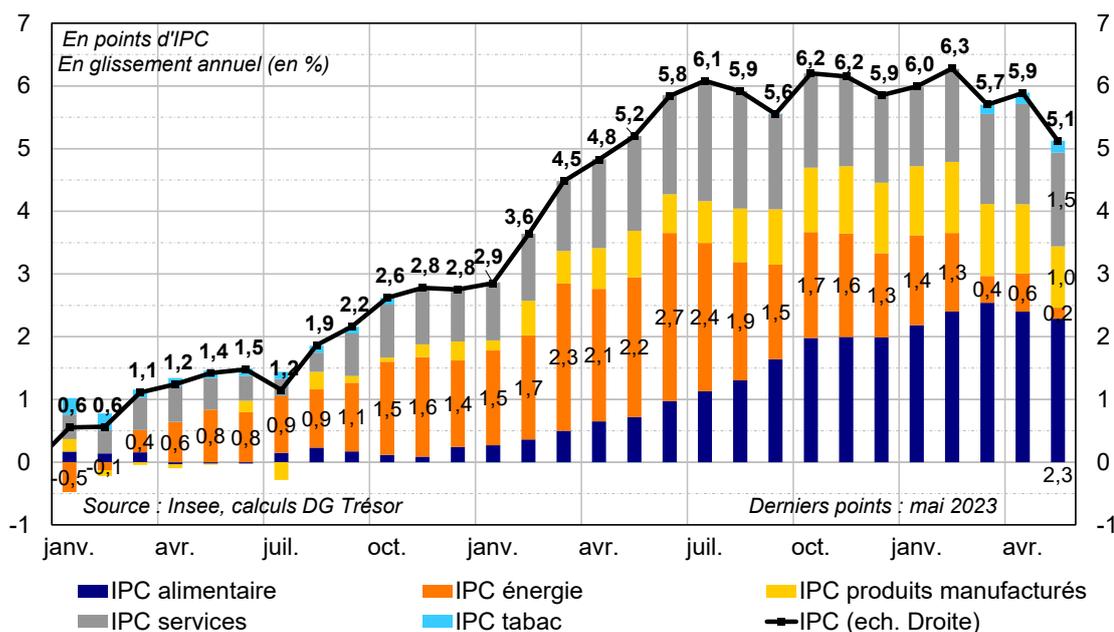
Après trois décennies d'inflation faible<sup>1</sup>, l'économie mondiale a connu une forte hausse de l'inflation à partir de la fin de l'année 2021 et en particulier au cours de l'année 2022.

En France, l'inflation a nettement augmenté depuis la fin de l'année 2021, surtout en raison du rebond des prix de l'énergie, puis du dynamisme de ceux de l'alimentation, des produits manufacturés et dans une moindre mesure des services. L'indice des prix

<sup>1</sup> Au cours des trente dernières années (1991-2021), l'augmentation des prix à la consommation a été en moyenne de 1,5 % par an selon les données de l'Insee.

à la consommation (IPC) est passé de +0,0 % en glissement annuel en décembre 2020 à +5,8 % en juin 2022 et a évolué sur un palier proche des 6 % jusqu'en avril 2023. En mai, l'inflation a baissé à 5,1 %, ce qui conforte le diagnostic d'une baisse de l'inflation au deuxième semestre. En moyenne sur l'année 2022, les prix à la consommation ont progressé de +5,2 %, après +1,6 % en 2021.

**Graphique 11 – Indice des prix à la consommation et contributions**



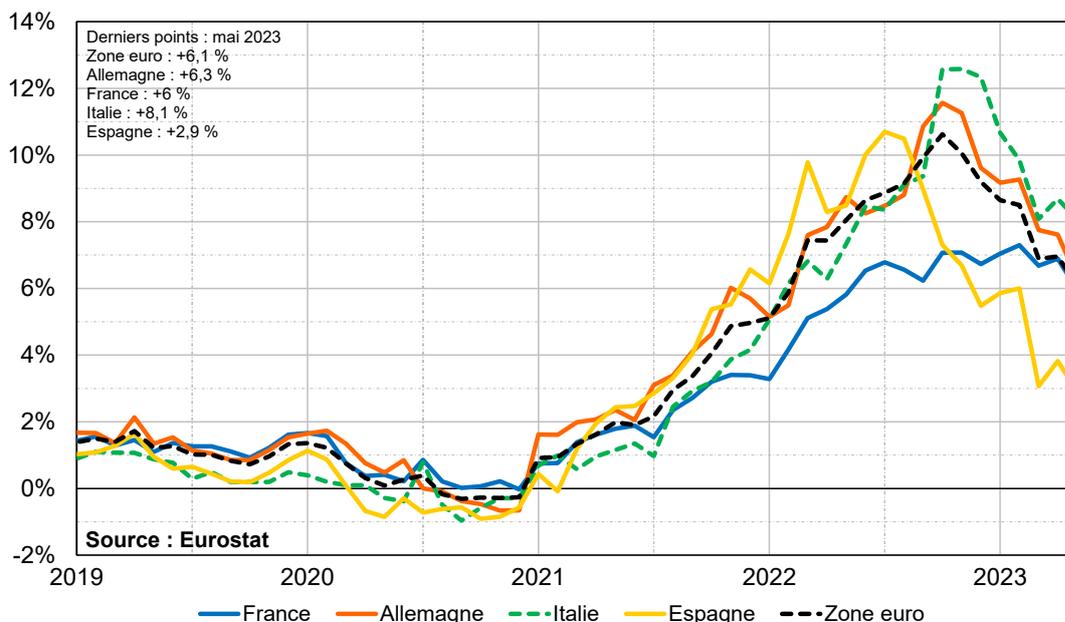
Source : Insee, calculs DG Trésor

Plusieurs facteurs ont contribué à soutenir l'inflation en 2022. Celle-ci a d'abord été tirée par la hausse des prix de l'énergie (voir encadré *infra*), notamment du gaz et du pétrole, mais aussi ensuite par la diffusion progressive des hausses passées des prix des matières premières, des autres intrants et du fret observée depuis 2021. Depuis fin 2022, l'inflation est principalement tirée par les prix de l'alimentation, avec une contribution décroissante de l'énergie. Les prix des services ont également accéléré lors des premiers mois de 2023, mais modérément, à la suite de l'accélération des salaires tout au long de 2022.

L'inflation reste cependant légèrement inférieure en France à la moyenne de la zone euro, et a longtemps figuré parmi les plus basses des pays de l'Union européenne et des pays avancés grâce à la mise en place du bouclier tarifaire et dans une moindre mesure de la remise carburant, qui ont permis de lisser l'impact du choc pour les ménages ainsi que pour certaines entreprises et de limiter la diffusion du choc

énergétique aux prix d'autres produits<sup>1</sup>, avec cependant un coût important pour les finances publiques. Ainsi, sur l'ensemble de l'année 2022, l'inflation au sens de l'IPCH a été de +5,9 % en France, mais de +8,4 % en moyenne dans la zone euro et +9,2 % en moyenne dans l'union européenne. En mai 2023, l'inflation au sens de l'indice des prix à la consommation harmonisé (IPCH) s'établit à +6,0 % sur un an en France, contre +6,1 % en zone euro et +7,1 % dans l'Union européenne. L'inflation en France est inférieure à l'inflation en Allemagne (+6,3 % en mai 2023 après +7,6 % en avril 2023) et en Italie (+8,0 % après +8,6 %). Elle est en revanche supérieure à l'inflation espagnole sur un an (+2,9 % après +3,8 %), même si l'inflation cumulée depuis janvier 2020 reste inférieure en France à celle de l'Espagne (voir graphique ci-dessous).

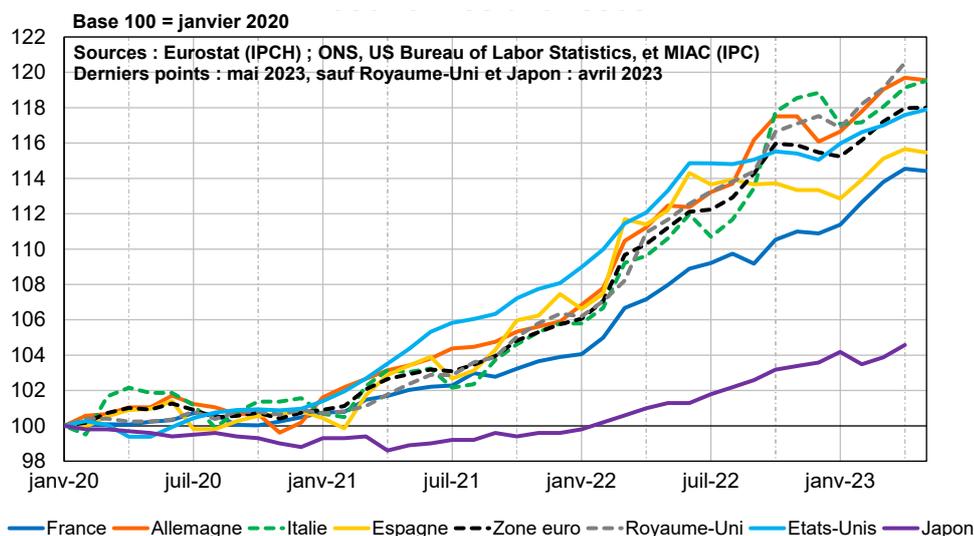
**Graphique 12 – Inflation totale en zone euro par pays,  
en glissements annuels de l'IPCH en %**



Source : Eurostat

<sup>1</sup> L'effet de ces deux dispositifs peut cependant être ambigu à moyen-long terme. Dans le cas où le niveau des prix de l'énergie resterait élevé lors de l'extinction de ce type de mesures, l'impact sur le niveau d'inflation serait similaire à celui du choc initial et ces mesures n'auraient alors que retardé l'effet du choc inflationniste initial sur l'économie. Il faut toutefois prendre en compte la formation des anticipations : ces mesures, si elles sont correctement calibrées pour lisser l'inflation au cours du temps, permettent de maintenir l'ancrage des anticipations et ainsi de prévenir ou limiter l'enclenchement de la boucle prix-salaire. Pour un même choc initial d'inflation, les effets de second tour sont donc moins importants dans le scénario avec mesures – où le choc est étalé dans le temps – que dans celui sans.

**Graphique 13 – Inflation cumulée : niveau des prix  
dans les économies avancées**



Source : Eurostat

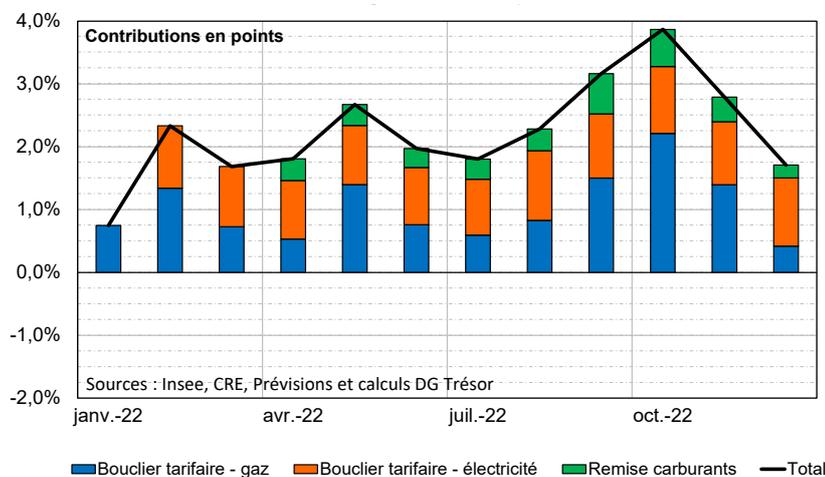
De manière générale, les pays qui ont connu les plus fortes hausses d'inflation sont ceux qui ont subi les plus fortes augmentations des prix de l'énergie<sup>1</sup>. Certaines mesures de soutien au pouvoir d'achat déployées par les États ont pu contribuer à accentuer les pressions inflationnistes, particulièrement aux États-Unis<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Voir pour l'Allemagne Holtemöller O., Kooths S., Schmidt T. et Wollmershäuser T. (2022), « Gemeinschaftsdiagnose: Energiekrise, inflation, rezession und wohlstandsverlust », *Wirtschafts-dienst*, vol. 102(10), octobre, p. 761-765.

<sup>2</sup> Le choc de demande provoqué par les mesures budgétaires expliquerait ainsi plus d'un tiers de l'inflation totale selon Di Giovanni *et al.* (2023). À titre d'illustration, Hale *et al.* (2023) étudient l'impact des mesures de soutien déployées pour les ménages et les entreprises face à l'épidémie de Covid-19 à partir des données de dix pays avancés et en développement. Les mesures destinées aux ménages auraient généré des effets inflationnistes cinq semaines après l'annonce de l'aide, qui ont culminé à douze semaines. Plus précisément, les estimations des chercheurs montrent qu'un soutien budgétaire d'un montant de 10 % du PIB génère une augmentation de 40 points de base du taux d'inflation dans les trois mois qui ont suivi l'annonce du programme. Cet effet est plus important – environ 60 points de base – si les mesures de soutien sont annoncées en même temps qu'une amélioration de la perception de l'environnement économique par les consommateurs. Les anticipations des consommateurs ne semblent pas avoir d'impact sur le caractère inflationniste des stimuli budgétaires. En France, les mesures de soutien au pouvoir d'achat des ménages n'ont *a priori* pas eu d'impact inflationniste, notamment grâce aux mesures pour limiter l'inflation énergétique. Selon les estimations de l'Insee, le bouclier tarifaire sur les tarifs réglementés de vente (TRV) du gaz (depuis octobre 2021) et de l'électricité (depuis février 2022), associé à la remise carburant, aurait permis de limiter l'inflation (au sens de l'IPC) de plus de 3 points entre les deuxièmes trimestres 2021 et 2022. Voir di Giovanni J., Kalemli-Özcan S., Silva A. et Yildirim M. A. (2023), « [Quantifying the inflationary impact of fiscal stimulus under supply](#)

### Graphique 14 – Impact des mesures « anti-inflation » sur l’inflation totale

(baisse induite par le bouclier tarifaire et la remise carburant sur l’inflation totale en glissement annuel)



Note : cette estimation ne porte que sur les effets de premier tour de l’inflation énergétique et constitue donc un minorant de l’impact total.

Source : Insee, CRE, prévisions et calculs DG Trésor

#### Encadré 1 – Une augmentation inédite des prix de l’énergie

L’augmentation des prix de l’énergie est au cœur des pressions inflationnistes depuis la fin de l’année 2021, en lien avec le rebond économique rapide qui a suivi la pandémie de la Covid-19.

Les tensions énergétiques se sont accentuées depuis l’invasion de l’Ukraine par la Russie en février 2022, provoquant une véritable crise énergétique. En effet, la Russie était alors le deuxième producteur mondial de pétrole (9,6 millions de barils par jour ou mb/j en 2021) et de gaz (740 milliards de mètres cubes en 2021), derrière les États-Unis. En outre, la Russie était un fournisseur particulièrement important pour l’Europe<sup>1</sup> : en 2021, un quart de l’énergie consommée dans l’UE provenait de Russie selon l’AIE<sup>2</sup>.

constraints », *NBER Working Paper*, n° 30892, janvier ; voir aussi Binici M., Centorrino S., Cevik S. et Gwon G. (2022), « [Here comes the change: The role of global and domestic factors in post-pandemic inflation in Europe](#) », *IMF Working Paper*, n° 2022/241, IMF, décembre, p. 42 ; Hale G., Leer J. C. et Nechio F. (2023), « Inflationary effects of fiscal support to households and firms », *NBER Working Paper*, n° 30906, National Bureau of Economic Research, janvier.

<sup>1</sup> Sturm C. (2022), « Between a rock and a hard place: European energy policy and complexity in the wake of the Ukraine war », *Journal of Industrial and Business Economics/Economia e Politica Industriale*, vol. 49(4), décembre, p. 835-878.

<sup>2</sup> AIE (2022), *World Energy Outlook 2022*, octobre.

Les cours du pétrole, dont les approvisionnements russes étaient incertains, ont atteint, en juin 2022, un point haut (à 122 dollars par baril pour le Brent) depuis mars 2012. De même, le prix du gaz naturel européen de référence (le TTF néerlandais) a atteint son plus haut niveau historique le 26 août 2022, à 339,2 euros/MWh. Le cours du gaz TTF a été multiplié par seize entre décembre 2019 et août 2022. Ces fortes tensions s'expliquent par la volonté de certains États membres de l'UE de cesser complètement d'importer du gaz en provenance de Russie, par les menaces de la part du Kremlin d'assécher ses approvisionnements par gazoduc et par les détériorations du réseau Nord Stream en août. Cette forte hausse a également entraîné une augmentation du prix de l'électricité sur certains marchés, compte tenu de la dépendance au prix du gaz causée par la tarification marginale de l'électricité. Elle a été aggravée par les problèmes de disponibilité du parc nucléaire français.

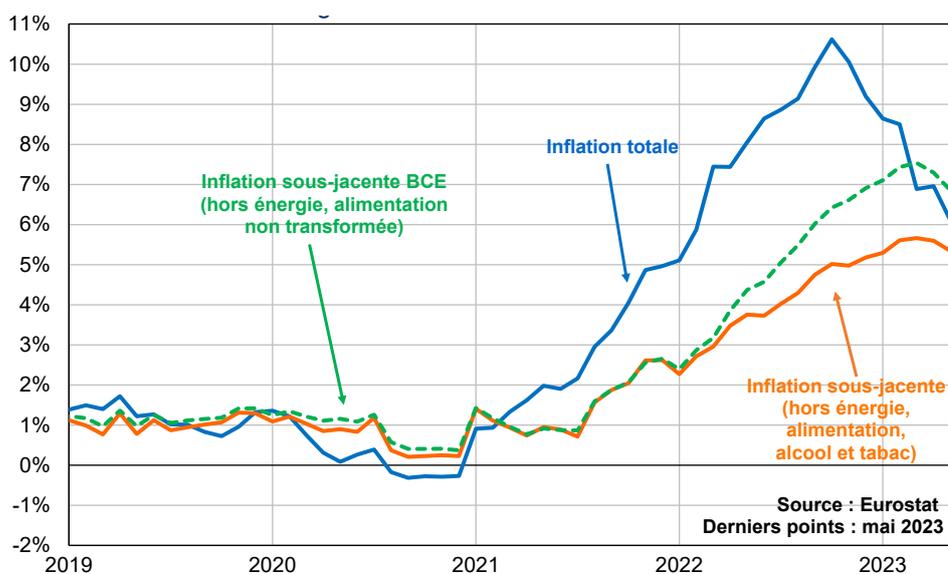
Les prix de marché de l'énergie sont repassés à leur niveau pré-crise, à la fin du troisième trimestre 2022 pour le pétrole et fin décembre 2022 pour le gaz. Au premier trimestre 2023, le prix du gaz naturel converge vers son niveau du premier semestre 2021 et celui du pétrole à son niveau du troisième trimestre 2021. Ces niveaux sont nettement plus bas que les cours observés en 2022 mais restent bien supérieurs aux niveaux pré-crise sanitaire. Alors que la contribution directe des prix énergétiques à l'inflation en zone euro atteignait 59 % en mars 2022, l'inflation provient désormais quasi exclusivement de sa composante non énergétique. Il convient toutefois de noter que l'inflation sous-jacente actuelle est en partie due à la hausse des prix énergétiques ces derniers mois, qui se transmet au reste du panier de consommation par le biais du coût des intrants.

Les données récentes suggèrent une baisse de l'inflation totale et une diminution des pressions inflationnistes depuis la fin 2022 dans les principaux pays avancés. L'inflation sous-jacente a en revanche poursuivi sa hausse début 2023 en zone euro. En mai 2023, l'inflation totale diminue sur un an en zone euro, après un léger rebond en avril, et l'inflation sous-jacente fléchit pour le deuxième mois d'affilée, après une hausse continue depuis juin 2022.

En zone euro, l'inflation en glissement annuel est passée de +10,6 % en octobre 2022 (son record historique) à +6,1 % en mai 2023. La baisse en mai est liée au reflux de l'ensemble des composantes sur un an, en particulier l'énergie. L'inflation sous-jacente (au sens de l'IPCH hors énergie, alimentation, alcool et tabac) diminue en mai en France (+4,4 %, après +4,7 %) et en zone euro (+5,3 % sur un an après +5,6 % en avril et un pic historique à +5,7 % en mars) du fait de la décélération des prix des biens

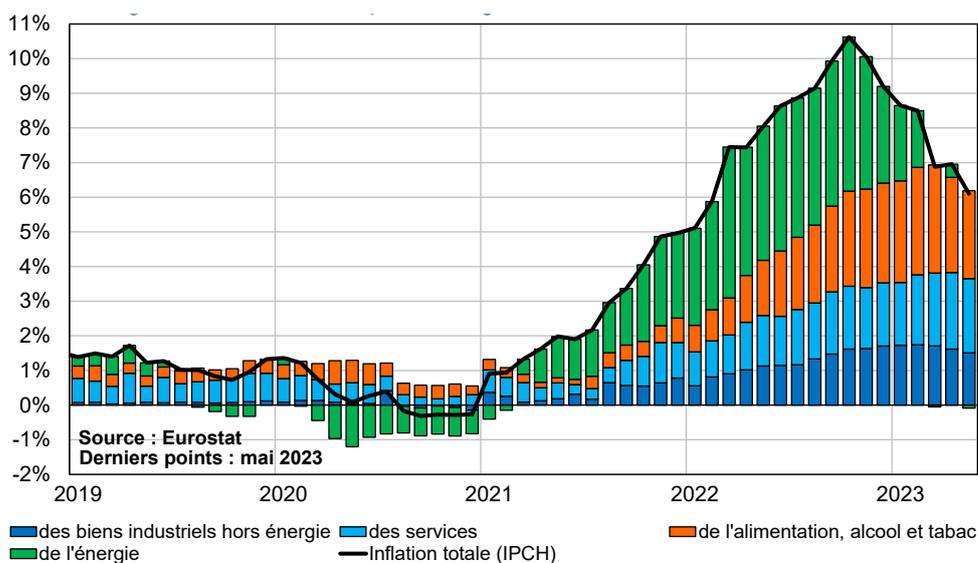
industriels hors énergie et des services. L'inflation alimentaire (y compris alcool et tabac) diminue aussi en zone euro en mai pour le deuxième mois consécutif après une hausse continue depuis octobre 2021.

**Graphique 15 – Inflation totale et sous-jacente en zone euro, en glissements annuels de l'IPCH en %**



Source : Eurostat

**Graphique 16 – Contributions à l'inflation totale en zone euro, en glissement annuel et points de glissement annuel de l'IPCH en %**



Source : Eurostat

## ***L'inflation affecte le pouvoir d'achat des ménages, l'évolution des salaires et les coûts de production des entreprises***

L'inflation a d'abord touché le pouvoir d'achat des ménages. Sur l'ensemble de l'année 2022, l'Insee estime toutefois que malgré l'envolée des prix, celui-ci a été préservé en France (avec une évolution annuelle de +0,2 %), avec des différences marquées selon les niveaux de revenus. La hausse du pouvoir d'achat a été particulièrement marquée au quatrième trimestre (+1,3 %, après +0,9 % au troisième trimestre), soutenu notamment par les mesures du gouvernement (le bouclier énergétique, les chèques ciblés et la remise carburant, qui se cumulent avec la suppression de la contribution à l'audiovisuel public et la poursuite de la baisse de la taxe d'habitation), mais également par le dynamisme des revenus d'activité. En particulier, les revenus d'activité ont été soutenus par une nette augmentation des versements de la prime de « partage de la valeur » à partir du second semestre 2022 (plus de 4,4 milliards d'euros versés en cumulé jusqu'à fin décembre 2022), la progression des salaires négociés (soutenue par la hausse du Smic au niveau des branches et au niveau des entreprises avec des hausses des salaires de +2,8 % en moyenne)<sup>1</sup>, et par la forte augmentation du taux d'emploi sur la période (+1,0 point entre fin 2019 et fin 2021 puis +0,5 point entre fin 2021 et fin 2022 pour atteindre 68,3 % fin 2022). Au premier trimestre 2023, le pouvoir d'achat est en léger recul (-0,4 %), principalement du fait du contrecoup des versements de primes de fin d'année, ainsi que de la légère hausse de l'inflation.

L'inflation a aussi touché la dynamique d'évolution des salaires individuels. Comme le soulignent les données et les travaux de la Dares<sup>2</sup>, la reprise de l'inflation a contribué à une accélération des salaires nominaux. L'impact est toutefois hétérogène en fonction des catégories de revenus. La progression est plus importante au niveau du Smic, grâce aux règles de revalorisation automatique, et plus faible à des niveaux de salaire plus élevés. En effet, le Smic brut a crû de 6,6 % entre le 1<sup>er</sup> janvier 2022 et le 1<sup>er</sup> janvier 2023, entraînant dans son sillage une hausse des *minima* de branches<sup>3</sup>. En revanche, le salaire mensuel de base, qui ne prend pas en compte les primes, a augmenté de 4,7 % entre le premier trimestre 2022 et le premier trimestre 2023, avec

---

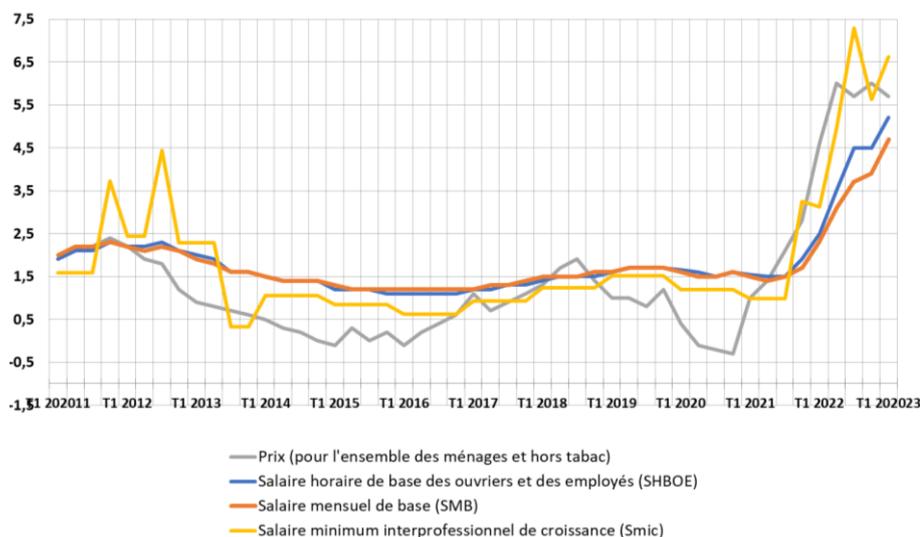
<sup>1</sup> Baudry L., Gautier E. et Tarrieu S. (2023), « [Les négociations de salaire dans le contexte de hausse de l'inflation](#) », *Le Bulletin de la Banque de France*, n° 245, avril.

<sup>2</sup> Hentzgen C., Labau F., Lagouge A. et Ramajo I. (2023), « [Quel effet de l'inflation sur la progression actuelle des salaires ?](#) », Dares, février.

<sup>3</sup> 44 % des salaires minima ont été augmentés au deuxième trimestre 2022 et 26 % au troisième, contre 18 % et 13 % respectivement pour les mêmes trimestres en 2021. À la fin de l'année 2022, la hausse moyenne des *minima* de branches est proche de 5 %. Voir Gautier E. (2023), « [Les hausses des salaires négociés : quel bilan pour l'année 2022 ?](#) », *Bloc-notes Eco*, Banque de France, janvier.

une hausse plus marquée en bas de l'échelle des salaires, et donc un resserrement de l'échelle des rémunérations<sup>1</sup>.

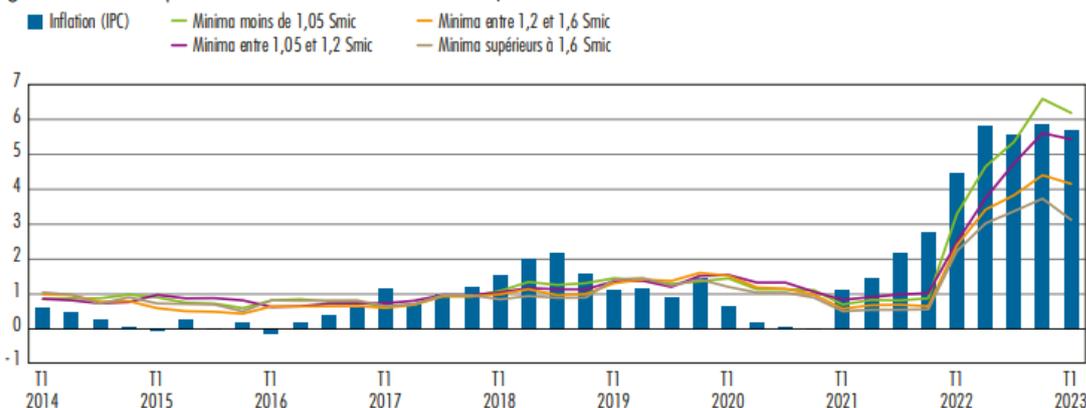
**Graphique 17 – Glissement annuel des salaires et prix à la consommation, en %**



Source : Dares ; Insee

**Graphique 18 – Hausse des salaires minima de branche selon leur niveau relatif au SMIC et inflation**

(en% ; glissement annuel pour le Smic et les minima de branche)



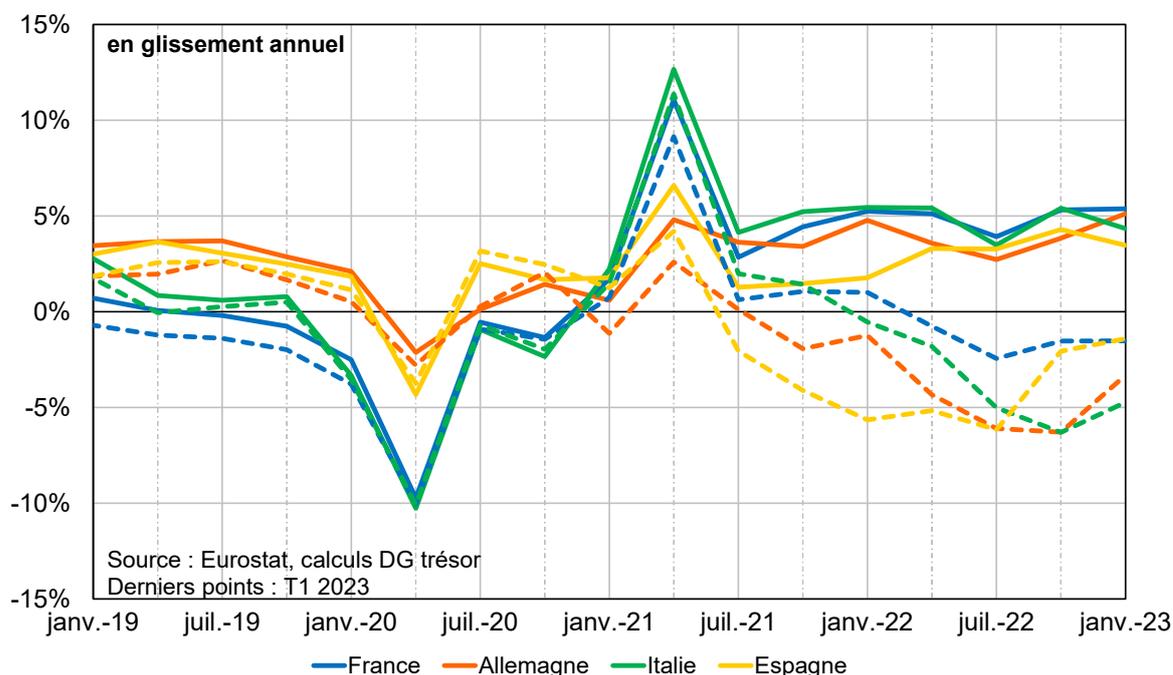
Note : IPC, indice des prix à la consommation.  
Sources : Légifrance (accords de branche), Insee (IPC), calculs Banque de France.

Source : Baudry, Gautier et Tarrieu (2023)

<sup>1</sup> Dares (2023), « Évolution des salaires de base dans le secteur privé », résultats définitifs du quatrième trimestre 2022, mars. Voir aussi Baudry L., Gautier E. et Tarrieu S.. (2023), « Les négociations de salaire dans le contexte de hausse de l'inflation », *op. cit.*

Ces augmentations sont à mettre en regard de l'inflation sur un an (+5,7 % en mars 2023 pour les prix à la consommation hors tabac, après +6,0 % en décembre 2022) : en termes réels, les salaires de base diminuent ainsi sensiblement sur un an, à -1,0 % (après -2,1 %). En zone euro, les salaires nominaux ont fortement augmenté, mais les salaires réels sont en recul plus prononcé qu'en France : -2,6 % en glissement annuel pour la rémunération par tête au premier trimestre 2023, après -4,7 % au quatrième trimestre 2022.

Graphique 19 – Évolution de la rémunération par tête



Note : les pointillés représentent les données corrigées de l'inflation (données réelles).

Source : Eurostat, calculs DG Trésor

Les salaires progressaient plus rapidement que la productivité du travail avant la pandémie<sup>1</sup> et la guerre en Ukraine, ce qui devrait également être le cas en 2023. Le risque de « spirale prix-salaires » (voir encadré *infra*) semble écarté à ce stade, en France comme en zone euro. En effet, si les salaires sont dynamiques, leur indexation à l'inflation semble partielle et les salaires réels diminuent.

<sup>1</sup> Boranova V., Huidrom R., Nowak S., Topalova P., Tulin V. et Varghese R. (2021), « [Wage growth and inflation in Europe: A puzzle?](#) », *Oxford Economic Papers*, vol. 73(4), octobre, p. 1427-1453.

Autre facteur limitant le risque d'une boucle prix-salaires, les anticipations d'inflation à moyen et long terme ne sont pas désancrées et restent globalement proches de la cible de la BCE : les anticipations des marchés se relèvent depuis mi-janvier et se situent au-dessus de la cible de la BCE tandis que celles des consommateurs ont diminué début 2023 dans le sillage de la baisse de l'inflation totale, mais restent supérieures à 2 %. Elles sont cependant plus faibles à moyen terme qu'à court terme témoignant d'un risque limité de désancrage.

### Encadré 2 – Impact du bouclier tarifaire sur la boucle prix-salaires

Théoriquement, une hausse des prix de l'énergie peut avoir un double effet sur le pouvoir d'achat des ménages :

- *un effet direct* : les produits énergétiques (gaz, électricité et produits pétroliers) représentent un poste de dépenses important pour les ménages français (8,9 % de la consommation totale en 2022 d'après l'Insee) et la hausse de leurs prix pèse donc directement sur le pouvoir d'achat des ménages ;
- *un effet indirect* : le renchérissement de l'énergie augmente les coûts de production des entreprises, qui répercutent - au moins en partie - les hausses sur leurs prix de vente, les diffusant dans l'ensemble de l'économie.

L'un des principaux risques de cette hausse est l'enclenchement d'une boucle prix/salaires. En effet, lorsque les prix augmentent significativement, les ménages sont incités à réviser à la hausse leurs anticipations d'inflation et donc à négocier une hausse significative de leurs salaires nominaux pour préserver leur pouvoir d'achat. Cette hausse des salaires dégraderait les marges des entreprises, ce qui les conduirait à rehausser leurs prix pour rétablir ces marges. En réponse à cette nouvelle hausse des prix, les ménages renégocieraient de nouveau leur salaire à la hausse, et ainsi de suite.

Afin notamment de limiter ce risque, un bouclier tarifaire a été mis en place en France dès le quatrième trimestre 2021<sup>1</sup>. Il s'agit d'une mesure de limitation de la hausse des prix de l'électricité et du gaz, accompagné d'une compensation des fournisseurs. La hausse des tarifs réglementés du gaz et de l'électricité a ainsi été limitée à 15 % début 2023<sup>2</sup>.

Le bouclier tarifaire modère les deux effets d'une hausse des prix de l'énergie identifiés plus haut : il réduit (i) *directement mais uniquement sur la durée de sa*

<sup>1</sup> Mis en place en 2021, il a été prolongé pour l'année 2022, puis 2023.

<sup>2</sup> La hausse du prix de l'électricité était, pour les années 2021 et 2022, limitée à 4 %. Les prix du gaz naturel étaient quant à eux gelés à leur niveau TTC du 1<sup>er</sup> novembre 2021.

*mise en œuvre* les prix de l'énergie – son effet s'interrompt immédiatement après son extinction – et (ii) *indirectement mais durablement* les prix des biens non-énergétiques via la rigidité des prix – qui empêcherait l'ajustement immédiat des prix par les entreprises, et la boucle prix-salaires. Les ménages ne subissant pas les prix ayant cours sur les marchés de l'énergie, leurs demandes d'augmentation salariale sont moins importantes que celles qui auraient eu lieu sans bouclier : l'enclenchement de la boucle prix-salaires est alors limité. En l'absence de bouclier tarifaire, une hausse temporaire mais significative des prix de l'énergie conduit à des hausses permanentes de salaires nominaux. Ces derniers étant rigides à la baisse, le choc énergétique transitoire aura un impact négatif durable sur les prix et la compétitivité.

La persistance des effets du bouclier après son extinction sur les prix des biens non énergétiques dépend notamment de la vitesse d'ajustement des comportements d'anticipations des ménages (et donc des salaires) face à la hausse des prix de l'énergie induite par l'extinction du bouclier. Plus les ménages sont attentifs à l'extinction du bouclier et à la hausse des prix induite, plus ils seront sensibles au changement de prix lié à la fin du bouclier, et plus ils réviseront leurs anticipations d'inflation à la hausse et négocieront une hausse de leurs salaires nominaux. Les coûts des entreprises pourraient ainsi revenir au niveau qui aurait prévalu en l'absence de bouclier. Ce phénomène est surtout observable lorsque les prix de l'énergie restent durablement hauts : cette persistance encourage les ménages à réviser leurs anticipations et à négocier à la hausse leurs salaires.

Enfin, l'inflation importée a entraîné une augmentation des coûts de production. La hausse des prix de l'énergie a contribué au choc d'offre négatif, notamment dans la zone euro où la production est particulièrement sensible à l'évolution des prix de l'énergie. En France, les factures d'énergie ont augmenté d'environ 70 % pour l'électricité et de 180 % pour le gaz en moyenne entre 2019 et 2022. Les entreprises les plus consommatrices sont les plus exposées à court terme car leurs contrats sont indexés sur les prix de marché. Elles ont subi un choc de 570 % sur leurs factures de gaz et de 120 % sur leurs factures d'électricité entre 2019 et 2022, contre 110 % et 46 % pour les entreprises les moins consommatrices. À ce titre, connaître l'impact de l'évolution des prix de l'énergie sur la productivité est une question stratégique (voir section suivante).

## 2. La productivité du travail demeure en-deçà de sa tendance pré-crise sanitaire

La crise sanitaire a eu des conséquences multiples et potentiellement durables sur la productivité, en diminuant l'investissement – donc l'accumulation du capital – et en interrompant le processus d'innovation et sa diffusion au sein du tissu productif, pendant cette période. Ainsi, la crise covid s'est vraisemblablement traduite par une perte permanente en niveau de la productivité. En outre, le troisième rapport du Conseil national de productivité avait notamment étudié l'impact du télétravail<sup>1</sup> et des réallocations sectorielles sur la productivité du travail<sup>2</sup>. Cette section complète et actualise l'analyse de ces transformations, qui se poursuivent et se précisent même si nous ne disposons pas d'un recul suffisant pour en déceler toutes les conséquences, à partir des derniers travaux disponibles. Elle étudie également l'impact de l'essor de l'apprentissage sur la productivité du travail, qui constitue un marqueur de ces trois dernières années alors que le nombre d'entrées en apprentissage a fortement augmenté, passant de 305 000 en 2017 à 830 000 en 2022.

### 2.1. Une hausse de l'emploi plus rapide que celle de l'activité, ce qui se traduit par une baisse de la productivité à court terme

Le taux d'emploi a progressé de 1,5 point entre le quatrième trimestre 2019 et le quatrième trimestre 2022, porté à hauteur de 0,6 point par la hausse du taux d'emploi en alternance. Depuis fin 2019, l'emploi est plus dynamique que l'activité, ce qui se traduit par une perte significative de la productivité par tête et par heure travaillée en niveau, qui semble particulièrement prononcée en France. Selon la Dares<sup>3</sup>, au troisième trimestre 2022, la productivité par tête sur les branches marchandes non agricoles (BMNA) se situe en deçà de son niveau pré-crise<sup>4</sup> (au quatrième trimestre 2019) de -3,0 %. Elle serait ainsi en recul de -6,4 % par rapport à sa tendance pré-crise (d'environ 1 % par an entre 2010 et 2018).

---

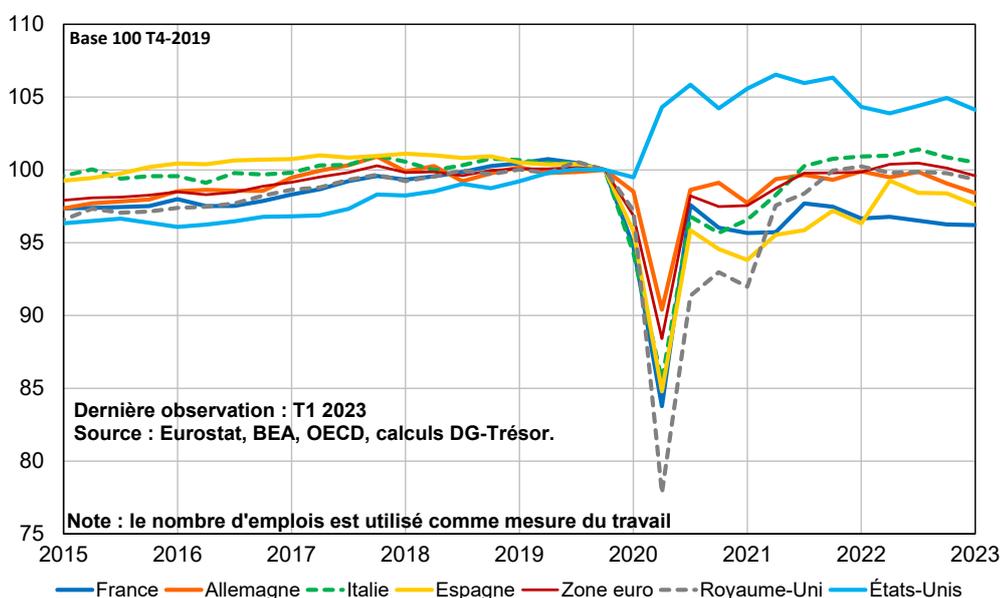
<sup>1</sup> CNP (2022), *Productivité et compétitivité : analyses conjoncturelles et structurelles post-Covid*, troisième rapport, mai. Voir le Chapitre 3 « Télétravail et productivité », p. 107-146.

<sup>2</sup> *Ibid.*, voir Chapitre 4 « Le rôle des secteurs et de la réallocation de l'emploi dans le ralentissement de la productivité », p. 149-180.

<sup>3</sup> Labau F. et Lagouge A. (2023), « Quel impact de la hausse de l'alternance depuis 2019 sur la productivité moyenne du travail ? », *Dares Focus*, n° 5, janvier.

<sup>4</sup> Les tendances pré-crise sanitaire sont estimées sur la période 2010 T1-2018 T4.

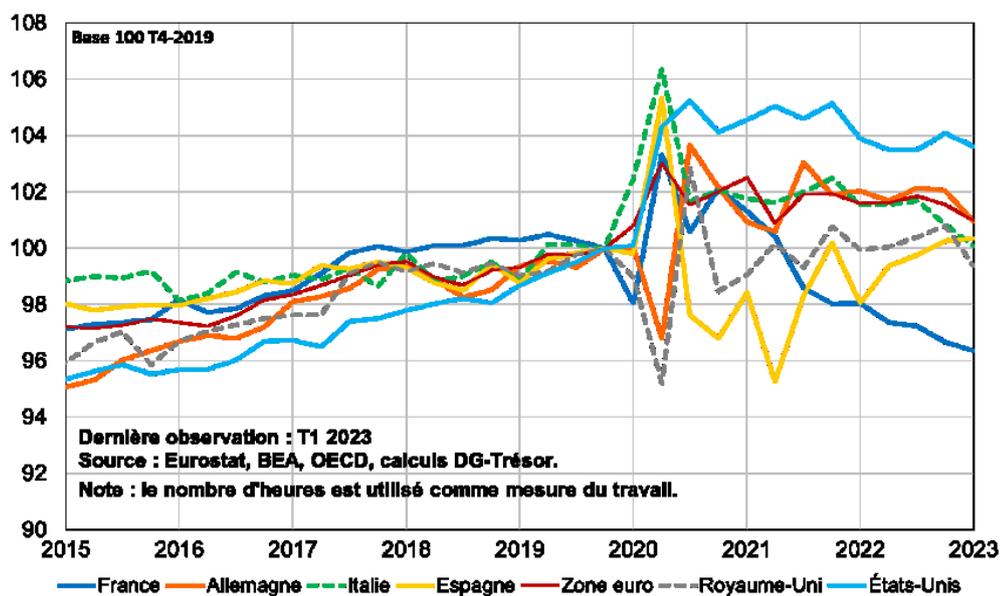
**Graphique 20 – Productivité apparente du travail par tête**



Note : le graphique présente la productivité apparente du travail par emploi, avec le quatrième trimestre 2019 comme base.

Source : Eurostat, BEA, OCDE, Calculs DG Trésor

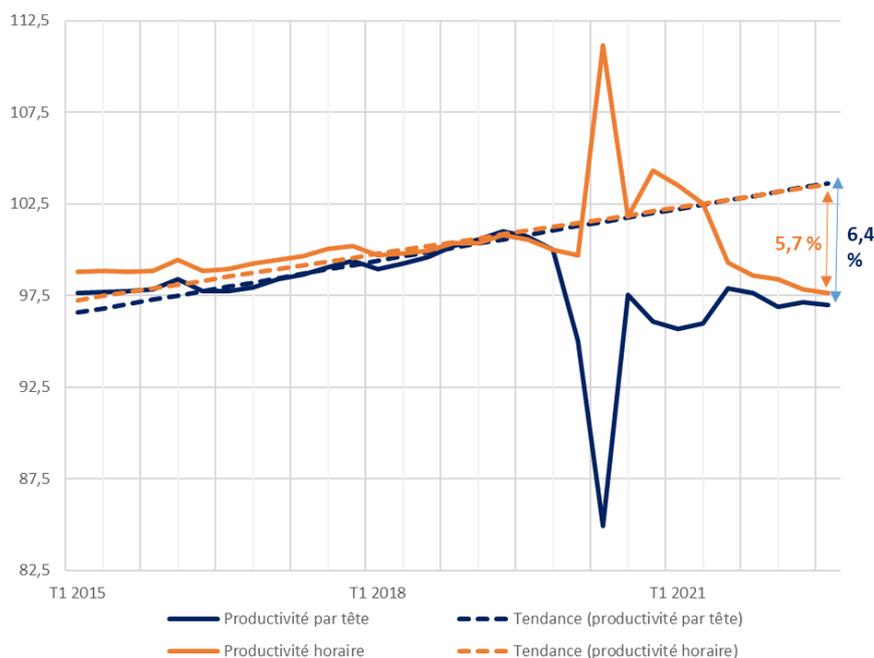
**Graphique 21 – Productivité apparente du travail, par heure travaillée**



Note : le graphique présente la productivité apparente du travail par heure, avec le quatrième trimestre 2019 comme base.

Source : Eurostat, BEA, OCDE, Calculs DG Trésor

Graphique 22 – Productivité du travail horaire et par tête



Lecture : au troisième trimestre 2022, la productivité par tête se situe à un niveau inférieur de 6,4 % à sa tendance pré-crise (entre 2010 et 2018).

Champ : branches marchandes non agricoles.

Source : Insee (comptes trimestriels des branches) ; [calculs Dares](#)

Plusieurs facteurs, pour certains de nature temporaire, peuvent expliquer cette perte de productivité du travail par tête et pourraient se résorber en partie, mais avec un moindre dynamisme temporaire de l'emploi à venir.

D'une part, l'essor de l'apprentissage peut expliquer une partie de la dégradation. En effet, les personnes en contrat d'alternance, bien qu'étant une partie du temps en études, sont comptabilisées comme des salariés à temps complet. De façon mécanique, leur contribution effective à la production de l'entreprise est donc proportionnellement moindre que celle des autres salariés. Par ailleurs, les jeunes alternants étant moins expérimentés, à qualification initiale égale, que les autres salariés de l'entreprise, leur productivité est souvent inférieure à celle du reste des salariés. Selon la Dares<sup>1</sup>, au troisième trimestre 2022, le développement de l'alternance contribuerait à hauteur d'un cinquième à la perte de productivité du travail par tête observée par rapport à la tendance pré-crise. La forte dynamique de l'apprentissage depuis quatre ans est le fruit de la réforme structurelle de 2018 et de

<sup>1</sup> Dares (2023), « [Quel impact de la hausse de l'alternance depuis sur la productivité moyenne du travail ?](#) » *Dares Focus*, n° 5, janvier.

l'aide exceptionnelle non-ciblée créée mi-2020 dans le cadre du Plan de relance et reconduite à plusieurs reprises. Selon l'OFCE, ces réformes récentes ont eu des effets massifs sur l'emploi<sup>1</sup> : la réforme de 2018 aurait créé +80 000 emplois, tandis que +460 000 emplois auraient été créés du fait de l'aide exceptionnelle. Plus d'un tiers des emplois salariés créés sur cette période sont des contrats d'apprentissage. L'effet négatif de l'essor de l'apprentissage sur la productivité du travail serait donc avant tout conjoncturel, l'effet devant être positif à plus long terme grâce à l'expérience professionnelle accumulée par les apprentis. Le développement de l'apprentissage peut avoir un effet durable sur la productivité si le stock d'apprentis se maintient dans le temps. Il est toutefois probablement neutre pour le PIB potentiel, en dépit de la perte associée de productivité, car il s'accompagne d'une hausse de l'emploi potentiel, une part significative des nouveaux apprentis étant auparavant inactifs et non en emploi.

D'autre part, la rétention de main-d'œuvre dans certains secteurs a également un impact négatif sur la productivité du travail. Selon l'Insee<sup>2</sup>, la perte de productivité effective (par emploi équivalent temps plein) atteint -8,2 % au troisième trimestre 2022 dans l'industrie par rapport à son niveau moyen de 2019. Cette baisse résulte d'une forte dégradation de la valeur ajoutée (-9,6 % dans l'industrie entre la moyenne sur l'année 2019 et le troisième trimestre 2022) alors qu'en comparaison les heures travaillées n'ont que faiblement reculé (-1,6 %), suggérant des comportements de rétention de main-d'œuvre. Dans le secteur de l'industrie, ces comportements de rétention pourraient être accentués par les fortes tensions de recrutement que connaît le secteur. D'après les enquêtes de conjoncture de l'Insee pour le premier trimestre 2023, 65 % des entreprises dans l'industrie manufacturière déclarent rencontrer des difficultés de recrutement. Le choix de rétention peut également être justifié par les perspectives de rattrapage de leur activité, avec l'atténuation des contraintes d'offre à court-moyen terme. À l'inverse du développement de l'apprentissage, la rétention de main-d'œuvre est par nature transitoire, il s'agit donc d'un facteur conjoncturel et non structurel de l'évolution de la productivité du travail.

## 2.2. Les effets du télétravail sur la productivité dépendent des conditions de sa mise en place

Dans son précédent rapport, le CNP analysait le lien entre télétravail et productivité à l'aune de sa généralisation forcée à la suite de la crise du Covid. Les études produites depuis ce dernier rapport semblent confirmer que l'impact du télétravail sur la

---

<sup>1</sup> Voir Coquet B. (2023), « [Apprentissage : un bilan des années folles](#) », *Policy Brief*, OFCE, juin.

<sup>2</sup> Insee (2022), « [Refroidissement](#) », *Note de conjoncture*, 15 décembre.

productivité dépend de nombreux facteurs, en particulier (i) les conditions de sa mise en place (outils, formation des télétravailleurs et de leurs managers) ; (ii) l'organisation du travail dans l'entreprise et du type de management (autonomie du salarié, valorisation du résultat plutôt que de la présence, capacité d'adaptation du management) ; (iii) les caractéristiques de chaque métier (degré d'interdépendance à d'autres tâches, caractère créatif ou non des tâches, autonomie). Le développement du télétravail peut être considéré comme un facteur structurel de l'évolution de la productivité du travail et non uniquement comme un facteur conjoncturel, même si la crise sanitaire a provoqué une hausse significative du nombre de télétravailleurs.

Certains travaux économiques mettent en avant un effet positif du télétravail sur la productivité<sup>1</sup>. Bergeaud, Cette, Drapala (2023)<sup>2</sup> montrent que les entreprises ayant eu davantage recours au télétravail en 2019 ont été plus productives en moyenne et ont globalement mieux résisté à la crise. Leurs travaux suggèrent qu'une augmentation de la part des effectifs en télétravail dans l'emploi d'un point de pourcentage améliorerait en moyenne la productivité globale des facteurs (PGF) d'environ 0,6 %<sup>3</sup>. Par ailleurs, les effets du télétravail sur la productivité seraient non linéaires<sup>4</sup>. De même, aux États-Unis, Gordon et Saez (2022)<sup>5</sup> constatent que les importants gains de productivité observés suite à la crise sanitaire sont entièrement tirés par les secteurs télétravaillables. L'enquête de Criscuolo *et al.* (2023)<sup>6</sup> auprès de dirigeants et d'employés de 25 pays sur leurs expériences et leurs attentes vis-à-vis du télétravail montre par ailleurs que les travailleurs et dirigeants ont une opinion globalement positive du télétravail, du point de vue de la performance des entreprises et du bien-être individuel.

Toutefois, tous les aspects du télétravail ne contribueraient pas à augmenter la productivité. Selon Battiston *et al.* (2017), la communication en face-à-face serait plus

---

<sup>1</sup> Voir également Pora P. (2023), « [Télétravail et productivité trois ans après les débuts de la pandémie](#) », *Economie et Statistiques*, n° 539, p. 91-96.

<sup>2</sup> Bergeaud A., Cette G. et Drapala S. (2023), « [Telework and productivity before, during and after the Covid-19 crisis](#) », *Economie et Statistiques*, n° 539, p. 73-89.

<sup>3</sup> Extrapolé au niveau global de l'économie française, ce résultat implique que le passage de la proportion de télétravailleurs d'environ 5 % dans la période d'avant Covid à 20 % à 25 % à long terme dans la période d'après Covid aboutirait à une hausse de la PGF d'environ 10 %.

<sup>4</sup> Le télétravail aurait un impact positif croissant puis décroissant sur la productivité, correspondant à une courbe en J inversé.

<sup>5</sup> Gordon R. J. et Sayed H. (2022), « [A new interpretation of productivity growth dynamics in the pre-pandemic and pandemic era U.S. economy, 1950-2022](#) », *NBER Working Paper*, n° 30267.

<sup>6</sup> Criscuolo C., Gal P., Leidecker T., Losma F. et Nicoletti G. (2023), « [The role of telework for productivity during and post Covid-19 : results from an OECD survey among managers and workers](#) », *Economie et Statistiques*, n° 539.

susceptible d'accroître la productivité de l'équipe, par rapport à des échanges dématérialisés, particulièrement pour les tâches complexes ou urgentes. L'étude d'Emanuel et Harrington (2023)<sup>1</sup> suggère par ailleurs que le télétravail dans des centres d'appels américains réduit la productivité des travailleurs, et cet effet est en partie expliqué par un effet de composition (les travailleurs à distance sont également ceux qui sont les moins productifs). Enfin, les travaux d'Atkin et al. (2023)<sup>2</sup> sur la base d'un essai contrôlé randomisé dans le secteur de la collecte de données en Inde montrent que la productivité des travailleurs à domicile est inférieure de 18 % à celle des travailleurs restés sur place. Les deux tiers de l'effet se manifestent dès le premier jour de travail, le reste étant dû à l'apprentissage plus rapide des employés de bureau au fil du temps.

Le troisième rapport<sup>3</sup> du CNP avançait l'hypothèse que l'adoption du télétravail entraînerait un allongement du temps de travail effectué par les travailleurs. Il s'expliquerait par la baisse du temps passé dans les transports, sur la base des travaux de Rupietta et Beckmann (2018)<sup>4</sup> et Arntz, Ben Yahmed et Berlingieri (2019)<sup>5</sup>. Aksoy et al. (2023)<sup>6</sup> viennent confirmer cette hypothèse sur un panel de 27 pays et sur la période 2021-2022 : en moyenne, le télétravail permet aux travailleurs un gain de 72 minutes de temps libre (qu'ils auraient alors passé dans les transports), qu'ils répartissent ensuite à 40 % pour travailler, 34 % pour des activités de loisirs et 11 % pour des activités de soins, entre autres. Ce surplus de temps travaillé peut toutefois se faire aux dépens de la santé des travailleurs, en raison des caractéristiques intrinsèques du télétravail. Vayre et al. (2022)<sup>7</sup> indiquent par exemple que le télétravail favorise l'exposition aux risques physiques et psychosociaux, ou encore au sentiment d'isolement par rapport aux relations professionnelles.

---

<sup>1</sup> Emanuel N. et Harrington E. (2023), « [Working remotely ? Selection, treatment, and the market for remote work](#) », *Staff Report*, n° 1061. Federal Reserve Bank of New York, mai.

<sup>2</sup> Atkin D., Schoar A. et Shinde S. (2023), « [Working from home, worker sorting and development](#) », *NBER Working Paper*, n° 31515, National Bureau of Economic Research.

<sup>3</sup> CNP (2022), *Productivité et compétitivité : analyses conjoncturelles et structurelles post-Covid*, op. cit.

<sup>4</sup> Rupietta K. et Beckmann M. (2018), « Working from home: What is the effect on employees' effort? », *Schmalenbach Business Review*, vol. 70(1), décembre, p. 25-55.

<sup>5</sup> Arntz M., Ben Yahmed S. et Berlingieri F. (2019), « Working from home: Heterogeneous effects on hours worked and wages », *ZEW Discussion Papers*, n° 19-015, ZEW-Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim.

<sup>6</sup> Aksoy C. G., Barrero J. M., Bloom N., Davis S.J., Dolls M. et Zarate P. (2022), « Time savings when working from home », *NBER Working Paper*, n° 30446.

<sup>7</sup> Vayre É., Morin-Messabel C., Cros F., Maillot A.-S. et Odin N. (2022), « [Benefits and risks of teleworking from home: The teleworkers' point of view](#) », *Information*, n° 11 545.

Au-delà de la relation entre télétravail et productivité, une enquête réalisée aux États-Unis auprès des employeurs<sup>1</sup> suggère que l'essor du télétravail aurait modéré la croissance des salaires sur deux ans et aurait réduit les coûts de main-d'œuvre (faible taux de démission associé à l'offre de télétravail), par le biais d'un choc d'attractivité des postes « télétravaillables ». Les auteurs expliquent ce résultat par l'effet positif que peut avoir le télétravail sur l'attractivité de certains métiers, certains salariés étant prêts à accepter un salaire plus faible pour bénéficier du télétravail.

Par ailleurs, l'Insee (2023)<sup>2</sup> note que le télétravail aurait accéléré les flux de population des grandes villes vers les villes moyennes à partir de l'année 2021. Pour les auteurs, le télétravail semble un déterminant central de cette dynamique, avec une augmentation de 14 % de la distance domicile-travail pour les 10 % des salariés les plus éloignés de leur lieu de travail ayant un emploi télétravaillable – souvent un emploi qualifié et mieux rémunéré que celui non-télétravaillable – et occupant un poste dans une des grandes aires urbaines (Paris et les aires de plus de 700 000 habitants) en 2021<sup>3</sup>.

Cette redistribution géographique des revenus et des emplois peut réduire les inégalités économiques interrégionales et soutenir l'activité dans des zones moins dynamiques, mais le recul temporel nécessaire pour tester empiriquement cette hypothèse n'est pas encore suffisant. Gokan, Kichko, Matheson et Thisse (2022)<sup>4</sup> proposent une analyse théorique de cette redistribution en s'intéressant cette fois aux inégalités intrarégionales qu'elle induit : à l'aide d'un modèle de ville monocentrique calibré sur les données anglaises et permettant des variations spatiales des prix et des populations, ils suggèrent que le télétravail modifierait profondément la structure des villes. Il permet aux travailleurs qualifiés habitant dans des zones à haute productivité de déménager dans des zones moins productives, où les prix (et les loyers) sont moins chers, et habitées par des travailleurs peu qualifiés. À moyen-terme, le télétravail contribuant à réduire la contrainte liée au choix de localisation du travailleur, il pourrait se traduire par une moindre attractivité des métropoles, par une moindre disparité des niveaux de productivité entre les territoires, par une plus grande dispersion

---

<sup>1</sup> Barrero J. M., Bloom N., Davis S. J., Meyer B. H. et Mihaylov E. (2022), « [The shift to remote work lessens wage growth](#) », *NBER Working Paper*, n° 30197, juillet.

<sup>2</sup> Insee (2023), « [Crise sanitaire et développement du télétravail : davantage de départs des pôles des grandes métropoles et de l'aire parisienne](#) », *Insee Analyses*, n° 81, mars.

<sup>3</sup> Cette hausse est moins nette pour les emplois peu télétravaillables (+5 %).

<sup>4</sup> Gokan T., Kichko S., Matheson J. A. et Thisse J. F. (2022), « [How the rise of teleworking will reshape labor markets and cities](#) », *CESifo Working Paper*, n° 9952, Center for Economic Studies and ifo Institute (CESifo), Munich.

géographique de la productivité sur le territoire, et par une détente du marché immobilier dans ces zones<sup>1</sup>.

Si la crise sanitaire a marqué une rupture dans le développement du télétravail, son déploiement se poursuit et se pérennise. De nouvelles études et un suivi sur plusieurs années seront nécessaires pour apprécier ses conséquences de long terme.

### **2.3. L'impact des réallocations sectorielles post-covid sur la productivité du travail apparaît limité à court terme et incertain à plus long terme**

Comme le dernier rapport du CNP l'indiquait, les réallocations intra et intersectorielles jouent un rôle substantiel dans les gains de productivité. David, Faquet et Rachiq (2020)<sup>2</sup> suggèrent ainsi que, en France, les réallocations d'emploi ont sensiblement contribué aux gains de productivité en régime de croisière (2001-2007) et ont amorti considérablement la chute de la productivité en période de crise (2008-2011). Ce résultat est partagé également par Gopinath *et al.* (2017)<sup>3</sup> pour la même période en s'intéressant cette fois aux entreprises européennes<sup>4</sup>. Ce travail souligne notamment une mauvaise allocation des capitaux entre les entreprises, en fonction de leur valeur nette<sup>5</sup> plutôt que de leur productivité, pour l'Italie et l'Espagne. À l'inverse, la France et l'Allemagne n'ont pas de problème significatif d'allocations des capitaux. Une réallocation des ressources peut aussi indirectement agir sur la productivité en soutenant le développement de secteurs porteurs de gains de productivité, comme le numérique<sup>6</sup>. Ces phénomènes de réallocations s'observent surtout en période de

---

<sup>1</sup> Les possibilités de redistribution spatiale de l'emploi induites par la normalisation du télétravail ne sont pas que nationales mais également internationales. Pour Michalski et Mengus (2020), la démonstration d'une télétravaillabilité intégrale de certains emplois qualifiés pourrait inciter des entreprises à délocaliser ces emplois dans des pays où la main-d'œuvre est moins chère, avec à la clé une perte d'emploi sur le territoire national et une pression à la baisse sur les plus hauts salaires. Le développement du télétravail a aussi augmenté la mobilité internationale des travailleurs et pourrait impliquer une plus grande pression sur les recettes fiscales (OCDE, 2021).

<sup>2</sup> David C., Faquet R. et C. Rachiq (2020), « Quelle contribution de la destruction créatrice aux gains de productivité en France ? », *Document de travail*, DG Trésor.

<sup>3</sup> Gopinath G., Kalemli-Özcan Ş., Karabarbounis L. et Villegas-Sanchez C. (2017), « Capital allocation and productivity in South Europe », *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 132(4), p. 1915-1967.

<sup>4</sup> L'évaluation est réalisée sur des entreprises espagnoles, italiennes, portugaises, françaises, allemandes et norvégiennes. Le phénomène observé par les auteurs n'est cependant significatif que pour les entreprises espagnoles, italiennes et portugaises.

<sup>5</sup> La valeur nette d'une entreprise est alors définie comme la différence entre son capital et ses dettes.

<sup>6</sup> Canton E., Colasanti F., Durán J., Garrone M., Simons W. et Vandeplas A. (2021), « [The sectoral impact of the Covid-19 crisis. An unprecedented and atypical crisis](#) », *European Economy - Economic*

récession comme l'indiquent Jaimovich et Siu (2020)<sup>1</sup>. Ils s'accompagnent souvent d'un autre phénomène, plus large cette fois, de polarisation de l'emploi<sup>2</sup>. Ils peuvent être considérés comme un facteur conjoncturel d'évolution de la productivité.

Il est important de souligner l'impact sur les dynamiques de réallocation des différentes stratégies en matière de politiques économiques pendant la crise Covid, entre l'Europe et les États-Unis. En Europe, la mise en place de mesures d'urgence a entraîné une forte fluctuation de la productivité par tête. Le recul de l'activité au moment des confinements s'est accompagné de réductions beaucoup moins fortes de l'emploi du fait des dispositifs de mise en activité partielle, permettant de garder les personnes en emploi avec des durées du travail réduites et conduisant à une baisse mécanique de la productivité par tête et à une réduction de la réallocation des travailleurs intra et inter-secteurs.

Les dispositifs de soutien aux entreprises ont également permis de limiter les défaillances d'entreprises au pic de la crise : la chute des faillites d'entreprise a été plus marquée dans des secteurs où le choc d'activité a été paradoxalement très fort (notamment en raison des aides publiques qui ont particulièrement soutenu ces secteurs). Le nombre de défaillances n'a ainsi entamé son rattrapage qu'à l'automne 2021 et ce mouvement s'est poursuivi tout au long de l'année 2022<sup>3</sup>. Heyer (2023) décompose les facteurs pouvant expliquer le surplus d'emploi à productivité inchangée (mesurée pré-crise) et conclut à une contribution de l'ordre de 26 % associée aux mesures « exceptionnelles » de soutien aux entreprises<sup>4</sup>. De même, le recul du nombre de défaillances, y compris en sortie de crise sanitaire<sup>5</sup>, a pu contribuer à une baisse de la productivité en enrayant le processus schumpétérien de « destruction-créatrice ». Ce facteur pourrait être conjoncturel, le nombre de défaillances étant retourné à son niveau pré-crise en 2023.

---

*Briefs*, n° 069, Directorate General Economic and Financial Affairs (DG ECFIN), Commission européenne.

<sup>1</sup> Jaimovich N. et Siu H. E. (2020), « Job polarization and jobless recoveries », *The Review of Economics and Statistics*, vol. 102(1), p. 129-147.

<sup>2</sup> Une polarisation de l'emploi entre postes peu qualifiés et hautement qualifiés.

<sup>3</sup> Banque de France (2023), [Suivi mensuel des défaillances – avril](#).

<sup>4</sup> Heyer É. (2023), « [Comment expliquer l'évolution de l'emploi salarié depuis la crise Covid ?](#) », *Revue de l'OFCE*, janvier.

<sup>5</sup> Boekva Bonkosi E. et Epaulard A. (2022), « [Défaillances d'entreprises : toujours pas d'effet de rattrapage post-Covid](#) », *Point de vue*, France Stratégie, mai.

Les effets de composition sectorielle ont conduit à mesurer une productivité horaire plus élevée pendant la crise<sup>1</sup>. Les branches les plus affectées par les restrictions d'activité (notamment l'hébergement-restauration), avec un niveau de productivité relativement plus faible que la moyenne, ont beaucoup moins contribué à la production globale pendant la crise. En 2020 et 2021, cet effet de composition a joué sensiblement à la hausse sur la productivité horaire, aussi bien en France qu'en Italie ou en Espagne. Cet effet s'est progressivement résorbé avec le relâchement des contraintes sanitaires et le retrait progressif des mesures exceptionnelles mises en place pendant la crise sanitaire. En 2022, l'effet de composition devient beaucoup plus faible en France, en Espagne et en Italie, et la perte de productivité dans ces pays provient surtout d'un effet intra-branche.

Aux États-Unis, où les politiques mises en place face au choc sanitaire diffèrent significativement, peu de réallocations post-crise sont observées malgré l'absence notable de mesures de maintien dans l'emploi. Utilisant une variété de modèles<sup>2</sup> pour identifier des mouvements de réallocation, Consolo et Petroulakis (2022)<sup>3</sup> n'identifient pas de mouvements massifs entre secteurs. Ils n'excluent cependant pas la possibilité d'importantes réallocations intra-sectorielles et intra-firmes, inobservables avec leurs méthodes, que tentent de mesurer Barrero *et al.* (2020)<sup>4</sup>. Ces derniers ont développé un indicateur d'excès de réallocations *attendues*<sup>5</sup> au sein de l'économie à partir des données de l'enquête menée par la Réserve fédérale d'Atlanta sur l'incertitude des entreprises<sup>6</sup> et observent un fort phénomène de réallocation entre mars et septembre 2020. Barrero *et al.* (2020) estiment alors que pour 10 emplois détruits, 3 étaient créés dès les deux premiers mois de la pandémie aux États-Unis. Ils estiment également que 42 % des emplois détruits le sont de manière permanente, symptôme du phénomène

---

<sup>1</sup> Insee, [Note de conjoncture de décembre 2022](#).

<sup>2</sup> Les auteurs utilisent (i) l'indicateur de réallocation *attendue excessive* développé par Barrero *et al.* (2020), (ii) un modèle de *search and matching* sur données micro, ainsi (iii) qu'un modèle VAR structurel bayésien.

<sup>3</sup> Consolo A. et Petroulakis F. (2022), « Did Covid-19 induce a reallocation wave? », ECB working Paper Series n° 2703.

<sup>4</sup> Barrero J. M., Bloom N. et Davis S. J. (2020), « Covid-19 is also a reallocation shock », *NBER Working Paper*, n° 27137, National Bureau of Economic Research.

<sup>5</sup> Les auteurs construisent leur indicateur sur la base des anticipations de recrutement et de licenciement déclarées par les entreprises lors de la réalisation de l'enquête.

<sup>6</sup> [Survey of Business Uncertainty - Federal Reserve Bank of Atlanta \(atlantafed.org\)](#).

de réallocations des facteurs<sup>1</sup>. Pour David (2021)<sup>2</sup>, la réallocation des travailleurs ne concerne surtout que deux secteurs : les loisirs et l'hôtellerie-restauration. En comparaison de ce qui était observable dans les crises précédentes et en excluant les secteurs de l'hôtellerie et des loisirs, l'auteur observe une réallocation des travailleurs importante mais peu persistante après la crise Covid aux États-Unis. Forsythe *et al.* (2022)<sup>3</sup> expliquent la faible réallocation des travailleurs par la capacité des employeurs et des employés à garantir la continuité de leur collaboration post-pandémie en dehors de tout cadre formel, soulignant ainsi les capacités propres du marché du travail américain à s'adapter. Les dispositifs de maintien de l'emploi sont venus renforcer l'inertie des mouvements de réallocation intra- et inter-secteurs, comme le montrent Meriküll et Paulus (2022)<sup>4</sup> pour les entreprises estoniennes.

À plus long terme, la crise sanitaire pourrait accélérer les réallocations sectorielles. Des phénomènes de réallocation peuvent par exemple être attendus, pour faire face aux évolutions durables de la demande, tels que le développement du télétravail ou le recul des voyages d'affaires<sup>5</sup>. La réallocation sectorielle de la main-d'œuvre pose cependant un enjeu en termes de compétences, de sorte qu'il sera nécessaire de faciliter l'acquisition des compétences requises dans les nouveaux emplois créés. L'accompagnement des travailleurs devrait également être mieux ciblé vers les secteurs en croissance. Carrillo-Tufela *et al.* (2023)<sup>6</sup> observent que les chômeurs et travailleurs peu qualifiés ont tendance à moins rechercher un emploi dans les secteurs en expansion, avec une propension à rechercher en priorité un emploi dans leur secteur d'origine. S'intéressant plus particulièrement au chômage provoqué par des

---

<sup>1</sup> Comme le rappellent Barrero *et al.* (2020), les destructions précèdent les créations : Davis et Haltiwanger (2001) observent un mouvement de réallocation, suite à un choc pétrolier, étalé sur une à deux années. Davis S. J. et Haltiwanger J. (2001), « Sectoral job creation and destruction responses to oil price changes », *Journal of Monetary Economics*, décembre.

<sup>2</sup> David J. (2021), « Has Covid-19 been a "reallocation recession"? », *Chicago Fed Letter*, n° 452, mars.

<sup>3</sup> Forsythe E., Kahn L. B., Lange F. et Wiczer D. (2022), « Where have all the workers gone? Recalls, retirements, and reallocation in the Covid recovery », *Labour Economics*, vol. 78, 102251.

<sup>4</sup> Meriküll J. et Paulus A. (2022), « [Were jobs saved at the cost of productivity in the Covid-19 Crisis?](#) », août.

<sup>5</sup> Basso G. *et al.* (2020), « The new hazardous jobs and worker reallocation », *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, n° 247, OECD Publishing, Paris. Coueffe M. (2021), « Compétences et réallocations intersectorielles des emplois après la crise », *Trésor-Eco*, n° 287, Direction générale du Trésor.

<sup>6</sup> Carrillo-Tudela C., Clymo A., Comunello C., Jäckle A., Visschers L. et Zentler-Munro D. (2023), « Search and reallocation in the Covid-19 pandemic: Evidence from the UK », *Labour Economics*, 102328.

plans sociaux, Arquíe et Grjebine (2023)<sup>1</sup> indiquent que les salariés qui retrouvent ensuite un emploi le font dans des entreprises plus petites, qui produisent moins de valeur et investissent moins. Or, comme le rappelle les auteurs, un moindre investissement aujourd'hui peut conduire à moins de croissance demain. La nouvelle allocation géographique des travailleurs, expliquée notamment par le développement du télétravail, jouerait également sur la productivité. Pour Gornig et Schiersch (2019)<sup>2</sup> par exemple, qui étudient l'impact de l'agglomération sur la productivité totale des facteurs à partir des données des entreprises allemandes, un environnement riche en entreprises a un impact positif sur la productivité globale des facteurs.

La crise sanitaire ne semble donc pas avoir entraîné de mouvement de réallocation des facteurs à court terme, bien que des effets transitoires de recomposition sectorielle massifs aient été observés au pic de la crise. Ses effets à long terme sont encore incertains et nécessiteront davantage de recul.

### 3. L'impact de l'augmentation des prix de l'énergie sur la productivité

La question de l'impact de l'évolution des prix de l'énergie sur la productivité apparaît cruciale, à la fois dans le contexte de crise énergétique et à plus long terme avec l'augmentation des prix de l'énergie que devrait induire la transition écologique. Il s'agit à la fois d'un facteur conjoncturel et d'un facteur structurel d'évolution de la productivité.

À court et moyen terme, l'augmentation des prix nuit à la capacité financière d'investissement des entreprises. Les efforts de diminution de la consommation énergétique peuvent par ailleurs conduire à adopter des processus et des combinaisons de facteurs moins efficaces, avec une sous-utilisation des capacités de production. À cet égard, l'ampleur de l'effet de la hausse des prix de l'énergie dépend des élasticités de court et moyen terme. L'effet peut être amplifié par la nature du choc énergétique, selon qu'il porte sur une énergie en particulier ou l'ensemble des énergies. Dans ce second cas, une hausse simultanée des prix du gaz, de l'électricité et du pétrole limite les possibilités de substitution au sein de l'intrant « énergie ». La baisse de la consommation d'énergie observée en 2022 suggère toutefois des élasticités qui pourraient être plus élevées encore que ce que la littérature académique

---

<sup>1</sup> Arquíe A. et Grjebine T. (2023), « [Vingt ans de plans sociaux dans l'industrie : quels enseignements pour la transition écologique ?](#) », *La Lettre du CEPII*, n° 435, mars.

<sup>2</sup> Gornig M. et Schiersch A. (2019), « [Agglomeration economies and the firm TFP: Different effects across industries](#) », DIW Berlin Discussion Paper, n° 1788, février.

estimait. En outre, même si la hausse des prix de l'énergie dégrade la capacité à investir, elle augmente le rendement des investissements destinés à accroître l'efficacité énergétique. À ce titre, l'impact est ambigu sur l'investissement total, qui dépend notamment du degré de contrainte financière.

Une autre source d'incertitudes à plus long terme est le degré auquel des investissements dans l'efficacité énergétique se substituent aux autres investissements productifs qui auraient augmenté la productivité, ou au contraire donnent lieu au déploiement de nouvelles technologies innovantes sources à la fois de sobriété énergétique et de productivité<sup>1</sup>.

L'objet de cette section est d'examiner les mécanismes et canaux de transmission de l'évolution des prix de l'énergie à la productivité à partir des travaux existants. La revue de littérature montre ainsi un impact incertain sur la productivité.

### Encadré 3 – Canaux de transmission de l'impact d'un choc énergétique sur la productivité

Comptablement, la valeur ajoutée (en prix courants) s'écrit comme la production diminuée des consommations intermédiaires :

$$p^{VA} \times VA = p^Q \times Q - p^{CI} \times CI \quad (1)$$

Où  $Q$  représente le volume de production,  $CI$  la quantité de consommations intermédiaires,  $VA$  le volume de valeur ajoutée, et  $p^Q$ ,  $p^{CI}$  et  $p^{VA}$  leur prix respectif.

La productivité apparente du travail  $\frac{VA}{L}$  correspond alors à :

$$\frac{VA}{L} = \frac{p^Q}{p^{VA}} \times \frac{Q}{L} - \frac{p^{CI}}{p^{VA}} \times \frac{CI}{L} \quad (2)$$

Il s'agit de la quantité produite par un travailleur. Les consommations intermédiaires (CI) peuvent être décomposées entre consommations intermédiaires de matières premières énergétiques (E) et consommations intermédiaires de matières premières non énergétiques (M), chacune de ces composantes possédant son propre prix :

<sup>1</sup> Voir Pisani-Ferry J. et Mahfouz S. (2023), *Les incidences économiques de l'action pour le climat*, rapport à la Première ministre, France Stratégie.

$$p^{CI} \times \frac{CI}{L} = p^E \times \frac{E}{L} + p^M \times \frac{M}{L} \quad (3)$$

À partir de l'équation (3), on peut réécrire l'équation (2) ainsi :

$$\frac{VA}{L} = \frac{p^Q}{p^{VA}} \times \frac{Q}{L} - \frac{p^E}{p^{VA}} \times \frac{E}{L} - \frac{p^M}{p^{VA}} \times \frac{M}{L} \quad (4)$$

Toutes choses égales par ailleurs, l'équation (4) indique qu'une hausse du prix des intrants énergétiques  $p^E$  touche négativement la productivité du travail  $\frac{VA}{L}$ . À court terme, l'hypothèse de rigidité des prix est vraisemblable et seul le prix relatif de l'énergie vis-à-vis celui de la valeur ajoutée varie. Les entreprises peuvent également faire face à des coûts d'ajustement dans l'utilisation des facteurs de production (notamment hors énergie), de sorte que ceux-ci varient peu. Ainsi, la valeur ajoutée tendrait à diminuer avec le renchérissement des consommations intermédiaires, et la productivité apparente du travail également. À moyen-long terme, l'impact d'un choc énergétique sur la productivité du travail est ambigu : il est fonction de l'élasticité de substitution de l'énergie avec les autres facteurs de production, des coûts d'ajustement de l'appareil productif et de la capacité des entreprises à innover.

La productivité globale des facteurs, dont dépend la production  $Q$ , qui découle également de la combinaison des autres facteurs de production<sup>1</sup>, peut également être touchée par le choc énergétique. D'un côté, les entreprises peuvent être contraintes de réduire leurs investissements en innovation et en adoption de nouveaux procédés de production et technologie, ou de les réorienter vers l'amélioration de l'efficacité énergétique au détriment de celle de l'appareil productif. De l'autre, les entreprises peuvent être amenées à faire des innovations de produits ou de procédés, source de gains de productivité.

<sup>1</sup> Formellement, la production peut être définie par  $Q \equiv f(A, K, L, E, M)$  où  $A$  désigne la productivité globale des facteurs et  $K$  le capital, les autres variables étant définies dans l'encadré 3 ci-dessus..

### 3.1. Une augmentation des prix de l'énergie importée, assimilée à une augmentation des coûts de production et du prix relatif des importations, nuit à la productivité

Entre 2019 et 2022, le prix du gaz a augmenté de plus de 560 %<sup>1</sup>, et le prix du pétrole de 77 % (effet change compris)<sup>2</sup> en moyenne annuelle. Cette hausse des prix énergétiques se traduit par une hausse des coûts de production des entreprises. Demmou *et al.* (2023)<sup>3</sup>, qui s'intéressent à l'impact d'une hausse des prix de l'énergie pour des entreprises des secteurs manufacturiers et de la construction de 21 pays de l'OCDE sur la période 1995-2020, suggèrent qu'une augmentation de 5 % des prix de l'énergie réduit la productivité des entreprises étudiées d'environ 0,4 % sur un an. Les effets négatifs du choc à court terme pourraient néanmoins être inversés à moyen terme : une augmentation de 10 % des prix de l'énergie serait associée à une augmentation de la croissance de la productivité d'environ 0,9 % quatre ans après le choc, ce qui serait cohérent avec l'hypothèse forte de Porter<sup>4</sup> (voir la section 3.2 *infra*). Les entreprises les plus touchées sont celles qui opèrent dans des secteurs à forte intensité énergétique, ainsi que les entreprises qui sont financièrement contraintes, anciennes ou petites – ces dernières disposent de faibles ressources financières, ce qui limite les possibilités d'investissement dans des moyens de production moins énergivores. Cet impact dépend également, pour Demmou *et al.* (2023), des conditions macroéconomiques. Par exemple, lorsque l'écart de production d'un pays est positif, les hausses de prix de l'énergie ont un impact moins négatif à court terme, voire même positif à long terme : les entreprises, qui anticipent en période de croissance une hausse de la demande, sont incitées à investir dans de nouveaux procédés et de

---

<sup>1</sup> Estimation réalisée par pondération des produits mensuels et annuels des hubs TTF et PEG, en retenant pour la fin de l'année 2022 la moyenne des cotations allant du 15 juillet au 15 août 2022, en cohérence avec la période de cotations retenue pour le PLF.

<sup>2</sup> Estimation fondée sur le prix du Brent augmenté de la marge de raffinage (50 % du pétrole importé par la France est raffiné), en retenant pour la fin de l'année 2022 la moyenne des futures allant du 1<sup>er</sup> au 18 août 2022. La hausse des prix en euros intègre à la fois la hausse des prix du pétrole en dollars et la dépréciation de l'euro par rapport au dollar : entre 2019 et 2022, le prix du pétrole en dollars a augmenté de 67 %, la différence avec l'augmentation de 77 % en euros représentant la dépréciation de l'euro par rapport au dollar.

<sup>3</sup> Demmou L., Costa H., Franco G. et André C. (2023), « [Rising energy prices and productivity: short-run pain, long term gain?](#) », *OCDE Working Paper*, février.

<sup>4</sup> L'hypothèse de Porter stipule qu'une augmentation des prix des biens énergétiques incite les entreprises à innover afin de réduire leur consommation d'intrants énergétiques tout en maintenant leur production. On distingue deux versions de cette hypothèse : une version forte, qui implique que les innovations permettent la conformité aux réglementations et des gains de productivité, et une version faible, qui implique des innovations sans effet sur la productivité.

nouvelles innovations pour faire face à la hausse des prix de l'énergie, desquels découlent ainsi des gains de productivité à long terme.

La France étant importatrice nette de pétrole et de gaz, la hausse de leur prix se répercute mécaniquement sur les prix des importations. Gopinath et Neiman (2014)<sup>1</sup> étudient empiriquement l'impact sur la productivité d'une hausse des prix des importations, comme cela a eu lieu lors de la crise économique en Argentine au début des années 2000. Dans leur analyse, les entreprises disposent d'un pouvoir de marché suffisamment important pour répercuter cette hausse des prix de l'énergie sur leurs prix de ventes<sup>2</sup> : un choc positif sur le prix des importations augmente les coûts de production (les biens domestiques et importés ne sont pas parfaitement substituables), et touche toute la chaîne de production. En conséquence, cette augmentation des coûts diminue la demande adressée aux secteurs fortement dépendants d'importations relativement à ceux qui ne le sont pas. Leur production diminue et en conséquence (i) leur utilisation des facteurs travail et capital et (ii) l'intensité de l'utilisation d'intrants intermédiaires dans le processus de production. Les auteurs montrent alors que cela a un effet du *premier ordre négatif* sur la productivité des entreprises. Une partie de la littérature académique s'intéresse plus généralement aux effets d'un choc sur les termes de l'échange, qui se détériorent avec la hausse des prix des importations, sur l'activité et la croissance. Ces effets indirects seraient plutôt négatifs sur l'activité mais nul sur la croissance potentielle (voir encadré sur l'effet d'un choc sur les termes de l'échange sur l'activité et la croissance *infra*). Dans le cas de la France, la hausse du prix relatif des hydrocarbures des prix énergétiques, couplée à la dépréciation de l'euro, détériorerait les termes de l'échange et entraînerait une perte de revenu réel pouvant atteindre environ 3 points de PIB en 2022 selon Clavères (2022)<sup>3</sup>.

La nature spécifique de l'intrant concerné par un choc dans le cas français et européen doit être soulignée : les énergies importées sont en effet difficilement substituables par des intrants produits domestiquement et l'élasticité de la demande d'énergie à son prix

---

<sup>1</sup> Gopinath G. et Neiman B. (2014), « Trade adjustment and productivity in large crises », *American Economic Review*, vol. 104(3), p. 793-831.

<sup>2</sup> Voir Basu S. et Fernald J. G. (2002), « Aggregate productivity and aggregate technology », *European Economic Review*, vol. 46(6), p. 963-91.

<sup>3</sup> Clavères G. (2022), « Répartition des pertes dues à la dégradation des termes de l'échange énergétiques », *Trésor-Eco*, n° 318, Direction générale du Trésor. Le chiffre de 85 milliards d'euros – équivalent à 3 points de PIB – correspond ici à un chiffrage *ex ante* brut et statique, calculé sans prendre en compte le bouclage macroéconomique et l'adaptation des comportements, qui devraient compenser en partie les effets de la hausse des prix des produits énergétiques importés. Amoureux *et al.* (2022) indiquent une perte de revenu de l'ordre de 1,5 point de PIB liée à la dégradation des termes de l'échange pour l'année 2022. Voir Amoureux V., Carnot N. et Laurent T. (2022), « [Termes de l'échange et revenu intérieur réel : mesurer le pouvoir d'achat de la nation](#) », Blog de l'Insee, 9 septembre.

serait plutôt faible à court terme, soulignant l'importance de l'énergie dans les processus de production – et donc dans la productivité à court terme – ainsi que dans la consommation finale des ménages. D'après la méta-analyse de Labandeira *et al.* (2017)<sup>1</sup> qui recense les résultats de plus de 428 travaux de recherche publiés entre 1990 et 2016, l'élasticité prix de la demande en énergie s'élève en moyenne (médiane) à  $-0,19$  ( $-0,14$ ) à court terme, dans un horizon temporel inférieur à un an, et  $-0,52$  ( $-0,43$ ) à long terme (horizon supérieur à un an). Oladosu *et al.* (2018)<sup>2</sup> recourent également à une méta-analyse de la littérature portant sur les prix du pétrole et les conséquences de ses variations sur le PIB. S'appuyant sur les estimations de 19 articles et en se concentrant sur les États-Unis, l'élasticité du PIB au prix du pétrole serait de  $-0,02$  à court terme (1 an). Un résultat proche de celui obtenu par l'Office for Budget Responsibility (2022)<sup>3</sup> à l'aide d'une fonction de production estimée sur données anglaises : l'élasticité du produit potentiel au prix du gaz et du pétrole serait de  $-0,013$  à court terme (1 an) et de  $-0,018$  à moyen terme (5 ans). Les enquêtes récentes suggèrent toutefois que, face à la hausse des prix, une part importante d'entreprises ont pu adapter leur processus de production et engager des investissements pour réduire leur consommation d'énergie, tandis que peu d'entreprises ont diminué leur activité<sup>4</sup>. La situation actuelle pourrait amener à une réévaluation des élasticités, bien que le recul nécessaire à leur réestimation manque encore à ce jour.

Cette élasticité prix concerne l'énergie prise comme un facteur de production qui peut partiellement se substituer à d'autres (travail, capital). Elle est à distinguer de l'élasticité prix de la demande pour différents produits énergétiques (gaz naturel, pétrole, etc.) qui peuvent non seulement se substituer aux autres facteurs de production et les uns aux autres au sein du bouquet énergétique. En règle générale, les études empiriques considèrent que l'élasticité prix de la demande en énergie est plus forte en valeur absolue à long terme qu'à court terme, ce qui traduit la capacité des agents à s'ajuster progressivement aux chocs de prix via des effets de substitution ou d'efficacité énergétique. À cet égard, des effets négatifs supérieurs aux chocs sur les termes de l'échange générés par d'autres types de biens pourraient ainsi être observés avec un choc énergétique. Ces effets varieraient en fonction de la nature du bien énergétique (l'énergie la moins élastique est le fioul de chauffage et la plus élastique l'essence)

---

<sup>1</sup> Labandeira X., Labeaga J. M. et López-Otero X. (2017), « A meta-analysis on the price elasticity of energy demand », *Energy policy*, vol. 102, p. 549-568.

<sup>2</sup> Oladosu G. A., Leiby P. N., Bowman D. C., Uría-Martínez R. et Johnson M. M. (2018), « Impacts of oil price shocks on the United States economy: A meta-analysis of the oil price elasticity of GDP for net oil-importing economies », *Energy Policy*, vol. 115, p. 523-544.

<sup>3</sup> Office for Budget Responsibility (2022), *Fiscal Risks and Sustainability*, juillet.

<sup>4</sup> [Point de conjoncture du 5 mai 2023](#), Insee.

mais également en fonction du type de consommateur car l'élasticité-prix de la demande commerciale est significativement plus élevée que celles de la demande résidentielle et de la demande industrielle (Labandeira *et al.*, 2017).

#### **Encadré 4 – Effet d'un choc des termes de l'échange sur l'activité et la croissance**

Les « termes de l'échange » désignent, pour un pays donné, le rapport entre le prix de ses exportations et le prix de ses importations. Cet indicateur est à distinguer du « taux de change réel » qui désigne le rapport entre le niveau des prix domestique et le niveau des prix à l'étranger. Une dégradation des termes de l'échange peut être due à une hausse du prix des importations ou à une diminution des prix des exportations. Toutes choses égales par ailleurs, cette dégradation des termes de l'échange devrait induire une dépréciation du taux de change réel.

Une dégradation des termes de l'échange – s'apparentant à une dépréciation réelle – peut influencer l'économie domestique par deux canaux principaux : i) un effet revenu : toutes choses égales par ailleurs, une dégradation des termes de l'échange représente un appauvrissement des agents domestiques par rapport au reste du monde (car le prix des biens vendus au reste du monde diminue et/ou le prix des biens achetés au reste du monde augmente), ce qui devrait réduire la consommation domestique ; ii) un effet de substitution : toutes choses égales par ailleurs, les biens domestiques deviennent plus attractifs que les biens étrangers, ce qui devrait renforcer la demande pour les premiers – à la fois via une diminution des importations et via une hausse des exportations.

Ce raisonnement « toutes choses égales par ailleurs » peut toutefois se révéler trompeur car les termes de l'échange comme le taux de change réel sont endogènes. En particulier, la variation des termes de l'échange doit tenir compte de la nature du prix touché (importations ou exportations, importations de biens finaux, de biens intermédiaires ou facteurs de production – dont l'énergie, etc.) et du choc sous-jacent (choc d'offre ou demande).

De manière générale, un choc des termes de l'échange n'aurait pas nécessairement d'impact sur la croissance potentielle : une augmentation du coût des importations provoque une diminution de la demande intérieure et un appauvrissement de l'économie domestique, mais la réduction de la consommation se double d'une diminution des importations dans une même proportion, n'entraînant donc pas nécessairement une baisse de la production (Kehoe et Ruhl, 2008<sup>1</sup> et

<sup>1</sup> Voir Kehoe T. J. et Ruhl K. J. (2008), « [Are shocks to the terms of trade shocks to productivity?](#) » *Review of Economic Dynamics*, vol. 11(4), octobre, p. 804-819.

Adler, Magud et Werner, 2018<sup>1</sup>). Ce résultat s'appuie néanmoins sur l'hypothèse forte que les exportations sont déterminées par la production et la demande adressée à la France, qui ne sont pas touchées par le choc.

Une dépréciation réelle peut tout de même réduire l'activité à court terme via un effet revenu dès lors qu'il y a des rigidités nominales (notamment à la baisse sur les salaires). En effet, un choc positif sur les termes de l'échange peut induire une diminution de l'emploi à court terme si l'ajustement face au choc requiert une rapide diminution des salaires nominaux domestiques rendue impossible par des rigidités à la baisse. Le prix des biens domestiques reste alors relativement élevé à court terme, ce qui réduit la demande et la production domestique et donc la demande de travail (Auclert, Rognlie, Souchier et Straub, 2021<sup>2</sup> et Rodriguez-Clare, Ulate et Vasquez, 2022<sup>3</sup>, pour le cas spécifique de l'entrée de la Chine dans le commerce mondial).

La nature du prix sur lequel porte le choc sous-jacent à la variation des termes de l'échange apparaît également centrale pour comprendre l'impact d'un choc des termes de l'échange sur l'activité. À partir d'un panel de 38 pays émergents sur la période 1980-2016, Di Pace *et al.* (2020)<sup>4</sup> montrent qu'un choc sur le prix des exportations a en moyenne un effet plus prononcé sur l'économie qu'un choc sur le prix des importations, entraînant pourtant une variation similaire des termes de l'échange. L'analyse via les termes de l'échange, qui traite implicitement ces deux prix comme symétriques, conduirait à fortement sous-estimer la contribution des chocs internationaux aux cycles dans les pays en développement. Cette asymétrie pourrait être liée à la plus grande intensité pour les pays émergents des exportations en matières premières, dont les cours sont très fluctuants et à l'origine de la majorité des chocs internationaux, tandis que les importations sont beaucoup plus diversifiées. Dans le cas de la France, on pourrait s'attendre à un effet plus prononcé du choc sur les prix des importations.

---

<sup>1</sup> Adler G., Magud N. E. et Werner A. (2018), « [Terms-of-trade cycles and external adjustment](#) », *International Review of Economics & Finance*, vol. 54, mars, p. 103-122.

<sup>2</sup> *Ibid.*

<sup>3</sup> Rodriguez-Clare A., Ulate M. et Vasquez J. P. (2022), « Trade with nominal rigidities: Understanding the unemployment and welfare effects of the China shock », *CEPR Discussion Paper*, n° DP17141.

<sup>4</sup> Di Pace F., Juvenal L. et Petrella I. (2020), « Terms-of-trade shocks are not all alike », *IMF Working Papers 2020/280*, Fonds monétaire international.

### 3.2. À plus long terme, l'évolution des prix de l'énergie pourrait stimuler le progrès technique et l'innovation, mais l'impact sur la productivité reste incertain

Comme le souligne Murillo-Zamorano (2005)<sup>1</sup>, le lien entre énergie et productivité ne fait pas consensus dans la littérature académique. Si certains auteurs rejettent tout lien ou l'estiment faible voire nul<sup>2</sup>, d'autres trouvent un impact tantôt positif, tantôt négatif des fluctuations des prix de l'énergie sur la productivité. En outre, les conclusions de l'analyse de la crise énergétique actuelle, qui ne seront toutefois disponibles qu'à moyen terme pour avoir le recul nécessaire, pourront être mobilisées pour la transition écologique et pour la mise en place de politiques d'atténuation coût-efficace.

D'un côté, à long terme, une augmentation des prix de l'énergie pourrait avoir un effet négatif sur la productivité en réduisant les incitations et la capacité financière à investir. Les investissements d'efficacité énergétique seraient quant à eux privilégiés. Comme le soulignent Dlugosch et Kozluk (2017)<sup>3</sup>, cette désincitation est liée à un effet d'offre – le seuil de rentabilité d'un investissement augmente avec les coûts marginaux de production sous l'effet d'une hausse des prix de l'énergie – et à un effet de demande, laquelle est réduite par l'inflation qui résulte de la hausse des prix de l'énergie<sup>4</sup>. En outre, sur la base d'un modèle à croissance endogène construit sur données américaines, Hassler *et al.* (2021)<sup>5</sup> montrent qu'une forte augmentation des prix de l'énergie tend à réorienter la recherche et développement vers l'amélioration de l'utilisation des intrants énergétiques, au détriment de la productivité globale des facteurs.

De l'autre, la hausse des prix de l'énergie pourrait avoir un impact positif sur la productivité à long terme en renforçant l'innovation, sous certaines conditions.

---

<sup>1</sup> Murillo-Zamorano L. R. (2005), « The role of energy in productivity growth: A controversial issue? », *The Energy Journal*, vol. 26(2), International Association for Energy Economics, p. 69-88.

<sup>2</sup> Voir Denison E. (2011), *Trends in American economic growth*, Brookings Institution Press, 2011 ; ou encore Gullickson W. et Harper M. J. (1987), « Multifactor productivity in US manufacturing, 1949-83 », *Monthly Labor Review*, vol. 110, octobre.

<sup>3</sup> Dlugosch D. et Kozluk T. (2017), « [Energy prices, environmental policies and investment: Evidence from listed firms](#) », *OECD Economics Department Working Papers*, n° 1378, Publications de l'OCDE, Paris.

<sup>4</sup> Phan D. H., Vuong T. T. et Nguyen D. T. (2019), « [Crude oil price uncertainty and corporate investment: New global evidence](#) », *Energy Economics*, vol. 77, p. 54-65.

<sup>5</sup> Hassler J., Krusell P. et Olovsson C. (2021), « [Directed technical change as a response to natural-resource scarcity](#) », *Journal of Political Economy*, vol. 129(11), p. 3039-3072.

Conformément à l'hypothèse forte de Porter<sup>1</sup> concernant le prix du carbone – partiellement transposable pour les prix de l'énergie<sup>2</sup> – la hausse des prix pourrait avoir un effet positif sur la production des entreprises en les incitant à gagner en efficacité et à innover, ce qui accroît leur productivité. Plusieurs travaux empiriques récents semblent confirmer cette hypothèse forte de Porter pour certaines entreprises et en fonction de leur intensité énergétique, avec un impact positif de l'augmentation des prix de l'énergie sur la productivité observée à long terme après un choc négatif à court terme (Ambec et al., 2013<sup>3</sup> pour une méta-analyse ; Demmou et al., 2023<sup>4</sup> pour quinze pays européens ; Alla, 2022<sup>5</sup> pour dix-sept pays européens). Se concentrant sur les entreprises françaises, Fontagné et al. (2023)<sup>6</sup> notent également une augmentation de l'efficacité énergétique suite à une hausse des prix de l'énergie, avec une réallocation de la production entre sites industriels en fonction des différentiels de coûts énergétiques, mais avec une part d'intrants produits à l'étranger plus importante.

L'augmentation des prix dégrade la compétitivité-coût des entreprises, ce qui les pousse à innover (Newell et al., 1999 ; Popp, 2002<sup>7</sup> ; Wing, 2008<sup>8</sup>) afin de réduire la consommation d'énergie associée à leur production (Aghion et al., 2012)<sup>9</sup>, ou à

---

<sup>1</sup> Voir Porter M. E. (1991), « America's Green Strategy », *Scientific American*, vol. 264/4, p. 168 ; et Porter M. E. et van der Linde C. (1995), « Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship », *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, n° 4, p. 97-118.

<sup>2</sup> Le mécanisme du signal-prix d'une tarification du carbone est similaire au mécanisme du signal-prix de l'énergie s'agissant de l'impact sur la consommation et l'investissement.

<sup>3</sup> Ambec S. et al. (2013), « The Porter hypothesis at 20: can environmental regulation enhance innovation and competitiveness? », *Review of environmental economics and policy*, vol. 17/1.

<sup>4</sup> Demmou L., Costa H., Franco G. et André C. (2023), « [Rising energy prices and productivity: short-run pain, long term gain?](#) », *op. cit.*

<sup>5</sup> Alla A. (2022), « European Union's emissions trading system and productivity: firm-level evidence for France, Italy and Spain », *Document de travail*, n° 2022/3, Direction générale du Trésor.

<sup>6</sup> Fontagné L., Martin P. et Orefice G. (2023), « [The many channels of firm's adjustment to energy shocks : Evidence from France](#) », Working Papers, n° 10548, mai.

<sup>7</sup> Voir par exemple Popp D. (2002) : « Induced Innovation and Energy Prices », *American Economic Review*, vol. 92, n° 1, p. 160-180 : sur la période 1970-1974, une hausse des prix de l'énergie de 10 % a entraîné en moyenne une hausse des brevets déposés dans le secteur de l'énergie de 3,5 % ; Newell R., A. Jaffe et R. Stavins (1999) : « The induced innovation hypothesis and energy-saving technological change », *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 114(3), p. 941-975 : l'efficacité énergétique en 1993 aurait été de 25 % à 50 % plus faible dans les climatiseurs et chaudières à gaz si les prix de l'énergie avaient conservé leur niveau de 1973.

<sup>8</sup> Wing I. S. (2008), « Explaining the declining energy intensity of the US economy », *Resource and Energy Economics*, vol. 30.1, p. 21-49.

<sup>9</sup> Voir par exemple, s'agissant de l'augmentation des prix de l'essence et de l'industrie automobile, Aghion P., Dechezleprêtre A., Hemous D., Martin R. et Van Reenen J. O. (2016), « Carbon taxes, path dependency and directed technical change: Evidence from the auto industry », *Journal of Political Economy*, vol. 124, p. 1-51.

l'utilisation de leurs produits car les consommateurs rationnels vont privilégier des produits qui consomment moins et seront dès lors moins coûteux. Crabb et Johnson (2010)<sup>1</sup> estiment par exemple l'élasticité des brevets aux prix de l'énergie à 0,24. L'impact de l'augmentation des prix de l'énergie sur la productivité varie selon la taille des entreprises, leur secteur d'activité et *in fine* leur consommation d'énergie (consommation d'énergie finale et coûts intermédiaires) : plus une entreprise est grande, plus elle dispose des moyens d'investir et d'innover pour réduire sa consommation. De même, plus une entreprise est consommatrice d'énergie, plus elle est incitée à innover pour améliorer l'efficacité énergétique de sa production (Steinbuks et Neuhoff, 2014<sup>2</sup> pour les pays de l'OCDE ; Faquet, 2021<sup>3</sup> pour la France).

À l'inverse, une augmentation des prix de l'énergie plus forte que celle subie par leurs concurrentes pourrait contraindre les entreprises exportatrices les moins productives à arrêter leur activité ou à renoncer à exporter (Bureau, Fontagné et Martin, 2013)<sup>4</sup> : face à la réduction de leur compétitivité, les entreprises voient leurs ventes se réduire, ce qui réduit les revenus tirés de leurs exportations, lesquels ne couvrent plus les coûts incompressibles qu'elles doivent engager pour vendre à l'étranger. Ces entreprises se retirent donc du marché ou sont contraintes de réduire leurs marges.

L'impact positif de la hausse des prix de l'énergie sur la productivité dépend ainsi fortement de la capacité des entreprises à investir pour adapter voire transformer radicalement leurs processus productifs. Comme l'analysent Gamtessa et Olani (2018)<sup>5</sup> à partir des données d'entreprises canadiennes et Demmou et *al.* (2023)<sup>6</sup> à partir des données de vingt-et-un pays, ces investissements concernent des technologies ou des modes de production plus efficaces sur le plan énergétique. Si les travaux portant précisément sur les investissements dans l'efficacité énergétique et la

---

<sup>1</sup> Crabb J.M. et Johnson D.K.N. (2010), « Fueling innovation: The impact of oil prices and CAFE Standards on energy-efficient automotive technology », *The Energy Journal*, vol. 31(1), p. 199-216.

<sup>2</sup> Steinbuks J. et Neuhoff K. (2014), « Assessing energy price induced improvements in efficiency of capital in OECD manufacturing industries », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 68.2, p. 340-356.

<sup>3</sup> Faquet R. (2021), « [Which industrial firms make decarbonization investments](#) », *Documents de Travail*, n° 2021/03, Direction générale du Trésor.

<sup>4</sup> Bureau D., Fontagné L. et Martin P. (2013), « [Énergie et compétitivité](#) », *Notes du conseil d'analyse économique*, n° 6, p. 1-12.

<sup>5</sup> Gamtessa S. et Olani A. B. (2018), « [Energy price, energy efficiency, and capital productivity: Empirical investigations and policy implications](#) », *Energy Economics*, vol. 72, p. 650-666.

<sup>6</sup> Demmou L., Costa H., Franco G. et André C. (2023), « [Rising energy prices and productivity: short-run pain, long term gain?](#) », *op. cit.*

productivité sont rares, l'étude de Niczyporuk et Kalantzis (2021)<sup>1</sup> menée sur les données de 15 000 entreprises dans les vingt-sept pays de l'Union européenne et au Royaume-Uni en 2018-2019 suggère une relation de causalité positive. L'impact positif de la hausse des prix sur la productivité pourrait également résulter d'un effet de substitution vers d'autres technologies qui améliorent l'efficacité énergétique de la production, voire vers d'autres sources d'énergie moins chères. Le principal exemple historique est l'électrification dans l'industrie manufacturière au xx<sup>e</sup> siècle, qui tient un rôle central dans la croissance de la productivité au début du xx<sup>e</sup> siècle (Schurr *et al.*, 1960<sup>2</sup> ; 1979<sup>3</sup> ; Schurr, 1982<sup>4</sup> ; Jorgenson, 1984<sup>5</sup>).

Les prix de l'énergie jouent également un rôle indirect lié aux réallocations du facteur travail et du facteur capital. Les résultats de l'étude de Murillo-Zamorano (2005)<sup>6</sup> suggèrent aussi l'existence d'une relation claire entre la consommation d'énergie et la croissance de la productivité : à partir des données de l'Union européenne (sauf l'Allemagne), de l'Australie, du Canada, du Japon et des États-Unis, l'auteur montre que l'efficacité technique semble expliquer une part importante de la variation de la productivité dans le temps et entre les pays.

Toutefois, l'impact positif d'une augmentation des prix de l'énergie sur la productivité semble dépendre de l'ampleur du choc. Si l'augmentation des prix est particulièrement élevée et soudaine, l'étude de Demmou *et al.* (2023)<sup>7</sup> suggère qu'il n'y a pas d'amélioration de la productivité à moyen terme, et même un impact négatif durable. Pour les auteurs, cela pourrait être lié au fait que les coûts marginaux des entreprises augmentent tellement à court terme que ces entreprises ne sont pas en mesure d'effectuer les investissements qui conduisent à des améliorations de la productivité à plus long terme. En outre, la demande diminue en cas de choc conduisant à une

---

<sup>1</sup> Niczyporuk H. et Fotios Kalantzis (2021), *EIB Working Paper 2021/07-Can European businesses achieve productivity gains from investments in energy efficiency?*, European Investment Bank.

<sup>2</sup> Schurr S. et Netschert B. C., avec Eliasberg V. E., Lerner J. et Landsberg H. H. (1960), *Energy in the American Economy, 1850-1975. An Economic Study of Its History and Prospects*, Johns Hopkins Press.

<sup>3</sup> Schurr S. *et al.* (1980), « [Energy in America's future](#) », *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 18(4), décembre, p. 283-291.

<sup>4</sup> Schurr S. (1982), « Energy efficiency and productive efficiency: Some thoughts based on American experience », *Energy Journal*, n° 3.

<sup>5</sup> Jorgenson D. W. (1984), « The role of energy in productivity growth », *The Energy Journal*, vol. 5.3, p. 11-26.

<sup>6</sup> Murillo-Zamorano L. R. (2005), « The role of energy in productivity growth: A controversial issue? », *op. cit.*

<sup>7</sup> Demmou L., Costa H., Franco G. et André C. (2023), *op. cit.*

hausse des prix de l'énergie, ce qui réduit la rentabilité des investissements et donc l'incitation à investir pour les entreprises<sup>1</sup>.

Ainsi, une hausse prolongée des prix de l'énergie aurait un impact à long terme incertain sur la productivité. Cet impact pourrait être positif si la hausse conduit à des réorganisations des processus de production ou à des investissements favorables au progrès technique et à l'innovation en matière d'efficacité énergétique, sans que cela soit au détriment de l'amélioration de l'utilisation des autres facteurs de production, capital et travail.

## Références bibliographiques

Adler G., Magud N. E. et Werner A. (2018), « [Terms-of-trade cycles and external adjustment](#) », *International Review of Economics & Finance*, vol. 54, mars, p. 103-122.

Aghion P., Dechezleprêtre A., D. Hemous, R. Martin et J. Van Reenen (2016), « Carbon taxes, path dependency and directed technical change: Evidence from the auto industry », *Journal of Political Economy*, vol. 124, p. 1-51.

AIE (2022), *World Energy Outlook 2022*, octobre.

Aksoy C. G., Barrero J. M., Bloom N., Davis S.J., Dolls M. et Zarate P. (2022), « Time savings when working from home », *NBER Working Paper*, n° 30446.

Alla A. (2022), « European Union's emissions trading system and productivity: firm-level evidence for France, Italy and Spain », *Document de travail*, n° 2022/3, Direction générale du Trésor.

Ambec S. et al. (2013), « The Porter hypothesis at 20: can environmental regulation enhance innovation and competitiveness? », *Review of environmental economics and policy*, vol. 17/1.

Amoureux V., Carnot N. et Laurent T. (2022), « Termes de l'échange et revenu intérieur réel : mesurer le pouvoir d'achat de la nation », Blog de l'Insee,

---

<sup>1</sup> Kilian L. (2008), « [The economic effects of energy price shocks](#) », *Journal of Economic Literature*, vol. 46, n° 4, p. 871-909.

Arntz M., Ben Yahmed S. et Berlingieri F. (2019), « Working from home: Heterogeneous effects on hours worked and wages », *ZEW Discussion Papers*, n° 19-015, ZEW-Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim.

Arquié A. et Grjebine T. (2023), « [Vingt ans de plans sociaux dans l'industrie : quels enseignements pour la transition écologique ?](#) », *La Lettre du CEPII*, n° 435, mars.

Atkin D., Schoar A. et Shinde S. (2023), « [Working from home, worker sorting and development](#) », *NBER Working Paper*, n° 31515, National Bureau of Economic Research.

Banque de France (2023), [Suivi mensuel des défaillances – avril](#).

Barrero J. M., Bloom N., Davis S. J., Meyer B. H. et Mihaylov E. (2022), « The shift to remote work lessens wage growth », *NBER Working Paper*, n° 30197, juillet.

Barrero J. M., Bloom N. et Davis S. J. (2020), « Covid-19 is also a reallocation shock », *NBER Working Paper*, n° 27137, National Bureau of Economic Research.

Basso G. et al. (2020), « The new hazardous jobs and worker reallocation », *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, n° 247, OECD Publishing, Paris.

Basu S. et Fernald J. G. (2002), « Aggregate productivity and aggregate technology », *European Economic Review*, vol. 46(6), p. 963-91.

Baudry L., Gautier E. et Tarrieu S. (2023), « [Les négociations de salaire dans le contexte de hausse de l'inflation](#) », *Le Bulletin de la Banque de France*, n° 245, avril.

Bergeaud A., Cette G. et Drapala S. (2023), « [Telework and productivity before, during and after the Covid-19 crisis](#) », *Economie et Statistiques*, n° 539, p. 73-89.

Binici M., Centorrino S., Cevik S. et Gwon G. (2022), « [Here comes the change: The role of global and domestic factors in post-pandemic inflation in Europe](#) », *IMF Working Paper*, n° 2022/241, IMF, décembre, p. 42

Boekva Bonkosi E. et Epaulard A. (2022), « [Défaillances d'entreprises : toujours pas d'effet de rattrapage post-Covid](#) », *Point de vue*, France Stratégie, mai.

Boranova V., Huidrom R., Nowak S., Topalova P., Tulin V. et Varghese R. (2021), « [Wage growth and inflation in Europe: A Puzzle?](#) », *Oxford Economic Papers*, vol. 73(4), octobre, p. 1427-1453.

Bourgeois A. et Lafrogne-Joussier (2023), « [La flambée des prix de l'énergie : un effet sur l'inflation réduit de moitié par le bouclier tarifaire](#) », *Insee Analyses*, n° 75, septembre.

Bureau D., Fontagné L. et Martin P. (2013), « [Énergie et compétitivité](#) », *Notes du conseil d'analyse économique*, n° 6, p. 1-12.

Canton E., Colasanti F., Durán J., Garrone M., Simons W. et Vandeplass A. (2021), « [The sectoral impact of the Covid-19 crisis. An unprecedented and atypical crisis](#) », *European Economy - Economic Briefs*, n° 069, Directorate General Economic and Financial Affairs (DG ECFIN), Commission européenne.

- Carrillo-Tudela C., Clymo A., Comunello C., Jäckle A., Visschers L. et Zentler-Munro D. (2023), « Search and reallocation in the Covid-19 pandemic: Evidence from the UK », *Labour Economics*, 102328.
- Clavères G. (2022), « Répartition des pertes dues à la dégradation des termes de l'échange énergétiques », *Trésor-Eco*, n° 318, Direction générale du Trésor.
- CNP (2022), *Productivité et compétitivité : analyses conjoncturelles et structurelles post-Covid*, troisième rapport, mai.
- Consolo A. et Petroulakis F. (2022), « Did Covid-19 induce a reallocation wave? », ECB working Paper Series n° 2703.
- Coquet B. (2023), « [Apprentissage : un bilan des années folles](#) », *Policy Brief*, OFCE, juin.
- Coueffe M. (2021), « Compétences et réallocations intersectorielles des emplois après la crise », *Trésor-Eco*, n° 287, Direction générale du Trésor.
- Coutrot T. (2020), « [Quelles sont les conditions de travail qui contribuent le plus aux difficultés de recrutement dans le secteur privé ?](#) », *Dares Analyses*, n° 26, juin.
- Crabb J. M. et D.K.N. Johnson (2010), « Fueling innovation: The impact of oil prices and CAFE Standards on energy-efficient automotive technology », *The Energy Journal*, vol. 31(1), p. 199-216.
- Criscuolo C., Gal P., Leidecker T., Losma F. et Nicoletti G. (2023), « The role of telework for productivity during and post Covid-19 : results from an OECD survey among managers and workers », *Economie et Statistiques*, n° 539.
- Dares (2023), « [Évolution des salaires de base dans le secteur privé](#) », résultats définitifs du quatrième trimestre 2022, mars.
- Dares (2023), « [Quel impact de la hausse de l'alternance depuis sur la productivité moyenne du travail ?](#) », *Dares Focus*, n° 5, janvier.
- David C., Faquet R. et C. Rachiq (2020), « [Quelle contribution de la destruction créatrice aux gains de productivité en France ?](#) », *Document de travail*, DG Trésor.
- David J. (2021), « Has Covid-19 been a “reallocation recession”? », *Chicago Fed Letter*, n° 452, mars.
- Davis S. J. et Haltiwanger J. (2001), « Sectoral job creation and destruction responses to oil price changes », *Journal of Monetary Economics*, décembre.
- Demmou L., Costa H., Franco G. et André C. (2023), « [Rising energy prices and productivity: short-run pain, long term gain?](#) », *OCDE Working paper*, février.
- Denison E. (2011), *Trends in American economic growth*, Brookings Institution Press.
- Di Giovanni J., Kalemli-Özcan S., Silva A. et Yildirim M. A. (2023), « [Quantifying the inflationary impact of fiscal stimulus under supply constraints](#) », *NBER Working Paper*, n° 30892, janvier.

Di Pace F., Juvenal L. et Petrella I. (2020), « Terms-of-trade shocks are not all alike », *IMF Working Papers 2020/280*, International Monetary Fund.

Dlugosch D. et Kozluk T. (2017), « [Energy prices, environmental policies and investment: Evidence from listed firms](#) », *OECD Economics Department Working Papers*, n° 1378, Publications de l'OCDE, Paris.

Donne V., Elbaz A. et Erhel C. (2023), « [Qualité de l'emploi : une question de métiers ?](#) », France Stratégie, *La note d'analyse*, n° 130, France Stratégie, décembre.

Ducoudré B. et Heyer É. (2017), « [Quel nouveau sentier de croissance de la productivité du travail ? Une analyse pour six grands pays développés](#) », *Revue de l'OFCE*, n° 152.

Emanuel N. et Harrington E. (2023), « [Working remotely ? Selection, treatment, and the market for remote work](#) », *Staff Report*, n° 1061, Federal Reserve Bank of New York, mai.

Faquet R. (2021), « Which industrial firms make decarbonization investments », *Documents de Travail*, n° 2021/03, Direction générale du Trésor.

FMI (2023), *World Economic Outlook*, avril.

Fontagné L., Martin P. et Orefice G. (2023), « [The many channels of firm's adjustment to energy shocks : Evidence from France](#) », *Cesifo Working Papers*, n° 10548, mai.

Forsythe E., Kahn L. B., Lange F. et Wiczer D. (2022), « Where have all the workers gone? Recalls, retirements, and reallocation in the Covid recovery », *Labour Economics*, vol. 78, 102251.

Gamtessa S. et Olani A. B. (2018), « [Energy price, energy efficiency, and capital productivity: Empirical investigations and policy implications](#) », *Energy Economics*, vol. 72, mai, p. 650-666.

Gautier E. (2023), « [Les hausses des salaires négociés : quel bilan pour l'année 2022 ?](#) », Bloc-notes Eco, Banque de France, janvier.

Gokan T., Kichko S., Matheson J. A. et Thisse J. F. (2022), « How the rise of teleworking will reshape labor markets and cities », *CESifo Working Paper*, n° 9952, Center for Economic Studies and ifo Institute (CESifo), Munich.

Goldberg P. K. et Reed T. (2023), « [Is the global economy deglobalizing? And if so, why? And what is next?](#) », *NBER Working Paper*, n° 31115, avril.

Gopinath G., Kalemli-Özcan Ş., Karabarbounis L. et Villegas-Sanchez C. (2017), « Capital allocation and productivity in South Europe », *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 132(4), p. 1915-1967.

Gopinath G. et Neiman B. (2014), « Trade adjustment and productivity in large crises », *American Economic Review*, vol. 104(3), p. 793-831.

Gordon R. J. et Sayed H. (2022), « [A new interpretation of productivity growth dynamics in the pre-pandemic and pandemic era U.S. economy, 1950-2022](#) », *NBER Working Paper*, n° 30267.

- Gornig M. et Schiersch A. (2019), « [Agglomeration economies and the firm TFP: Different effects across industries](#) », DIW Berlin Discussion Paper, n° 1788, février.
- Gullickson W. et Harper M. J. (1987), « Multifactor productivity in US manufacturing, 1949-83 », *Monthly Labor Review*, vol. 110, octobre.
- Hale G., Leer J. C. et Nechio F. (2023), « Inflationary effects of fiscal support to households and firms », *NBER Working Paper*, n° 30906, National Bureau of Economic Research, janvier.
- Hassler J., Krusell P. et Olovsson C. (2021), « [Directed technical change as a response to natural-resource scarcity](#) », *Journal of Political Economy*, vol. 129(11), p. 3039-3072.
- Hentzgen C., Labau F., Lagouge A. et Ramajo I. (2023), « [Quel effet de l'inflation sur la progression actuelle des salaires ?](#) », *Dares*, février.
- Heyer É. (2023), « [Comment expliquer l'évolution de l'emploi salarié depuis la crise Covid ?](#) », *Revue de l'OFCE*, janvier.
- Holtemöller O., Kooths S., Schmidt T. et Wollmershäuser T. (2022), « [Gemeinschaftsdiagnose: Energiekrise, Inflation, Rezession Und Wohlstandsverlust](#) », *Wirtschaftsdienst*, vol. 102(10), octobre, p. 761-765.
- Insee (2023), « [Crise sanitaire et développement du télétravail : davantage de départs des pôles des grandes métropoles et de l'aire parisienne](#) », *Insee Analyses*, n° 81, mars.
- Insee, [Note de conjoncture de décembre 2022](#).
- Insee (2022), « [Refroidissement](#) », *Note de conjoncture*, 15 décembre.
- Jaimovich N. et Siu H. E. (2020), « Job polarization and jobless recoveries », *The Review of Economics and Statistics*, vol. 102(1), p. 129-147.
- Jorgenson D. W. (1984), « The role of energy in productivity growth », *The Energy Journal*, vol. 5.3, p. 11-26.
- Kehoe T. J. et Ruhl K. J. (2008), « [Are shocks to the terms of trade shocks to productivity?](#) » *Review of Economic Dynamics*, vol. 11(4), octobre, p. 804-819.
- Kilian L. (2008), « [The economic effects of energy price shocks](#) », *Journal of Economic Literature*, vol. 46, n° 4, p. 871-909.
- Labandeira X., Labeaga J. M. et López-Otero X. (2017), « A meta-analysis on the price elasticity of energy demand », *Energy policy*, vol. 102, p. 549-568.
- Labau F. et Lagouge A. (2023), « [Quel impact de la hausse de l'alternance depuis 2019 sur la productivité moyenne du travail ?](#) », *Dares Focus*, n° 5, janvier.
- Meriküll J. et Paulus A. (2022), « [Were jobs saved at the cost of productivity in the Covid-19 Crisis?](#) », août.
- Michalski et Mengus (2020), « Labor market polarization and the great divergence: Theory and evidence », CEPR Discussion Papers, n° 14623, avril.

Murillo-Zamorano L. R. (2005), « The role of energy in productivity growth: A controversial issue? », *The Energy Journal*, vol. 26(2), International Association for Energy Economics, p. 69-88.

Newell R., A. Jaffe et R. Stavins (1999) : « The Induced Innovation Hypothesis and Energy-Saving Technological Change », *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 114, n° 3, p. 941-975.

Niczyporuk H. et Fotios Kalantzis (2021), « Can European businesses achieve productivity gains from investments in energy efficiency? », *EIB Working Paper*, n° 2021/07, European Investment Bank.

OFCE (2023), « [Le prix de l'inflation - Perspectives 2023-2024 pour l'économie française](#) », *Revue de l'OFCE*, n° 180, avril.

Office for Budget Responsibility (2022), *Fiscal risks and sustainability*, juillet.

Oladosu G. A., Leiby P. N., Bowman D. C., Uría-Martínez R. et Johnson M. M. (2018), « Impacts of oil price shocks on the United States economy: A meta-analysis of the oil price elasticity of GDP for net oil-importing economies », *Energy Policy*, vol. 115, p. 523-544. OMC (2023), [Perspectives du commerce mondial](#), avril.

Phan D. H., Vuong T. T. et Nguyen D. T. (2019), « [Crude oil price uncertainty and corporate investment: New global evidence](#) », *Energy Economics* 77, p. 54-65.

Pisani-Ferry J. et Mahfouz S. (2023), [Les incidences économiques de l'action pour le climat](#), rapport à la Première ministre, France Stratégie.

Popp D. (2002) : « Induced Innovation and Energy Prices », *American Economic Review*, vol. 92, n° 1, p. 160-180

Pora P. (2023), « [Télétravail et productivité trois ans après les débuts de la pandémie](#) », *Economie et Statistiques*, n° 539, p. 91-96.

Porter M. E. (1991), « America's Green Strategy », *Scientific American*, vol. 264/4, p. 168.

Porter M. E. et van der Linde C. (1995), « Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship », *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, n° 4, p. 97-118.

Rodriguez-Clare A., Ulate M. et Vasquez J. P. (2022), « Trade with nominal rigidities: Understanding the unemployment and welfare effects of the China shock », *CEPR Discussion Paper*, n° DP17141.

Rupietta K. et Beckmann M. (2018), « Working from home: What is the effect on employees' effort? », *Schmalenbach Business Review*, vol. 70(1), décembre, p. 25-55.

Schurr S. (1982), « Energy efficiency and productive efficiency: Some thoughts based on American experience », *Energy Journal*, n° 3.

Schurr S. et al. (1980), « [Energy in America's future](#) », *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 18(4), décembre, p. 283-291.

Schurr S. et Netschert B. C., avec Eliasberg V. E., Lerner J. et Landsberg H. H. (1960), *Energy in the American Economy, 1850-1975. An Economic Study of Its History and Prospects*, Johns Hopkins Press.

Steinbuks J. et Neuhoff K. (2014), « Assessing energy price induced improvements in efficiency of capital in OECD manufacturing industries », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 68(2), p. 340-356.

Sturm C. (2022), « Between a rock and a hard place: European energy policy and complexity in the wake of the Ukraine war », *Journal of Industrial and Business Economics/Economia e Politica Industriale*, vol. 49(4), décembre, p. 835-878.

Vayre É., Morin-Messabel C., Cros F., Maillot A.-S. et Odin N. (2022), « [Benefits and risks of teleworking from home: The teleworkers' point of view](#) », *Information*, n° 11 545.

Wing I. S. (2008), « Explaining the declining energy intensity of the US economy », *Resource and Energy Economics*, vol. 30(1), p. 21-49.



## CHAPITRE 2

# OPTIMISATION FISCALE ET PRODUCTIVITÉ

---

Depuis sa création en 2018, le CNP a cherché à identifier les facteurs conjoncturels et structurels qui expliquent le ralentissement de la productivité. Comme le montre son rapport 2022, la France a été particulièrement touchée par une rapide désindustrialisation – avant une inversion de tendance récemment –, ce qui a joué à la baisse sur la productivité<sup>1</sup>. Il convient de souligner par ailleurs que c’est le ralentissement de l’accumulation du capital humain qui est le facteur principal de baisse des gains de productivité, en France comme dans les pays avancés comparables<sup>2</sup>. Or la France aurait à gagner, en termes de croissance et de productivité, à rapatrier certaines activités industrielles.

Le présent chapitre du rapport démontre que l’optimisation fiscale de certains grands groupes industriels peut influencer la décision de délocalisation d’une partie de leur activité. La variable fiscalité est alors un élément à prendre en compte non seulement pour inciter à réindustrialiser la France mais également pour limiter le risque de fuites de carbone par une taxation verte trop forte et quasi exclusivement centrée sur les entreprises locales (chapitre 3).

La littérature académique sur les biais dans la mesure de la productivité n’est pas nouvelle. En général, les études montrent que de tels biais s’expliquent soit par une intensité différenciée dans l’utilisation du capital physique (Andersen *et al.*, 2012), soit par les changements de qualité des produits ou l’apparition de nouveaux produits (Groschen *et al.*, 2017), ou encore par des chocs technologiques (Feder, 2018). Sur le dernier aspect, la numérisation grandissante de l’économie a reçu une attention particulière dans la littérature (Aghion *et al.*, 2018 ou encore Haskel et Westlake, 2018). Toutefois, même s’ils reconnaissent que les biais de mesure sont un problème bien

---

<sup>1</sup> Chapitre 4 du troisième rapport du CNP (2022), *Productivité et compétitivité : analyses conjoncturelles et structurelles post-Covid*, *op. cit.*

<sup>2</sup> Chapitre 3 du deuxième rapport du CNP (2021), *Les effets de la crise Covid-19 sur la productivité et la compétitivité* et Chapitre 5 du troisième rapport du CNP (2022), *op. cit.*

réel, Groshen *et al.* (2017) concluent que ni la numérisation de l'économie, ni les changements de qualité ou de produits ne peuvent à eux seuls expliquer le ralentissement de la productivité observée aux États-Unis.

Plus récemment, certaines études académiques ont avancé comme autre facteur explicatif un biais lié à la difficulté des comptes nationaux de bien prendre en compte le capital en actifs intangibles. Cela fait écho au paradoxe de Solow selon lequel « on voit des ordinateurs partout, sauf dans les statistiques de productivité ». Par ailleurs, les revenus des actifs intangibles étant plus facilement délocalisables, même si l'activité humaine sous-jacente à ces actifs reste dans le pays d'origine (les chercheurs, par exemple), ils sont les plus susceptibles de faire l'objet d'une optimisation fiscale. Par conséquent, la question qui est posée dans ce chapitre est de savoir comment les stratégies fiscales des entreprises multinationales – notamment en jouant sur la mobilité de ces actifs intangibles – ont un impact sur la mesure de leur productivité observée dans les pays à haute fiscalité comme la France. La réponse se fonde sur une étude lancée en 2022 dans le cadre du Conseil national de productivité par Bricongne *et al.* (2023).

On sait que les multinationales profitent de l'existence de paradis fiscaux pour y délocaliser une part de leurs revenus et réduire ainsi leur facture fiscale dans leur pays d'origine. Une baisse des revenus dans le pays d'origine au profit des paradis fiscaux va donc avoir un impact négatif sur la productivité dans le pays d'origine<sup>1</sup>. Ce chapitre se concentre sur la vérification d'un tel impact et sur la part de baisse des gains de productivité qui peut être attribuée à ces comportements d'optimisation fiscale.

Les revenus des actifs intangibles requièrent une attention toute particulière car, au-delà de leur important contenu à valeur ajoutée, ils sont facilement mobiles. En effet, compte tenu d'une forte intégration financière et d'une intense concurrence fiscale, l'économie de l'immatériel a offert aux entreprises de nouveaux moyens de délocaliser une partie de leurs profits vers les pays à faible fiscalité. À titre d'exemple, des actifs intangibles tels que les brevets ou les marques de produits déposées peuvent aisément être délocalisés (le revenu de leur propriété intellectuelle) alors que les activités de R & D ou le marketing reste dans le pays à plus forte fiscalité.

Concrètement, dans le calcul du PIB basé sur les dépenses, les paiements effectués entre pays pour l'utilisation ou l'achat d'actifs intangibles sont comptabilisés comme des exportations. Si une entité d'un pays à faible fiscalité ne paie qu'une partie du rendement lié au capital intangible à une autre filiale de l'entreprise située dans un

---

<sup>1</sup> Voir OECD (2015) à la page 137 pour une description détaillée des mécanismes sous-jacents.

pays à fiscalité élevée, cela conduit à surévaluer les gains nets (revenus moins dépenses) dans le premier pays. En retour, cela réduit artificiellement l'activité économique mesurée dans les pays à fiscalité élevée, contribuant ainsi à sous-estimer notamment les exportations, la valeur ajoutée et la productivité. Par ailleurs, les mécanismes sous-jacents étant de nature comptable, les effets « réels » sont neutres (à l'exception de l'impact sur les rentrées fiscales) sur la richesse nationale (à la différence du PIB). À ce titre, les multinationales sont particulièrement bien placées de par leur structure et leur rayonnement international pour actionner de tels mécanismes. Avec un fort taux d'investissement immatériel et un haut niveau de prélèvements obligatoires, le cas de la France est également intéressant à analyser de ce point de vue, même si ce processus d'évasion fiscale concerne d'autres pays comme les États-Unis (Guvenen *et al.*, 2022)<sup>1</sup>, avec une approche différente. Par ailleurs, compte tenu de son caractère d'actif intangible, le surcroît de revenus en lien avec l'intelligence artificielle pourrait aussi accentuer la délocalisation des revenus des actifs immatériels vers des paradis fiscaux et donc accroître une mesure incorrecte de la productivité.

## 1. Optimisation fiscale via des paradis fiscaux : phénomène concentré mais réel

L'optimisation fiscale des entreprises est un phénomène connu et son impact sur les revenus fiscaux des États est beaucoup analysé dans la littérature académique<sup>2</sup>. Le débat s'intéresse notamment aux politiques poursuivies par les gouvernements pour limiter le phénomène. Durant la crise du Covid, plusieurs gouvernements ont ainsi limité leurs aides aux entreprises n'ayant aucun lien avec des paradis fiscaux, comme le recommandaient plusieurs académiques (Laffitte *et al.*, 2020).

La délocalisation de filiales de multinationales dans les pays bénéficiant d'une fiscalité plus attractive est donc un phénomène bien connu qui a fait l'objet de nombreux rapports institutionnels, ainsi que des travaux de recherche. Citons Tørsløv *et al.* (2018) ou Blanchet *et al.* (2018), qui étudient l'impact de la mondialisation et en particulier des délocalisations dans certains pays à fiscalité avantageuse sur la mesure du PIB. Le cas de l'Irlande est particulièrement intéressant car la forte révision à la hausse de sa croissance annuelle du PIB pour l'année 2015 (de 7 % à 26 %) a été essentiellement due à la relocalisation d'actifs immatériels existants en Irlande par des

---

<sup>1</sup> Voir aussi Overesch *et al.* (2018).

<sup>2</sup> Voir Hines et Rice (1994), Davies *et al.* (2018), Martin *et al.* (2020) et Laffitte et Toubal (2022).

multinationales, et non à une hausse de l'emploi ou à une accumulation de capital physique (Khder *et al.*, 2020).

D'autres études se concentrent sur l'impact de la délocalisation des actifs intangibles des multinationales vers des paradis fiscaux sur la productivité dans le pays d'origine (Guvenen *et al.*, 2022 et Tørsløv *et al.*, 2018). L'OCDE réalise un travail de monitoring sur 35 juridictions répondant aux critères établis en 1998 par l'OCDE pour définir un paradis fiscal. De même, l'analyse dans ce chapitre se fonde sur la liste de « paradis fiscaux » au sens de centres financiers offshore tels que définis par le FMI. On retrouve dans cette liste – globalement similaire à celle de l'OCDE – des pays européens comme l'Irlande, le Luxembourg, Malte, les Pays-Bas ou encore Monaco et la Suisse<sup>1</sup>.

Une part croissante de l'investissement est réalisée dans des actifs intangibles, qui correspondent aux immobilisations incorporelles d'une entreprise (brevets, propriété intellectuelle, activités liées à l'intelligence artificielle entre autres) et qui sont par nature plus faciles à localiser virtuellement dans un autre pays. La combinaison de ces deux tendances implique qu'une plus forte intensité en actifs intangibles permet plus facilement aux entreprises internationalisées de jouer stratégiquement sur l'enregistrement de leurs activités dans leurs filiales à l'étranger, dans un but d'optimisation fiscale, ce qui peut distordre significativement les statistiques économiques agrégées.

Par définition, la productivité agrégée au niveau d'un pays est liée à la productivité observée au niveau des entreprises, qui se fonde sur l'ensemble des ventes d'une entreprise à partir de ses filiales dans le pays. En revanche, lorsque l'entreprise détient une filiale à l'étranger, les ventes de celle-ci ne sont pas reprises en termes de chiffre d'affaires de la maison-mère dans le pays d'origine, même lorsque les biens ou les services y sont exportés en retour. Dès lors que la maison-mère enregistre artificiellement une partie de ses activités dans ses filiales à l'étranger, la mesure de la productivité réellement produite par la maison-mère est biaisée.

À titre d'exemple, prenons le cas d'une entreprise française qui développe de la recherche en technologies de l'information et de la communication (TIC ou ICT en anglais) ou d'une plateforme en intelligence artificielle qui vendent leurs services à une entreprise allemande. Si les droits de propriété intellectuelle restent en France, le

---

<sup>1</sup> Voir le tableau 12 de l'annexe C.5 dans Bricongne *et al.* (2023). Par ailleurs, la nomenclature utilisée pour la base de données de l'OCDE sur les mouvements d'érosion et de profits (BEPS pour Base Erosion and Profit Shifting) est similaire à celle du FMI. Pour une liste détaillée des pays considérés comme tels, voir le site OECD Global Forum on transparency and exchange of information for tax purposes, <https://www.oecd.org/tax/transparency/country-monitoring/>.

service vendu à l'entreprise allemande sera taxé en France et considéré comme une exportation de la France vers l'Allemagne. En revanche, si les droits de propriété intellectuelle sont transférés vers un pays où la taxation est plus faible, l'opération d'exportation se fera entre ce pays et l'Allemagne et, dans le même temps, les ventes et donc la productivité de la maison-mère en France baisseront. À nouveau, le cas de l'Irlande en 2015 décrit ci-dessus illustre bien ce phénomène.

## 2. Impact négatif de l'implantation d'une multinationale dans un paradis fiscal sur la productivité mesurée

### 2.1. Regard international

Les résultats des études empiriques peuvent varier quant au fait qu'une entreprise devienne plus productive en s'internationalisant. Si cela semble généralement vrai pour les pays émergents, les résultats sont plus dispersés pour les économies dites avancées. À l'inverse, le fait qu'il faille être plus productif pour exporter et encore plus pour effectuer des IDE est plus consensuel. À titre d'exemple, Crozet *et al.* (2011) montrent que, dans le cas de la France, les entreprises qui exportent sont significativement plus grandes, plus productives et plus profitables que les autres<sup>1</sup>. Ce dernier constat converge par ailleurs avec les conclusions des modèles récents de commerce international basés sur une hypothèse de firmes hétérogènes (Mélitz, 2003 ; Mélitz et Ottaviano, 2008 ; Chaney, 2008)<sup>2</sup>. Parmi ces études académiques, Arnold et Javorcik (2009) trouvent en particulier une hausse de 13 % de la productivité observée des entreprises acquérant des filiales étrangères dans les trois ans qui suivent l'acquisition (cas d'étude sur l'Indonésie)<sup>3</sup>. Criscuolo et Martin (2009) montrent que les firmes acquises au Royaume-Uni par des entreprises américaines enregistrent une hausse de 4 % après leur acquisition contre seulement 1 % de hausse pour le reste des acquisitions non américaines au Royaume-Uni<sup>4</sup>. Selon ces auteurs, la plus

---

<sup>1</sup> Pour une étude détaillée couvrant plusieurs pays européens, voir Mayer et Ottaviano (2007).

<sup>2</sup> Ces modèles mettent en évidence un processus de sélection des firmes sur les marchés internationaux. Les entreprises qui ont une productivité plus élevée sont plus compétitives, quel que soit le marché considéré. Si vendre à l'étranger nécessite de s'acquitter d'un coût fixe, seules les plus productives dégagent un profit suffisant pour exporter, les moins productives restant alors exclusivement positionnées sur leurs marchés nationaux.

<sup>3</sup> Voir en particulier Helpman *et al.* (2004), Guadalupe *et al.* (2012), Aitken et Harrison (1999), Criscuolo et Martin (2009), ou encore Fons-Rosen *et al.* (2021).

<sup>4</sup> En revanche, des études analysant d'autres pays et/ou des échantillons plus anciens – comme Liu (2008) sur la Chine ou encore Balsvik et Haller (2010) sur la Norvège – ne trouvent pas d'effet statistiquement significatif.

forte productivité des filiales de multinationales au Royaume-Uni par rapport aux autres multinationales tient beaucoup à l'acquisition d'actifs britanniques déjà fortement productifs. Une étude plus ancienne de Javorcik (2004) sur la Lituanie conclut à des effets positifs en termes de productivité des investissements directs étrangers au travers des liens entre filiales à l'étranger et les fournisseurs du pays d'origine dans les secteurs en amont.

Avec l'approfondissement de l'intégration financière internationale, des structures complexes d'évitement fiscal affectent les statistiques officielles. Sous l'influence de différents facteurs (dérégulation, ouverture des pays aux capitaux extérieurs, etc.), les flux financiers ont augmenté très fortement depuis les années 1970, en comparaison des variables réelles, même si García López et Stracca (2021) montrent que la grande crise financière a introduit une certaine rupture dans la dynamique des flux financiers, rapportés au PIB mondial. Entre autres, Lane et Milesi-Ferretti (2011) illustrent bien la large taille de bilans concentrés dans des petits centres financiers offshore, reflétant la complexité de la structure des multinationales. C'est ce que montrent aussi Lane et Milesi-Ferretti (2018), couvrant la dynamique des flux financiers entre 1970 et 2015. Ils soulignent malgré tout que les positions d'investissements directs ont crû après la grande crise financière du fait du rôle joué par les centres financiers.

Ainsi, Tørsløv *et al.* (2018) ont ajusté les statistiques internationales pour tenir compte du fait que, selon leur estimation, 40 % des bénéficiaires au niveau mondial ont été déplacés vers des paradis fiscaux en 2015. De plus, la transformation digitale des activités s'est traduite par une progression continue des investissements intangibles au cours des vingt dernières années<sup>1</sup>. Bien que l'optimisation fiscale des multinationales ne soit pas nouvelle, déconnecter la localisation du capital de celle de la production et des actifs comme la propriété intellectuelle, et manipuler des prix de transfert<sup>2</sup> en l'absence de prix de référence pour les actifs intangibles devient plus facile avec la croissance du capital immatériel (voir par exemple Delis *et al.*, 2021). Guvenen *et al.* (2022) trouvent que la localisation des profits des multinationales américaines en dehors des États-Unis contribue au ralentissement de la productivité américaine via la technique des

---

<sup>1</sup> Sur ce thème, voir par exemple le rapport de l'OCDE de 2019 (*Croissance de la productivité et finance : Le rôle des actifs incorporels. Une analyse sectorielle*), qui montre que les actifs intangibles ont crû de façon dynamique entre 1995 et 2014, et même plus forte que les actifs tangibles pour un certain nombre de grands pays développés.

<sup>2</sup> Selon la définition de l'OCDE, les prix de transfert sont « les prix auxquels une entreprise transfère des biens corporels, des actifs incorporels, ou rend des services à des entreprises associées ».

formulaire de répartition<sup>1</sup> alors que, à l'inverse, une relocation de ces profits aux États-Unis rehausse la productivité américaine. Dans le même esprit, Laffitte et Toubal (2022) montrent que les multinationales peuvent établir directement des contrats en interne afin d'enregistrer une partie de leurs ventes dans des paradis fiscaux. Ainsi le transfert des ventes casse la relation entre activité économique et productivité mais concède artificiellement une partie de la production effectuée dans les pays plus taxés avec une perte correspondante de productivité pour ces pays.

## 2.2. Le cas de la France

Pour appréhender ce phénomène en France, Bricongne *et al.* (2023) utilisent des données individuelles d'entreprises (comptables, d'emploi et de salaires entre 1997 et 2015), combinées avec les liens capitalistiques entre sociétés (au sein d'un groupe, entre maison-mère et filiales et leur zone de rattachement, domestique ou étrangère). L'autre originalité de cette analyse est d'estimer les erreurs de mesure de la productivité d'abord au niveau de l'entreprise (approche microéconométrique) pour ensuite arriver à une estimation agrégée de la productivité, et cela sans se fonder sur une hypothèse a priori de la forme de la fonction de production. Ainsi, dans la suite du chapitre, on se concentre sur l'impact de l'optimisation fiscale au niveau de l'entreprise sur la productivité agrégée en utilisant les bilans annuels des entreprises françaises ayant une présence à l'étranger sur la période de 1997 à 2015. L'analyse porte sur deux millions trois cent mille entreprises avec, dans la base des Liaisons financières, la sélection des entreprises répondant à au moins un des critères suivants : employer au minimum 500 personnes ou avoir un capital au-delà de 1,2 million d'euros ou encore un chiffre d'affaires annuel d'au moins 60 million d'euros.

De cette base de données, il ressort que les entreprises multinationales contribuent significativement à l'évolution agrégée de la productivité française : la croissance de la productivité du travail s'établit à 21,5 % entre 1997 et 2015 pour l'ensemble des entreprises observées et tombe à 17,6 % lorsque ce sous-échantillon est retiré. Un biais de mesure sur ces entreprises peut donc avoir d'importantes conséquences agrégées.

Le transfert des bénéfices à l'étranger est analysé à partir des différences en termes de présence dans les paradis fiscaux et d'intensité en actifs intangibles, en considérant l'impact lors d'une implantation nouvelle d'une entreprise dans un pays considéré ou

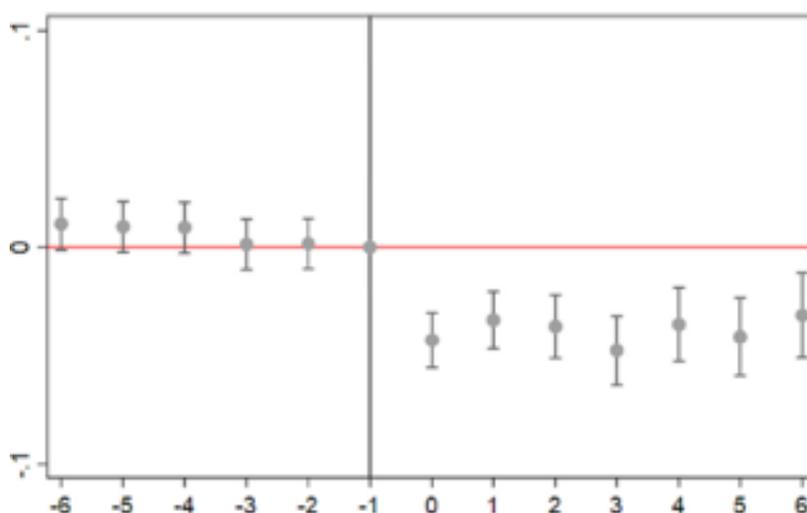
---

<sup>1</sup> Cette technique consiste à répartir dans le monde les revenus des multinationales qui ont leur siège aux États-Unis là où ils ont des opérations, sur la base de la masse salariale, du profit net par employé et du stock de capital intangible.

non comme un paradis fiscal<sup>1</sup>. Pour que la méthode en différences s'applique, ces deux groupes d'entreprises doivent être comparables : l'absence d'une différence de tendance précédant l'implantation à l'étranger semble le confirmer. Les estimations mesurent alors bien les effets de l'implantation dans un paradis fiscal.

Sur cette base, Bricongne *et al.* (2023) évaluent la contribution des relocalisations de profits au niveau des entreprises – via des investissements directs étrangers dans des paradis fiscaux – à la baisse de la productivité agrégée mesurée en France. En particulier, ces auteurs confirment que la productivité mesurée au niveau des entreprises en France se réduit dans les années qui suivent l'implantation de la firme dans un paradis fiscal (Graphique 1). Ainsi, en France, la création d'une filiale dans un paradis fiscal se traduit par une baisse en moyenne de 3,5 % de la productivité du travail et de 1,3 % de la productivité globale des facteurs (PGF) de la maison-mère basée en France sur l'ensemble de la période d'étude.

**Graphique 1 – Productivité du travail à la suite d'une implantation dans un paradis fiscal**



Note : le graphique rapporte les coefficients estimés des variables muettes annuelles indiquant la distance à l'implantation dans un paradis fiscal. L'axe des abscisses indique les années avant (chiffre négatif) et après (chiffre positif) l'implantation d'une filiale dans un paradis fiscal. L'axe des ordonnées indique la variation de la productivité du travail observée.

Source : Bricongne *et al.* (2023)

Pour tenter d'isoler le rôle de l'optimisation fiscale sur le ralentissement des gains de productivité au niveau agrégé en France, l'étude utilise l'arrêt Cadbury-Schweppes de

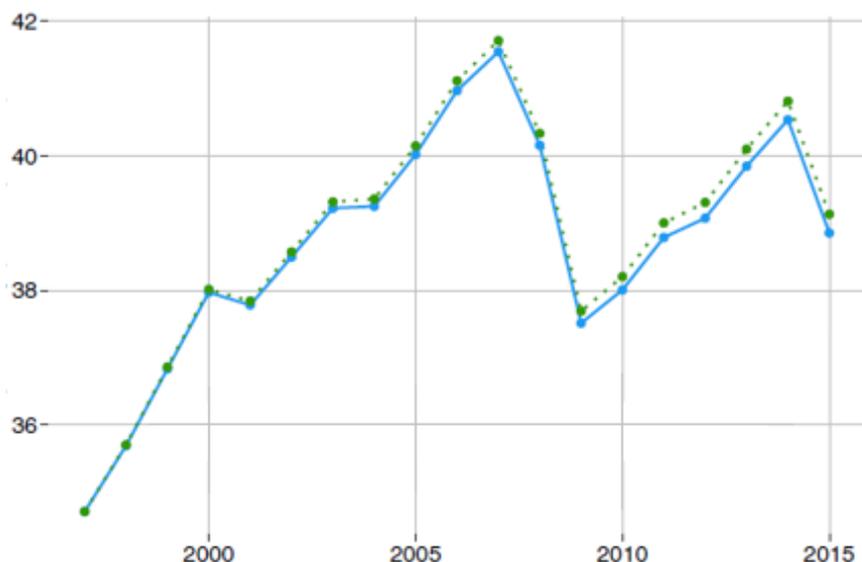
<sup>1</sup> Les résultats sont peu sensibles aux listes de paradis fiscaux retenues. Ni la significativité, ni l'ordre de grandeur du biais ne sont altérés lorsque des listes plus restrictives sont utilisées, à l'instar de celle de Hines et Rice (1994) qui exclut par exemple les Pays-Bas.

2006 de la Cour de justice de l'Union européenne. Par cette décision, la Cour avait donné raison à la firme anglaise contestant l'application d'une règle anti-abus par les autorités fiscales britanniques qui cherchaient à récupérer l'impôt partiellement évité par le groupe Cadbury-Schweppes via l'établissement de deux filiales en Irlande.

En donnant la priorité à la liberté d'établissement des entreprises européennes au sein des États membres par rapport à l'application des règles anti-abus, l'arrêt Cadbury-Schweppes renforçait l'attrait des paradis fiscaux européens pour les entreprises européennes cherchant à éviter l'impôt. L'étude montre que les entreprises bénéficiant *de facto* de cette décision ont vu leur productivité mesurée en France ralentir davantage que les autres, ce qui pointe encore un peu plus le rôle central de l'optimisation. À nouveau, l'analyse montre que les groupes qui bénéficient d'un assouplissement des contraintes juridiques ont vu baisser leur productivité à la suite de cet assouplissement. Compte tenu du poids de ces groupes en France et de leur stratégie d'optimisation fiscale dans les paradis fiscaux, la perte de la croissance annuelle de la productivité du travail s'évalue à 5,7 % sur l'ensemble de l'échantillon.

Plus spécifiquement, les statistiques officielles françaises de productivité et donc de croissance ont été affectées au niveau agrégé pour l'ensemble du pays par l'existence de transferts des profits des multinationales hors de France (voir Graphique 2 page suivante). Le poids dans la valeur ajoutée totale du pays des multinationales ayant une présence dans un paradis fiscal (soit par le biais d'une filiale ou de sa maison mère) ainsi que la perte de productivité liée à l'implantation dans un paradis fiscal, calculée à partir de la méthode des doubles différences, permettent de quantifier le rôle de l'optimisation fiscale des multinationales sur le ralentissement des gains de productivité au niveau agrégé en France. Les comportements individuels d'optimisation fiscale des multinationales se traduisent ainsi par une différence de 0,04 point de pourcentage entre la croissance annuelle prédite (sans présence dans les paradis fiscaux) et celle observée de la productivité agrégée du travail, ce qui équivaut à une perte de 5,7 % du taux de croissance annuel de la productivité du travail au niveau agrégé (par rapport à la croissance annuelle de la productivité agrégée observée) entre 1997 et 2015.

**Graphique 2 – Évolution de la productivité du travail agrégée observée (ligne bleue) et corrigée (ligne verte) en France**



Note : l'axe des ordonnées indique la productivité horaire du travail en euros.

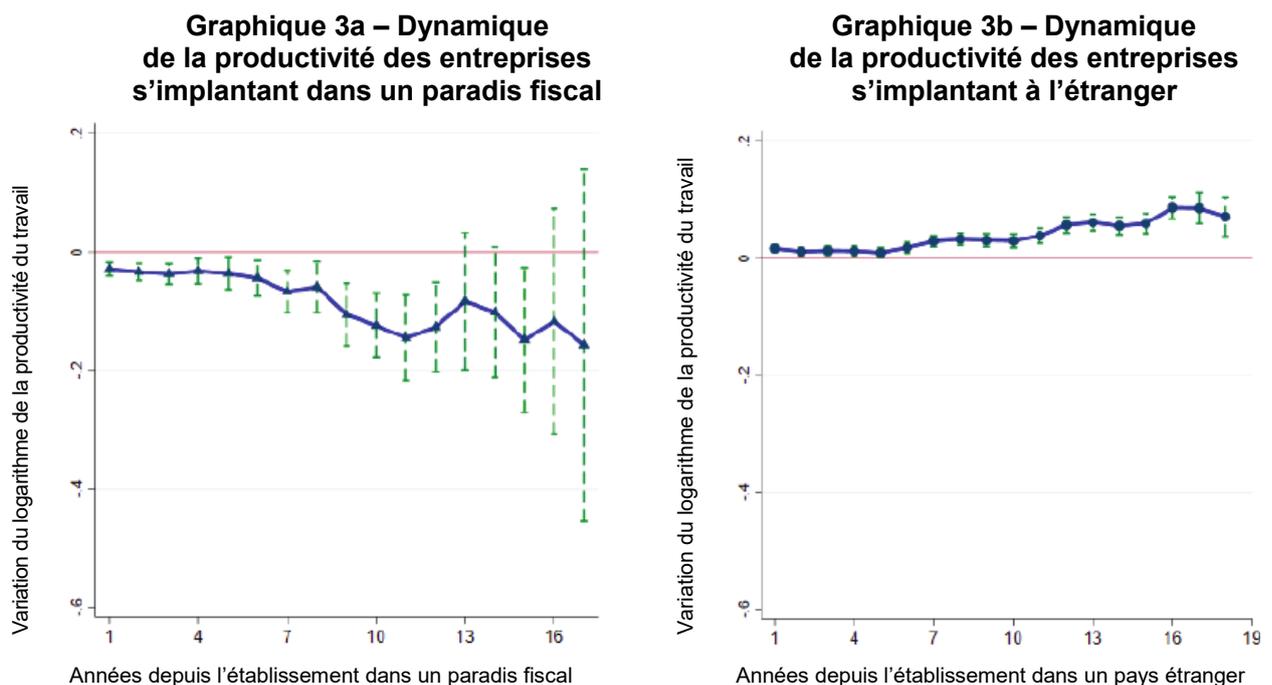
Source : Bricongne et al. (2023)

Cette baisse de la productivité apparente semble s'expliquer par le transfert des bénéfices et non par une baisse effective de productivité du fait de l'implantation à l'étranger. En effet, les profits se réduisent de 5 % l'année d'implantation de la firme dans le paradis fiscal et cet effet fluctue autour de 10 % dans les trois années qui suivent. De plus, la chute des profits est particulièrement marquée pour les entreprises intensives en capital intangible. Le niveau de la productivité apparente du travail est réduit en moyenne de 4,0 % en France quand une entreprise devient une multinationale avec une filiale dans un paradis fiscal et appartient à la catégorie des entreprises fortement intensives en actifs immatériels, contre 2,4 % pour les moins intensives. De plus, l'effet est exacerbé lorsque la délocalisation dans un paradis fiscal intervient au niveau de la tête de groupe et non via une implantation de filiale<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Une distinction est faite entre la présence d'un groupe dans un paradis fiscal via la création d'une filiale et le transfert de dette avec la maison-mère qui est transférée du pays d'origine au paradis fiscal via l'absorption de son quartier général dans un groupe offshore encore plus grand. De fait, la localisation de la dette d'entreprise est un outil important d'optimisation fiscale : l'entité subsidiaire paie les intérêts sur le prêt existant garanti par la maison-mère localisé dans un paradis fiscal et les déduit de ses impôts déclarés en baissant les profits réalisés.

### 3. Une baisse de productivité marquée par de forts effets dynamiques

Ce problème de mesure se traduit aussi par de forts effets dynamiques : la baisse de la productivité est d'autant plus prononcée que l'entreprise dispose sur une période plus longue d'une filiale dans un paradis fiscal. Ainsi, l'analyse tend à montrer qu'après dix ans de présence dans un paradis fiscal, la productivité du travail de l'entreprise maison-mère dans son pays d'origine chute en moyenne de 11,7 % par rapport à la période avant l'implantation (voir Graphique 3a) ; et elle augmente au contraire lorsqu'on prend en compte l'ensemble des implantations à l'étranger des multinationales et non pas juste dans un paradis fiscal (voir Graphique 3b). Le chiffre est de 4,8 % pour la PGF. Ici encore, le biais de mesure engendré par cet effet dynamique est exacerbé pour les entreprises fortement intensives en capital intangible, plus facile à enregistrer dans des pays à basse fiscalité.



Note : coefficients des variables muettes (courbe continue bleue) correspondant à l'implantation dans un paradis fiscal (Graphique 3a) ou un pays étranger (Graphique 3b) et intervalles de confiance correspondants (traits pointillés verts), sur données d'entreprises. Les coefficients correspondant à l'implantation dans un paradis fiscal sont négatifs et significativement différents de zéro entre la première et la douzième année (Graphique 3a), alors que les coefficients correspondant à l'implantation dans un pays étranger sont positifs (Graphique 3b). Cette différence illustre l'impact négatif sur la productivité de l'entreprise maison-mère mesurée après implantation d'une filiale dans un paradis fiscal, relativement aux autres destinations.

Source : Bricongne et al. (2023)

Dans un contexte de forte concurrence fiscale internationale, avec un taux d'imposition relativement stable sur la période étudiée, la France est devenue un pays à fort taux d'imposition sur les sociétés en comparaison de ses partenaires. Durant la période d'étude 2000-2015, Vicard (2019) illustre des évolutions de tendance fortes en Europe, même si le taux légal, en soi, peut être différent de ce que les entreprises paient effectivement, compte tenu de différences de bases fiscales. C'était déjà le constat établi par le rapport du CNP de 2022, qui rapportait un taux effectif moyen d'imposition sur les sociétés de plus de 25 % en France contre moins de 20 % en Italie et en Espagne, et à peine 10% en Allemagne (pour un taux légal relativement similaire).

Ainsi, la France est le pays où les multinationales ont le plus délocalisé leurs sites de production en comparaison de l'Allemagne, de l'Italie et de l'Espagne (CNP, 2022). La multiplication des multinationales avec une présence dans un paradis fiscal ne concerne cependant pas uniquement la France. Ces problématiques ont trouvé un écho avec l'accord du G20 en juillet 2021 pour instaurer un impôt mondial d'au moins 15 % sur les bénéficiaires des multinationales (en gardant en tête que le taux effectif d'imposition peut différer notablement du taux affiché, notamment pour les paradis fiscaux).

Le coût de l'évitement fiscal des multinationales en France est élevé. Selon les méthodes, les pertes fiscales annuelles y représentent entre 5 milliards (étude sur données d'entreprises) et 10 milliards d'euros (études fondées sur la comptabilité nationale, voir Vicard, 2019 et Tørsløv *et al.*, 2018).

À l'aune de Bricongne *et al.* (2023), qui s'ajoute aux études dans la littérature académique, les raisons sous-jacentes de la sous-estimation de la productivité – alors que son ralentissement inquiète – sont à prendre en compte dans un contexte où les autorités françaises veulent réindustrialiser l'économie en rapatriant une partie de l'activité industrielle aujourd'hui à l'étranger. Cet enjeu de politique économique doit être abordé en ayant en tête l'impact des paradis fiscaux sur la distribution des revenus et donc de la productivité.

## 4. Conclusion

De par leur nature et leur structure, les multinationales ont plus de facilité que les entreprises plus petites pour optimiser fiscalement leurs revenus, c'est-à-dire pour transférer tout ou partie de leurs profits dans des paradis fiscaux. Cela suppose que l'activité sous-jacente à ces profits soit mobile, ce qui est le cas en particulier des actifs intangibles de l'entreprise comme la R & D et les activités numérisées (comme les brevets, la propriété intellectuelle et les autres activités liées à l'intelligence artificielle).

Bien que la littérature académique a longuement analysé l'impact de l'optimisation fiscale des multinationales sur la productivité et la croissance, l'originalité de l'étude sur laquelle se fonde ce chapitre n'est pas de postuler a priori une quelconque fonction de production de l'entreprise mais de partir des bilans annuels des entreprises françaises ayant des filiales à l'étranger (sur la période 1997-2015) et d'en estimer l'impact de leur optimisation fiscale sur la productivité agrégée au niveau national. Du fait de l'optimisation fiscale, il s'avère que sur cette période, la croissance annuelle de la productivité observée du travail au niveau agrégé en France a été réduite d'environ 5,7% en moyenne (soit 0,04 point de pourcentage de la croissance annuelle).

Cette conclusion renvoie à l'analyse des politiques environnementales susceptibles d'être adoptées pour accompagner la transition climatique, à savoir la taxation versus les subventions. La réalité de l'optimisation fiscale suggère donc qu'une coordination internationale de la transition climatique est plus que nécessaire et que la taxation du carbone ne devrait pas augmenter les prélèvements obligatoires sur les entreprises locales.

## Références bibliographiques

- Aghion P., Bergeaud A., Boppart T. et Bunel S. (2018), « Firm dynamics and growth measurement in France », *Journal of the European Economic Association*, vol. 16 (4), p. 933-956.
- Aitken B.J. et Harrison A.E. (1999), « Do domestic firms benefit from direct foreign investment? Evidence from Venezuela », *American Economic Review*, vol. 89 (3), p. 605-618.
- Andersen M.A., Alston J.M. et Pardey P.G. (2012), « Capital use intensity and productivity biases », *Journal of Productivity Analysis*, vol. 37, p. 59-71.
- Arnold J.M. et Javorcik B.S. (2009), « Gifted kids or pushy parents? Foreign direct investment and plant productivity in Indonesia », *Journal of International Economics*, vol. 79 (1), p. 42-53.
- Balsvik R. et Haller S.A. (2010), « Picking "lemons" or picking "cherries"? Domestic and foreign acquisitions in Norwegian manufacturing », *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 112 (2), p. 361-387.
- Blanchet D., Marie-Baïanne Khder M.-B, Leclair M., Lee R., Poncet H. et Ragache N. (2018), « [La croissance est-elle sous-estimée ?](#) », *L'Économie française - Comptes et dossiers*, Insee, octobre.

Blonigen B., Fontagné L., Sly N. et Toubal F. (2014), « Cherries for sale: The incidence and timing of cross-border M & A », *Journal of International Economics*, vol. 94(2), p. 341-357.

Bricongne J.-C., Delpuech S. et Lopez-Forero M. (2023), « [Productivity slowdown and tax havens: Where is measured value creation?](#) », *Journal of International Economics*, vol. 143, juillet.

Chaney T. (2008), « Distorted gravity: The intensive and extensive margins of international trade », *American Economic Review*, vol. 98 (4), p. 1707-1721.

Conseil national de la productivité (CNP) (2019), [Productivité et compétitivité : où en est la France dans la zone euro ?](#), Premier rapport, juillet.

Conseil national de la productivité (CNP) (2021), [Les effets de la crise Covid-19 sur la productivité et la compétitivité](#), Deuxième rapport, janvier.

Conseil national de la productivité (CNP) (2022), [Productivité et compétitivité : analyses conjoncturelles et structurelles post-Covid](#), Troisième rapport, Mai.

Criscuolo C. et Martin R. (2009), « Multinationals and US productivity leadership: Evidence from Great Britain », *Review of Economics and Statistics*, vol. 91 (2), p. 263-281.

Crozet M., Méjean I. et Zignago S. (2011), « [Plus grandes, plus fortes, plus loin ... Les performances des firmes exportatrices françaises](#) », *Revue économique*, 2011/4, vol. 62, p. 717-736.

Davies R., Martin J., Parenti M. et Toubal F. (2018), « Knocking on tax haven's door: multinational firms and transfer pricing », *Review of Economics and Statistics*, vol. 100 (1), p. 120-134.

Feder C. (2018), « A measure of total factor productivity with biased technological change », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 27(3), p. 243-253.

Fons-Rosen C., Kalemli-Ozcan S., Sørensen B.E., Villegas-Sanchez C. et Volosovych V. (2021), « Quantifying productivity gains from foreign investment », *Journal of International Economics*, vol. 131, p. 1034-1056.

García López G. et Stracca L. (2021), « Changing patterns of capital flows », Committee on the Global Financial System Papers, n° 66, mai.

Groshen E.L., Moyer B.C., Aizcorbe A.M., Bradley R. et Friedman D.M. (2017), « How government statistics adjust for potential biases from quality change and new goods in an age of digital technologies: A view from the trenches », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 31(2), printemps, p. 187-210.

Guadalupe M., Kuzmina O. et Thomas C. (2012), « Innovation and foreign ownership », *American Economic Review*, vol. 102 (7), p. 3594-3627.

Guvenen F., Mataloni Jr. R.J., Rassier D.G. et Ruhl K.J. (2022), « Offshore profit shifting and aggregate measurement: balance of payments, foreign investment, productivity, and the labor share », *mimeo*.

- Haskel J. et Westlake S. (2018), *Capitalism without Capital: The Rise of the Intangible Economy*, Princeton University Press.
- Helpman E., Melitz M.J. et Yeaple S.R. (2004), « Export versus FDI with heterogeneous firms », *American Economic Review*, vol. 94 (1), p. 300-316.
- Hines J. et Rice E.M. (1994), « Fiscal paradise: foreign tax havens and American business », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 109 (1), p. 149-182.
- IMF (2000), « [Offshore financial centers](#) », International Monetary Fund Background Paper, Monetary and Exchange Affairs Department, juin.
- Javorcik S.B. (2004), « Does foreign direct investment increase the productivity of domestic firms? In search of spillovers through backward linkages », *American Economic Review*, vol. 94(3), p. 605-627.
- Khder M.-B., Montornès J. et Ragache N. (2020), « [Irish GDP growth in 2015: A puzzle and propositions for a solution](#) », *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, n° 517-518-519, octobre, p. 173-190.
- Laffitte S., Martin J., Parenti M., Souillard B. et Toubal F. (2020), « Impôts des multinationales après la crise sanitaire : pour un taux de taxe effectif minimum », Technical report, [repec.org](http://repec.org).
- Laffitte S. et Toubal F. (2022), « Multinationals' sales and profit shifting in tax havens », *American Economic Journal: Economic Policy*, vol. 14(4), novembre, p. 371-396.
- Lane P.R. et Milesi-Ferretti G. M. (2011), « Cross-border investment in small international financial centres », *International Finance*, vol. 14 (2), p. 301-330.
- Lane P.R. et Milesi-Ferretti G. M. (2018), « The external wealth of nations revisited: international financial integration in the aftermath of the global financial crisis », *IMF Economic Review*, vol. 66 (1), p. 189-222.
- Liu Z. (2008), « Foreign direct investment and technology spillovers: theory and evidence », *Journal of Development Economics*, vol. 85 (1-2), p. 176-193.
- Martin J., Parenti M. et Toubal F. (2020), « Corporate tax avoidance and industry concentration », *Centre for Economic Policy Research*, London, juillet.
- Mayer T. et Ottaviano G. (2007), « [The happy few: the internationalisation of European firms](#) », Bruegel Blueprint Series.
- Méltiz M. (2003), « [The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. New facts based on firm-level evidence](#) », *Econometrica*, vol. 71 (6), p. 1695-1725.
- Méltiz M. et Ottaviano G. (2008), « [Market Size, Trade, and Productivity](#) », *Review of Economic Studies*, vol. 75 (1), p. 295-316.
- OECD (2015), [OECD/G20 Base Erosion and Profit Shifting Project Measuring and Monitoring BEPS](#), Final report (Action 11).

Ongena S., Delis M., Laeven L. et Delis F. (2021), « [Global evidence on profit shifting: The role of intangible assets](#) », VoX EU Column, 11 octobre.

Tørsløv T.R., Wier L.S. et Zucman G. (2018), « The missing profits of nations », *NBER Working Paper*, n° 24701, National Bureau of Economic Research, juin.

Vicard V. (2019), « [The exorbitant privilege of high tax countries](#) », *CEPII Working Paper*, n° 2019-06, mars.

# **ACTION POUR LE CLIMAT : QUELS INSTRUMENTS POUR AMÉLIORER L'IMPACT SUR LA PRODUCTIVITÉ ET LA COMPÉTITIVITÉ ?**

---

Le changement climatique et ses nombreuses conséquences humaines, sanitaires et économiques ne sont plus à démontrer. Ce constat explique pourquoi la transition vers une économie décarbonée figurent parmi les priorités de l'action publique dans nombre de pays dans les deux prochaines décennies. Depuis quelques années, beaucoup d'études – tant académiques qu'institutionnelles – ont tenté d'évaluer l'impact et le coût économique de la nécessaire transition vers une neutralité carbone, sachant que le coût de l'inaction serait substantiellement plus élevé et que le dérèglement climatique sous-jacent deviendrait hors de contrôle.

Désormais, les études convergent pour affirmer que l'impact économique – tant à court qu'à moyen terme – de la transition économique sur la croissance économique (donc sur la productivité des facteurs travail et capital) sera négatif, tandis que l'inflation pourrait devenir plus volatile. Toutefois, l'ampleur de cet impact négatif dépendra des politiques mises en œuvre par les gouvernements pour accompagner cette transition et en limiter le coût. Alors que tous les gouvernements mettent en place des plans d'action pour le climat, l'ampleur, la nature et la vitesse de mise en œuvre de ces actions diffèrent selon les pays, ce qui affectera la compétitivité relative entre les pays.

Ce chapitre – qui conclut le rapport 2023 du CNP – se penche sur la question de l'impact de la transition climatique sur la productivité du travail et du capital. Il évalue – au regard des politiques environnementales envisagées en France et en Europe – le risque de ces politiques sur la compétitivité des entreprises françaises et européennes. Conçu pour protéger l'Europe des fuites de carbone, le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) peut avoir un effet insuffisant. C'est pourquoi la section 5 de ce chapitre compare les différentes mesures multisectorielles de décarbonation afin de déterminer comment assurer une décarbonation efficace, juste et rapide sans impacter négativement la compétitivité, la productivité, les finances publiques et le pouvoir d'achat.

Au-delà de l'impact négatif des actions sur le climat sur la productivité des facteurs (évalué pour la France entre 0,4 % et 1,7 %), le MACF ne réduirait les fuites de carbone que de 34 % à 40 % selon les différentes études. C'est déjà une bonne chose mais il faudrait arriver à être plus efficace. Il est certes possible que les entreprises innovent en matière énergétique afin de réduire le coût de la transition, mais on ignore si cette innovation « verte » aura un effet d'entraînement sur le reste de l'économie.

Par conséquent, ce chapitre propose en conclusion une combinaison de mesures complémentaires au SEQE (système européen d'échange de quotas) et MACF, ainsi qu'aux autres mesures existantes en Europe, qui pourraient être mises en œuvre rapidement et permettre des gains de compétitivité ainsi que d'attractivité. Ainsi, la hausse de la base productive en France et en Europe aurait des conséquences positives sur l'emploi, le pouvoir d'achat, les finances publiques, la souveraineté et la capacité technologique à faire face aux différents enjeux sociétaux. C'est donc une piste à fort potentiel à explorer plus en détail.

## 1. L'ambition verte de la France et de l'Europe

Les conséquences économiques, sociales, environnementales du dérèglement climatique sont majeures. L'objectif de neutralité carbone en 2050 est donc primordial pour préserver l'humanité. Reste à prendre les mesures adéquates pour inciter les agents économiques – ménages, entreprises et secteur public – à transiter vers un nouveau modèle économique neutre en carbone, et à les accompagner.

Le Pacte vert (Green Deal), les conditions d'octroi de fonds du programme *Next Generation EU* ou encore le paquet *Fit for 55* illustrent la volonté de l'Europe de prendre le leadership du verdissement de l'économie en visant une réduction des émissions de 55 % en 2030 par rapport à 1990, pour atteindre ensuite une neutralité carbone en 2050 (voir Encadré 1). La décision récente d'interdire l'immatriculation de nouvelles voitures thermiques à partir de 2035 illustre de manière concrète l'effort de transition vers cette neutralité carbone.

Comme le démontre le rapport de Jean Pisani-Ferry et Selma Mahfouz publié en mai 2023, l'impact de la transition écologique a un caractère multidimensionnel avec parfois des zones d'ombre quant à l'impact final de long terme sur la croissance<sup>1</sup>. Nous manquons encore du recul nécessaire dans les études empiriques pour arriver à des

---

<sup>1</sup> Pisani-Ferry J. et Mahfouz S. (2023), *Les incidences économiques de l'action pour le climat*, rapport à la Première ministre, France Stratégie.

conclusions fermes, ou bien parce que les mesures environnementales sont encore récentes, ou bien parce que les économies commencent seulement à muter vers un nouveau modèle économique décarboné. Comme nous le verrons plus loin en détails, malgré la diversité des modèles et des approches quantitatives, il est reconnu que les effets des politiques climatiques sur la croissance (donc sur la productivité) sont les suivants. À court terme, les effets sont négatifs du fait des effets distorsifs de ces politiques, qui contraignent les fonctions de production (Alestra *et al.*, 2020). À moyen terme, les effets peuvent être positifs en raison des changements technologiques mais pour autant que les entreprises innovent. Enfin, à long terme, les études sont plus divisées : les unes soulignent qu'il y a de fortes chances que l'impact final ne soit pas positif (avec un sentier de croissance durablement plus faible que celui avant la transition) ; les autres concluent à un effet positif du fait des économies de dommages climatiques et donc à un effet net positif sur le PIB par habitant et, selon la façon dont on le compte, sur la productivité. La comparaison avec les scénarios des changements climatiques dépend fortement de l'efficacité des politiques de transition bas carbone et en particulier si elles sont efficaces au niveau mondial et non pas juste au niveau européen.

#### **Encadré 1 – Un plan européen ambitieux pour le climat**

En décembre 2019, les leaders européens (chefs d'État et de gouvernement) se sont mis d'accord sur la feuille de route présentée par la Commission européenne pour rendre l'Europe neutre sur le plan climatique d'ici 2050 (appelée le Pacte vert pour l'Europe ou *Green Deal*). Toutefois, avec l'émergence de la pandémie Covid-19 début 2020, les leaders européens ont dû prendre des mesures urgentes pour limiter les conséquences de ce virus, ce qui a mis temporairement en suspens l'urgence climatique. Ainsi, le programme *Next Generation EU* était adopté après d'âpres discussions pendant le sommet européen des 17 au 21 juillet 2020.

*Next Generation EU* vise à pallier les conséquences économiques et sociales de la pandémie de Covid-19 qui touche l'Europe depuis début 2020. Son montant est fixé à 750 milliards d'euros (dont 360 milliards de prêts et 390 milliards de subventions). Ce programme est accompagné d'un budget européen pluriannuel renforcé à 1 074,3 milliards pour les années 2021 à 2027 (soit 1 % du PIB européen en euros constants, en hausse de 12 % par rapport au précédent budget 2014-2020). L'enjeu climatique est intégré dans ce plan par un mécanisme de « transition juste ». Il permet de soutenir financièrement et techniquement les pays les plus affectés par l'objectif de neutralité carbone, pour un montant total de 90 milliards d'euros sur l'ensemble de la période. Les États membres se sont engagés à ce que 30 % au minimum de leurs dépenses effectuées dans le cadre

du budget européen 2021-2027 et *Next Generation EU* soient liés à des projets pour le climat.

L'objectif de verdissement de l'Europe est revenu sur le devant de la scène avec l'adoption par le conseil européen d'une directive sur le climat en juin 2021 contraignant légalement les États membres à atteindre une réduction de 55 % des émissions de gaz à effet de serre en 2030 (par rapport aux niveaux de 1990) et la neutralité carbone en 2050. Ainsi, un cadre juridique est fixé pour le Pacte vert dans le but de dégager des moyens financiers au niveau européen pour accélérer le verdissement des économies européennes.

Après accord des dirigeants européens, la Commission européenne a publié le 14 juillet 2021 un ensemble de textes nommé « Ajustement à l'objectif 55 » (*Fit for 55*) en référence à l'objectif de décarbonation de l'Union européenne pour 2030. Il s'agit avant tout d'un ensemble de propositions visant à réviser et à actualiser les réglementations de l'UE ainsi qu'à mettre en place de nouvelles initiatives pour veiller à ce que les politiques de l'UE soient conformes aux objectifs climatiques arrêtés par le Conseil et le Parlement européens. Parmi les mesures récemment validées par les chefs d'État et de gouvernement de l'Union européenne, citons : (a) l'élargissement du système d'échange de quotas d'émission carbone (SEQE) ; (b) le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF, voir Encadré 2) ; (c) un fonds social pour le climat qui vise à atténuer les incidences sociales et distributives du nouveau système d'échange de quotas d'émission pour les secteurs du bâtiment et du transport routier ; et entre autres (d) un règlement sur la répartition de l'effort (RRE) fixant des objectifs annuels contraignants en matière d'émissions de gaz à effet de serre pour les États membres dans les secteurs qui ne sont couverts ni par le système d'échange de quotas d'émission de l'UE (SEQE) ni par le règlement sur l'utilisation des terres et la foresterie (UTCATF), comme le transport routier et le transport maritime intérieur, les bâtiments, l'agriculture, les déchets et les petites industries.

L'une des difficultés majeures dans l'évaluation de l'impact de la transition climatique est le manque de données historiques suffisantes – échantillon limité voire inexistant – en raison du caractère embryonnaire des politiques environnementales et de l'incertitude quant à la réaction des agents économiques à ces politiques. Or, nous savons aujourd'hui – voir les travaux de Burke et Emerick (2016) ou Grammans *et al.* (2018) – que les rendements, et donc la croissance, présentent une élasticité aux températures non linéaire et la réponse du climat aux émissions est également non-

linéaire<sup>1</sup>. En d'autres termes, l'impact négatif du réchauffement climatique est graduel jusqu'à une certaine température ; au-delà, les rendements agricoles par exemple dans l'étude de Schlenker et Lobell (2010) chutent brutalement<sup>2</sup>.

La non-linéarité des élasticités peut poser un défi pour les incitations liées à une politique de transition climatique, car elle peut réduire la perception des risques à court et moyen termes, alors que les avantages attendus ne se matérialiseront que sur le long terme. La présence d'incertitudes est aussi un argument fort pour renforcer l'action climatique : s'il y a un risque de point de bascule, cela justifie d'autant plus le surcroît d'efforts aujourd'hui<sup>3</sup>.

L'impact du dérèglement climatique pouvant se manifester de manière progressive à court terme dans certains pays, il peut être tentant pour ces pays de retarder la mise en place de politiques de transition. Cette tentation est renforcée par l'idée que plus on attend, plus il y a de chances que de nouvelles technologies émergent à des coûts réduits, ce qui pourrait entraîner une diminution des coûts liés à la transition. C'est l'une des limites d'une approche uniquement technologique des transformations à opérer, favorisant l'attentisme des acteurs et renchérissant à terme les coûts des transformations.

Cela peut alors générer des comportements de « passager clandestin », laissant à d'autres pays la responsabilité de respecter les accords sur le climat. À choc climatique égal, les pays menant une politique de transition active pourraient subir une plus grande perte de croissance et de productivité, ce qui en retour affectera leur compétitivité relative, les coûts de la transition se trouvant individualisés alors que les bénéfices seraient socialement externalisés. Cela pourrait donc augmenter les risques de fuite carbone. Compte tenu des éléments précédents, on peut s'attendre à ce que le pays imposant une régulation environnementale plus stricte subisse une fuite carbone via des délocalisations de production plus fossilisée vers des pays moins stricts. Cela pourrait contribuer à augmenter globalement les émissions de gaz à effets

---

<sup>1</sup> Voir le dernier rapport du GIEC, qui mentionne les incertitudes profondes qui persistent sur certaines dimensions (les calottes glaciaires, par exemple). GIEC (2023), « [Changement climatique 2021. Les bases scientifiques physiques. Résumé à l'intention des décideurs](#) », contribution du Groupe de travail I au sixième rapport d'évaluation du GIEC, point B5.3, p. 24.

<sup>2</sup> Comme le souligne Lé (2022), la plupart des études récentes mettent en évidence un processus non linéaire entre l'impact des hausses de température et les rendements productifs, ce qui probablement réduit la perception des risques qui y sont associés. Voir aussi Schlenker et Lobell (2010) ; Feng *et al.* (2010) ; Hsiang (2010) ; Burke *et al.* (2015) ; Gammans *et al.* (2017) ; Felbermayr et Gröschl (2014).

<sup>3</sup> Méjean A., Pottier A., Zuber S. et Fleurbaey M. (2023), « Opposite ethical views converge under the threat of catastrophic climate change », *Ecological economics, Ecological Economics*, vol. 212.

de serre via les importations. Il est donc impératif d'anticiper les effets des politiques environnementales au niveau global et non juste au niveau national ou européen.

Une voie possible mais complexe à mettre en œuvre est de créer une coopération internationale afin d'éviter les externalités négatives mentionnées ci-dessus durant la période de transition. Elle est particulièrement complexe car les pays ont des stratégies bien divergentes en particulier en priorisant des instruments différents. Il y a d'une part les subventions directes des gouvernements (privilégiées par les États-Unis et la Chine) et d'autre part la tarification carbone, via un système de quotas ou de taxe carbone sur émissions carbone ou sur les produits fortement carbonés (solution essentiellement privilégiée par l'Union européenne). Enfin, il y a l'option non tarifaire comme la mise en œuvre de normes réglementaires. Dorénavant, l'Union européenne mobilise fortement ces trois catégories d'instruments.

Dans la suite de ce chapitre, après une présentation du contexte général et du coût de l'inaction, nous examinons spécifiquement l'impact de la transition climatique sur la productivité du travail et multifactorielle, ainsi que sur la compétitivité des entreprises et du pays. Bien que la transition climatique ait un large éventail de répercussions économiques, notre analyse se concentre sur ces aspects clés tout en apportant des éclairages complémentaires à l'analyse de Pisani-Ferry et Mahfouz (2023).

Dans ce qui suit, nous examinons les analyses empiriques portant sur l'impact des choix stratégiques adoptés par l'Europe, tels que la tarification carbone à travers le système d'échange de quotas d'émission (SEQE ou ETS en anglais) et le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF ou CBAM en anglais ; voir Encadré 2). Nous analysons la probabilité que la transition climatique ait un impact négatif sur la croissance économique, ce qui entraîne une plus grande volatilité de l'inflation.

Alors que certaines études plus anciennes avaient une approche globale (voir par exemple Branger et Quirion, 2014), de nombreux travaux plus récents ont tendance à se concentrer sur des aspects de la demande, tels que les chocs d'investissement, et négligent ou sous-estiment les effets collatéraux tels que la réaffectation des facteurs de production (travail et capital) vers d'autres secteurs, des nouvelles technologies, des nouvelles sources d'énergie et de modes de production, ainsi que les implications sur la productivité et sur la compétitivité<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Or, comme le rappellent Pisani-Ferry et Mahfouz (2022), rien ne garantit que l'offre pourra s'ajuster aux chocs successifs de demande.

## Encadré 2 – Le SEQE-EU et le MACF : un destin lié<sup>1</sup>

Le système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne (SEQE-UE), créé en 2005, premier système international de ce type, constitue la politique phare de l'UE pour atteindre son objectif de neutralité carbone en 2050. Appelé en anglais Emissions Trading (ETS), ce système fixe un plafond pour la quantité d'émissions de gaz à effet de serre qui peuvent être rejetés par exemple par les installations industrielles de certains secteurs. Il couvre à présent plus de 11 000 installations industrielles et centrales électriques dans l'UE et les pays de l'Espace économique européen ainsi que les vols à l'intérieur de cette zone, ce qui représente environ 45 % des émissions de GES de cette zone. Afin d'éviter les fuites de carbone, un certain nombre de quotas gratuits sont distribués, au-delà desquels les quotas doivent être achetés sur le marché d'échange des quotas d'émission.

Pour compléter le SEQE, le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) va être mis en œuvre par étapes. La première vient de démarrer en octobre 2023 et impose uniquement aux importateurs de déclarer les émissions précitées générées par les produits importés. Ce n'est que dans un second temps, à compter de 2026, que le système commencera à s'appliquer plus concrètement. Conçu en pleine compatibilité avec les règles de l'Organisation mondiale du Commerce (OMC), ce mécanisme est fondé sur un système de certificats par lequel les importateurs de l'UE achèteront des certificats carbone correspondant au prix du carbone qui aurait été payé si les marchandises avaient été produites conformément aux règles de l'UE en matière de tarification du carbone. Un SEQE II distinct pour les carburants destinés au transport routier et aux bâtiments, qui fixera un prix pour les émissions de ces secteurs, sera mis en place d'ici 2027. Le MACF diverge toutefois du SEQE dans certains domaines limités, notamment du fait qu'il ne s'agit pas d'un système de plafonnement et d'échange de quotas. Au lieu de cela, les certificats MACF reflètent le prix du SEQE.

À partir de 2026, les quotas gratuits attribués via le SEQE seront progressivement éliminés pour tous les secteurs, ce qui entraînera une montée en parallèle du MACF aux produits concernés. D'ici 2030, 48,5 % de ces quotas gratuits seront supprimés, et leur élimination totale est prévue d'ici 2034. Il est important de noter que le MACF ne s'appliquera qu'aux émissions qui ne bénéficient pas de quotas gratuits dans le cadre du SEQE, garantissant ainsi un traitement équitable entre les importateurs et les producteurs de l'UE. Par conséquent, l'introduction d'une mesure carbone aux frontières vise à assurer une concurrence équitable tout en

---

<sup>1</sup> Voir Commission européenne (2021), « Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières : Questions et réponses », Bruxelles, 14 juillet. Voir également Commission européenne (2022), « [Changement climatique : Accord sur un système d'échange de quotas d'émission plus ambitieux](#) », 18 décembre.

favorisant la réduction des émissions de carbone. Cependant, en s'appliquant à très peu de produits en aval qui intègrent des consommations intermédiaires couverts par le SEQE, le MACF ne corrige qu'une proportion modérée des fuites de carbone. Selon les dernières estimations, le MACF va probablement réduire de 35 % à 40 % les fuites de carbone par rapport à la situation de l'ETS avec allocation gratuite et donc sera loin d'annuler totalement les fuites. Cette estimation pourrait se réduire lorsqu'il n'y aura plus de quotas gratuits<sup>1</sup>. Comme le dit l'étude d'impact de la Commission européenne du MACF<sup>2</sup>, « ces considérations sont confirmées par des recherches universitaires récentes basées sur une désagrégation plus détaillée au niveau des produits. Cela indique qu'une part importante des exportations, ainsi que des produits en aval vendus sur le marché intérieur de l'UE, peut être exposée à un risque de fuite de carbone<sup>3</sup> ».

Le prix des certificats sera calculé en fonction du prix moyen hebdomadaire des quotas du SEQE de l'UE vendus aux enchères, exprimé en euro par tonne de CO<sub>2</sub> émise. Les importateurs des marchandises devront s'enregistrer, à titre individuel ou par l'intermédiaire d'un représentant, auprès des autorités nationales auxquelles ils pourront également acheter des certificats MACF.

## 2. Contexte général

Le rapport de synthèse du sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat des Nations unies (GIEC), publié en mars 2023, confirme que le dérèglement climatique, essentiellement attribué à l'activité humaine, s'est accentué au-travers d'une augmentation des émissions de gaz à effet de serre<sup>4</sup>. Rappelant que la température moyenne à la surface du globe a été de 1,1 °C supérieure de 2011 à 2020 par rapport à la période de 1850-1900, le rapport précise que l'étendue et l'ampleur du changement climatique observées sont plus prononcées qu'anticipé lors des précédents rapports. Les experts concluent que, malgré le renforcement des mesures d'adaptation depuis la publication du cinquième rapport en

---

<sup>1</sup> Pisani-Ferry et Mahfouz (2023), *Les incidences économiques de l'action pour le climat, op. cit.* Pour une comparaison entre différentes variantes de MACF et de quotas gratuits, voir en particulier Monjon S. et Quirion P. (2011), « [Addressing leakage in the EU ETS: Border adjustment or output-based allocation?](#) », *Ecological Economics*, vol. 70(11), p. 1957-1971.

<sup>2</sup> Commission européenne (2021), *Impact assessment report - Accompanying the document Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism*, SWD(2021)643, juillet, p. 50.

<sup>3</sup> Stede J., Pauliuk S., Hardadi G. et Neuhoff K. (2021), « Carbon pricing of basic materials: Incentives and risks for the value chain and consumers », *DIW Discussion Papers*, n° 1935.

<sup>4</sup> Voir GIEC (2023), *Sixième rapport de synthèse*.

2014, les émissions de gaz à effet de serre intégrant les politiques annoncées en octobre 2021 conduiront très probablement à un réchauffement climatique dépassant 1,5 °C d'ici à 2030. Le GIEC conclut même qu'il sera extrêmement difficile de contenir ce réchauffement en-dessous de 2°C, avec des conséquences économiques importantes selon le régime de température (Graphique 1)<sup>1</sup>. A côté des coûts de dommages directs, il s'agit aussi d'évaluer les coûts d'atténuation (c'est-à-dire les efforts à fournir pour limiter le réchauffement climatique) et les coûts d'adaptation (c'est-à-dire le coût des actions nécessaires pour s'adapter au nouveau régime climatique)<sup>2</sup>.

## 2.1. Estimations de l'impact direct du changement climatique

Du point de vue économique et sociétal, les conséquences du changement climatique sont diverses et nombreuses. Au-delà du risque sanitaire qui aura également un coût difficilement quantifiable à ce stade<sup>3</sup>, on peut regrouper en deux grandes catégories les risques physiques<sup>4</sup> :

- Le risque physique dit graduel caractérisé par une augmentation graduelle des températures entraînant une sécheresse grandissante de certains territoires et un relèvement du niveau des océans causant des inondations, avec pour conséquence une baisse de la productivité du travail, du capital et des terres agricoles.
- Le risque physique de catastrophes naturelles de plus en plus fréquentes tels que les tornades, ouragans, inondations, incendies, entre autres. Ce qui cause la destruction de capital, de vies humaines et des dégâts environnementaux et sociaux.

Toutes choses égales par ailleurs, ces risques pourraient avoir un impact considérable sur l'activité économique, avec des conséquences sociales et environnementales fondamentales<sup>5</sup>. Ils peuvent entraîner une augmentation significative de l'absentéisme en cas de risques sanitaires, ainsi que des dommages – partiels ou totaux – sur les

---

<sup>1</sup> Voir Wilson *et al.* (2021).

<sup>2</sup> Voir Epaulard (2023) et GIEC (2023).

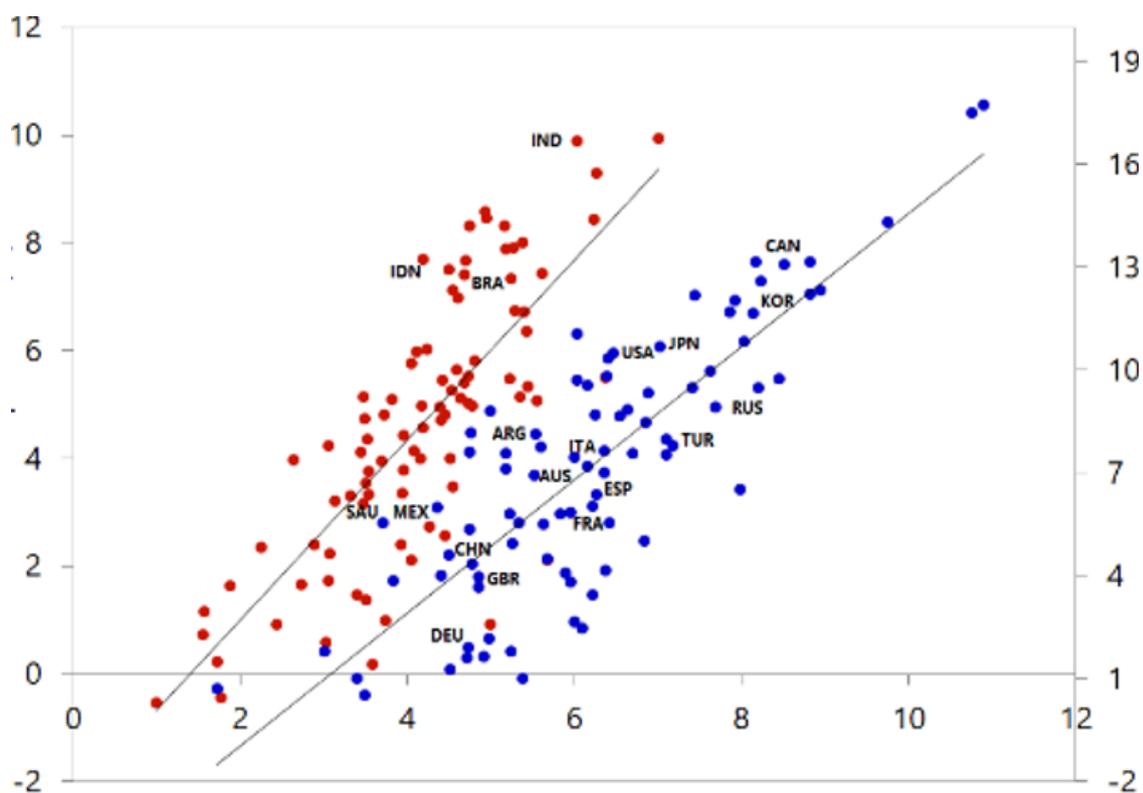
<sup>3</sup> Parmi les risques sanitaires, il y a les fortes chaleurs qui peuvent intensifier le stress et le taux de mortalité des travailleurs (notamment ceux travaillant à l'extérieur) ainsi que les épidémies (humaine, végétale et humaine) diminuant l'activité économique tout en accentuant une baisse de la population active. De manière indirecte, il y a également la pollution de l'air – coïncidant à des pics de chaleur – qui peut augmenter le nombre de maladies respiratoires et cardiovasculaires.

<sup>4</sup> GIEC (2023).

<sup>5</sup> Aux risques physiques peuvent s'ajouter les risques de transition, tels que les coûts des politiques d'ajustement et les changements soudains dans l'évaluation des actifs, par exemple les infrastructures énergétiques subissant une dépréciation accélérée. Voir le « [White Paper](#) » du Council of Economic Advisers et Office of Management and Budget (CEA et OMB) publié par la Maison Blanche en mars 2023.

capacités de production et les infrastructures en cas de risques physiques. L'amplitude de cet impact sur la croissance du PIB varie également selon les régions du monde. Comme l'illustre le Graphique 1, la perte de revenus liée à la hausse des températures sera d'autant plus grande que le pays considéré est dans une région chaude et sujet à une plus forte variabilité des températures<sup>1</sup>.

**Graphique 1 – Perte de PIB par habitant  
causée par une hausse des températures d'ici 2100**



Note : l'axe des ordonnées représente la perte de PIB par habitant en % dans un scénario sans politique d'ajustement (RCP 8,5) d'ici 2100 pour les pays tempérés (ordonnée de droite en bleu) et chauds (ordonnée de gauche en rouge) ; l'axe des abscisses indique les augmentations probables de température entre 2014-2099 (en degrés Celsius).

Source : Kahn et al. (2019)

<sup>1</sup> Nous nous concentrons dans ce chapitre sur les risques physiques et les risques ou coûts de transition vers une neutralité carbone à horizon 2050. Par ailleurs, les études reprises se focalisent sur le coût économique des risques physiques via l'estimation de leur impact sur le PIB, lequel ne concerne que la valeur du marché des transactions de l'économie. Il ne permet donc pas une analyse coût-bénéfice des politiques de transition sur le bien-être, la richesse ou encore la santé. Ces éléments sont en partie abordés dans Pisani-Ferry et Mahfouz (2023).

En l'absence de politique de transition, l'impact de ces différents risques sur la croissance et l'inflation varie selon le type de choc et l'horizon de temps considérés (voir Graphique 1). De par leur nature, la concrétisation de ces divers risques entraîne d'un point de vue économique principalement des coûts sous forme de dommages pour l'économie. Dans le cas du risque sanitaire ou physique d'ordre 1, l'état actuel de la recherche académique tend à suggérer que l'impact sur la croissance économique sera vraisemblablement négatif, tant à court qu'à long terme, via notamment une baisse de la productivité du travail, une moindre accumulation de capital humain, une détérioration des conditions de santé, voire une instabilité politique grandissante (Dell *et al.*, 2012). En tout état de cause, l'impact négatif sur les finances publiques sera substantiel en raison notamment des pertes de recettes et de la hausse des coûts sociaux et des infrastructures. Les effets sont vraisemblablement sous-estimés par les études<sup>1</sup>.

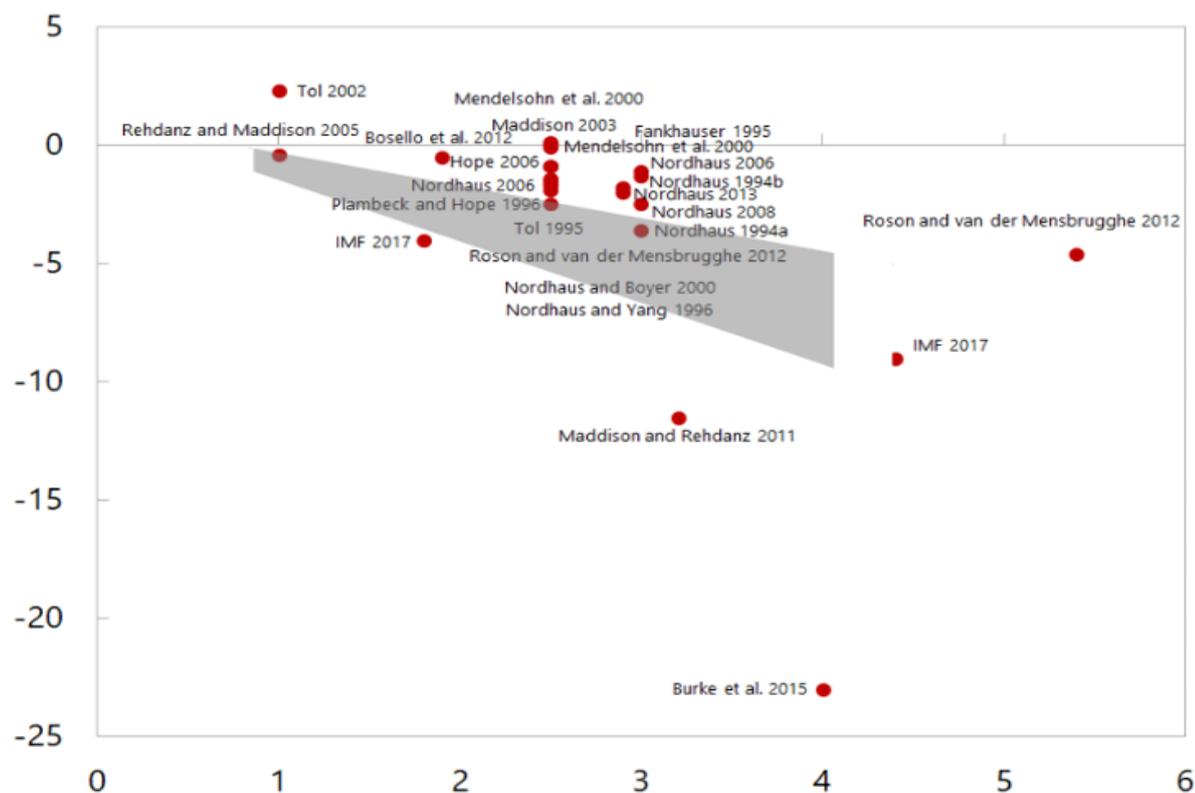
En ce qui concerne les chocs climatiques extrêmes plus ponctuels (catastrophes climatiques), les résultats sont plus nuancés selon les pays considérés (Cavallo et Noy, 2011), et ce en fonction notamment des conditions climatiques de départ. Par ailleurs, alors que certaines études pointent un impact globalement négatif sur la croissance (pouvant s'étendre sur plusieurs années dans certains cas comme dans Raddatz, 2009 ou Botzen *et al.*, 2019), d'autres, plus granulaires, nuancent ce résultat en mettant en avant un impact positif sur la croissance à long terme dans les pays riches grâce à l'existence de mécanismes d'assurance (public et/ou privé) accélérant le processus de réparation (voir Graphique 2 page suivante).

À titre d'exemple, on peut citer la reconstruction des infrastructures et du stock de capital à l'issue des tremblements de terre et tempêtes (Loayza *et al.*, 2012). Cette étude pointe que l'effet positif n'est observé que pour les catastrophes peu importantes (comme une faible inondation) et que l'effet est toujours négatif pour les catastrophes très importantes.

---

<sup>1</sup> Carantino B., Lancesseur N., Nakaa M. et Valdenaire M. (2020), « [Effets économiques du changement climatique](#) », *Trésor-Éco*, n° 262, Direction générale du Trésor, juillet, p. 1-8.

**Graphique 2 – Estimations du changement climatique sur le PIB  
présents dans la littérature**



Note : le graphique reprend l'impact sur le PIB projeté jusqu'en 2100 des hausses probables de température anticipées dans les différentes études disponibles. L'axe des ordonnées indique l'impact en pourcentage sur la croissance du PIB d'une hausse de température en degrés Celsius (axes des abscisses).

Source : Kahn et al. (2019). *Revue de littérature sur la base de Tol (2014), Burke et al. (2015), IMF (2017)*.  
La zone grise représente l'estimation de Kahn et al. (2019) de la perte potentielle de PIB par tête d'ici à 2100. Voir également Estrada et al. (2023)

Malgré une forte disparité dans les résultats et les incertitudes attachées à ce genre d'exercice, l'ensemble des études dans la littérature académique convergent vers une corrélation positive entre l'augmentation des températures et la perte de PIB. Sur la base des scénarii du Networking for Greening the Financial System (NGFS), l'inaction pourrait entraîner une hausse de la température jusqu'à 3,2 °C globalement à horizon 2100, laquelle s'accompagnerait d'une baisse de plus de 10 % de la productivité globale du travail. Avec une telle hausse de température de 3 °C et plus, correspondant au scénario extrême de l'inaction (soit le scénario correspondant à l'IPCC Representative Concentration Pathway « 8,5 scénario ») ou dans le cas d'une transition retardée, la perte totale de PIB pourrait s'élever entre 3 % et 6 % en 2050,

et jusqu'à 18 % en 2100<sup>1</sup>. Il s'agit sans doute là d'estimations basses car elles ne tiennent pas compte des catastrophes naturelles et autres risques climatiques extrêmes<sup>2</sup>.

Dans une étude basée sur un scénario contrefactuel d'une augmentation persistante de la température moyenne de la planète de 0,04 °C par an en l'absence de mesures d'atténuation, Kahn *et al.* (2019) estiment que l'inaction face à ce phénomène entraînerait une réduction de plus de 7 % du PIB réel mondial par habitant d'ici 2100 (correspondant au scénario extrême de l'IPCC Representative Concentration Pathway « 8,5 scenario »). En revanche, ils soulignent que le respect de l'Accord de Paris de 2015 (limitant la hausse de température annuelle à 0,01°C) réduirait la perte du PIB par tête à seulement 1,1%. De manière intéressante, il ressort également que cet impact varie fortement en fonction de la trajectoire de hausse des températures attendue et de la variabilité historique des conditions climatiques propre à chaque pays. Ainsi, les estimations de la perte de PIB par habitant pour un pays comme la France oscillent entre 6 % (absence de politique de transition) et à peine 0,5 % (en respectant l'Accord de Paris)<sup>3</sup> sans tenir compte des effets des mesures de décarbonation qui peuvent impacter négativement le PIB par habitant (voir section suivante).

Dans le rapport récent de Pisani-Ferry et Mahfouz en France, les dommages directs engendrés par les changements directs pourraient être plus limités, n'excédant pas les 5 milliards d'euros par an. Toutefois, en tenant compte de l'impact total sur la vie humaine, les dommages pourraient s'élever à 20 milliards d'euros par an, sans prendre en compte l'impact sur la productivité du travail, ce qui se traduirait par des impacts

---

<sup>1</sup> Dans les estimations de NGFS-IIASA, la différence principale entre le scénario de transition douce (Accords de Paris) et d'une transition tardive concerne le prix du carbone à horizon 2050. Dans le premier cas, le prix du carbone pourrait se stabiliser autour de 110 USD/tCO<sub>2</sub>, tandis que dans le second cas, la hausse serait brutale jusqu'à atteindre 400 USD/tCO<sub>2</sub>. Voir NGFS, [Scenarios Portal](#). Estimations par rapport à un scénario de base sans changement climatique (à politiques inchangées et sur la base de la version II de la base de données IIASA NGFS Climate Scenario Database) reprenant la fonction des dommages physiques de Kalkuhl et Wenz (2020) avec une trajectoire de température issue du modèle d'émissions REMIND.

<sup>2</sup> Voir aussi NGFS (2022), [NGFS Scenarios for central banks and supervisors](#), septembre.

<sup>3</sup> La plupart des estimations du coût de l'inaction – équivalent dans certains cas à ceux engendrés par une transition retardée – pointent le même ordre de grandeur. Le réseau des banques centrales et superviseurs pour le verdissement du système financier (NFGS) estiment les pertes à plus de 6 % du PIB mondial d'ici 2050, lesquelles pourraient osciller entre 10 % et 12 % du PIB total en 2100 selon l'OCDE. Le FMI quant à lui parle d'une perte totale de l'ordre de 7,5 % du PIB global d'ici 2100 dans un scénario de base (contre environ 25 % dans un scénario plus adverse).

plus importants<sup>1</sup>. Par ailleurs, Delahais et Robinet (2023) insistent sur le fait que les coûts de l'inaction en matière d'adaptation doivent se comparer aux coûts de l'adaptation du système productif au changement climatique, même si la frontière entre les deux concepts n'est pas toujours claire<sup>2</sup>.

## 2.2. Enjeu majeur des politiques de transition climatique : coûts d'atténuation et d'adaptation

En ce qui concerne l'impact du changement climatique sur l'inflation et sur le PIB, il y a une forte dépendance aux scénarios de politiques climatiques envisagés. En l'absence de politique de transition, la forte détérioration des conditions de l'offre (poussant à la hausse les prix) suivie par une détérioration de la demande via le manque d'investissement (causant une baisse des prix) accentueront la volatilité de l'inflation à terme.

À l'inverse, certaines mesures de transition climatique peuvent être favorables au renforcement des innovations technologiques et sociales ainsi qu'aux changements de comportements et donc des modes de production et de consommation. Dans ce cas, l'impact sur l'inflation serait plus limité<sup>3</sup>, voire également positif sur la croissance économique à moyen et long termes (Graphique 3). Dans une récente étude, Dees *et al.* (2023) mettent donc en avant la nécessité d'une transition climatique ordonnée (soit graduelle) afin de limiter la hausse de la volatilité de l'inflation qui compliquerait la tâche des banques centrales<sup>4</sup>.

---

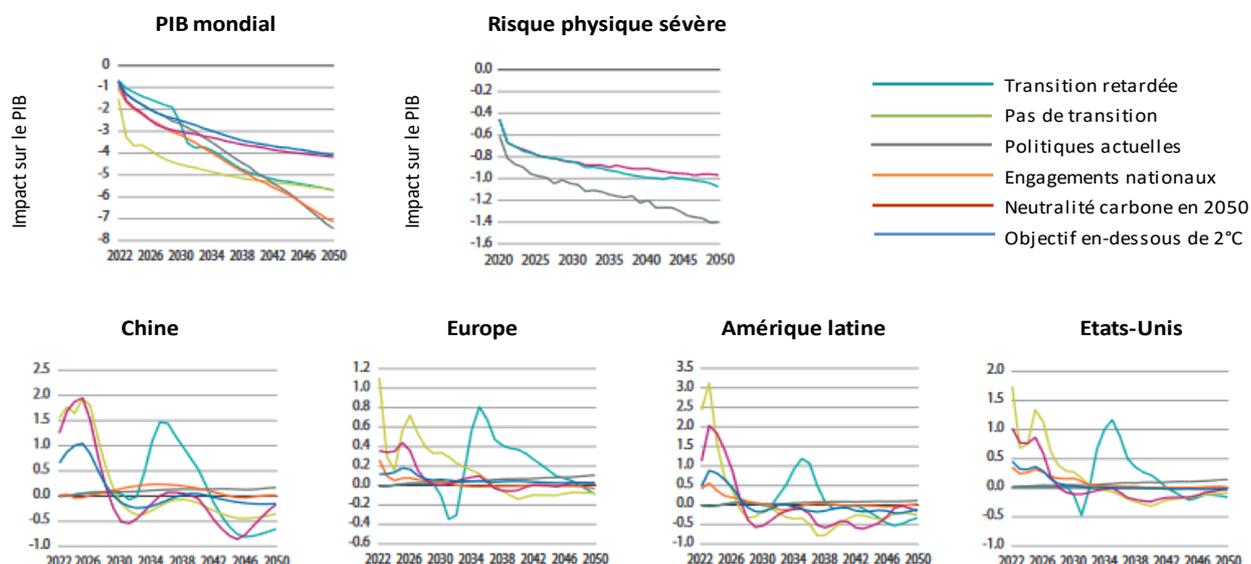
<sup>1</sup> Voir l'encadré 1 du chapitre 1 dans Pisani-Ferry et Mahfouz (2023), *Les Incidences économiques de l'action pour le climat*, *op. cit.*

<sup>2</sup> Delahais A. et Robinet A. (2023), « [Coût de l'inaction face au changement climatique en France : que sait-on ?](#) », *Document de travail*, n° 2023-01, France Stratégie. Les auteurs soulignent que l'estimation des coûts de l'inaction est sujette à certains paramètres difficilement quantifiables. Par exemple, le coût économique du risque sanitaire est sujet à plus d'incertitudes que celui associé à la matérialisation des risques physiques. Pour une revue de la littérature sur les conséquences économiques des vagues de chaleur et les relations entre changement climatique, santé, démographie et croissance économique, voir Heal G. et Park J. (2016), « [Temperature stress and the direct impact of climate change: a review of an emerging literature](#) », *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 10, n° 2, août ; et Lesterquy P. (2021), « [L'importance du lien entre changement climatique, et population pour le développement économique](#) », *Bulletin de la Banque de France*, n° 236/5, juillet-août.

<sup>3</sup> FMI (2022), « [Near-term macroeconomic impact of decarbonisation policies](#) », WEO chapter 3

<sup>4</sup> Voir également les différents « [Bloc-notes Eco](#) » sur le sujet de la Banque de France. Pisani-Ferry et Mahfouz (2023) arrivent à des conclusions similaires.

**Graphique 3 – Impact des différents scénarios sur le PIB mondial et l'inflation (en % du scénario de base)**



Note : le scénario de base est un scénario hypothétique selon lequel il n'y aurait aucune transition, ni aucun risque physique. Le graphique sur le risque sévère indique, quant à lui, le seul coût des dommages physiques sur le PIB (en %) selon les scénarios (incluant les dommages matériels et d'infrastructures). C'est donc la quote-part des risques physiques incluse dans le graphique d'impact sur le PIB mondial.

Source : IIASA NGFS Climate Scenarios database, NiGEM with REMIND inputs

La transition climatique est désormais largement reconnue comme le principal défi des prochaines décennies, susceptible d'entraîner une transformation profonde des économies mondiales. Cette transition aura un impact significatif à de multiples niveaux, allant de la transition énergétique à l'adaptation des industries, des infrastructures, de l'innovation technologique et des modes de consommation. Par conséquent, il est essentiel d'aborder ces enjeux de manière proactive et coordonnée pour relever ce défi complexe et assurer un avenir durable à notre planète et à nos économies. Conscients de cette nécessité, certains décideurs politiques soutiennent fortement la mise en œuvre de mesures appropriées et coordonnées entre les États. Des divergences fondamentales s'accroissent en ce qui concerne les instruments à mettre en œuvre pour atteindre à terme la neutralité carbone<sup>1</sup>. Pourtant, l'impact économique

<sup>1</sup> L'Union européenne mobilise principalement des taxes et des réglementations et plus récemment des subventions. La Chine mobilise surtout des subventions mais il existe dorénavant un système de quotas carbone même s'il est encore peu ambitieux. Les États-Unis avec leur Inflation Reduction Act (IRA) se concentrent dorénavant essentiellement sur un système de subventions mais ils ont d'ores et déjà un système de tarification carbone qui couvre une plus large partie des émissions qu'en Europe, cependant avec un taux plus faible qu'en France et en Europe (voir section suivante). Cette divergence dans la politique des gouvernements ne sera pas neutre en termes de compétitivité, comme discuté plus bas.

sera différent selon les politiques envisagées. En revanche, il est fort probable que l'impact sur les finances publiques des États soit durablement négatif, mais dans des ordres de grandeur variables selon les leviers mobilisés pour accompagner la décarbonation et selon le niveau d'ambition et la rapidité. En particulier, un élément fondamental est la répartition entre l'investissement public et l'investissement privé et ceci est largement déterminé par l'existence ou non de mécanismes incitatifs qui ne plombent pas la compétitivité des entreprises et le pouvoir d'achat des ménages.

Bien que le nombre d'études académiques sur l'impact économique de la transition climatique a substantiellement augmenté cette dernière décennie, les résultats empiriques disponibles ne fournissent qu'une image partielle des développements futurs potentiels. En voici les trois raisons les plus évidentes :

- Premièrement, le manque – voire l'absence – de données historiques est un défi majeur. Les échantillons de données disponibles peuvent être limités ou ne couvrir qu'une période relativement courte, ce qui peut restreindre notre compréhension de l'ampleur des effets de la transition climatique. Par ailleurs, il n'existe pas d'exemple historique d'une augmentation de la concentration de GES aussi rapide, et pour l'instant, il n'existe pas non plus d'exemple de transition complète.
- Deuxièmement, certaines mesures et politiques clés, telles que la tarification carbone, sont mises en œuvre de manière très spécifique par les différents pays avec un manque de couverture de secteurs et d'importations<sup>1</sup>. Cela explique que les études existantes ont des divergences importantes de résultats. En effet, la diversité de mise en œuvre de la tarification carbone donne des résultats différents en fonction de l'efficacité de la méthode retenue.
- Enfin, la complexité des changements à venir liés à la transition climatique rend la modélisation économique délicate. Les modèles actuels ont des limites dans leur capacité à saisir l'ensemble des interconnexions et des retombées économiques de la transition climatique, à savoir les interactions complexes entre les secteurs, les chaînes d'approvisionnement, les comportements des consommateurs et les réponses politiques. La prévision précise des impacts économiques futurs est donc difficile. Par ailleurs, chacun des modèles macroéconomiques est fondé sur des hypothèses fondamentales qui influencent fortement les résultats. Malgré une convergence sur l'impact négatif du changement climatique à court et moyen termes, des divergences existent quant à l'amplitude du choc.

---

<sup>1</sup> Voir Andersson J. J. (2019), pour le cas de la taxe carbone suédoise (élevée, mise en place dans les années 1990) pour décarboner le transport ; et Leroutier M. (2022), pour la contribution de la taxe carbone dans la décarbonation du mix électrique au Royaume Uni.

En dépit de ces défis, il est essentiel de continuer à améliorer notre compréhension de l'impact économique de la transition climatique. Des recherches supplémentaires, l'accumulation de données à plus long terme et le développement de modèles économiques plus sophistiqués et plus robustes sont nécessaires pour obtenir une image plus complète et plus précise des conséquences économiques de la transition climatique à venir. Compte tenu des objectifs climatiques européens ambitieux pour 2030 et 2050, la réduction attendue des émissions de gaz à effets de serre marquera une réelle rupture par rapport aux baisses graduelles observées en Europe et en France jusqu'à présent. Il est donc important de comprendre l'impact qu'aura cette rupture dans nos comportements de consommation, de production et d'investissement durant la transition vers les objectifs 2030 et 2050.

### 3. Transition climatique et productivité

Les éléments ci-dessus mettent en évidence l'importance cruciale d'adopter de manière proactive des mesures favorisant la transition climatique. Comme le suggèrent plusieurs études empiriques, plus la transition climatique est retardée, plus les coûts d'ajustement seront élevés (Burke et Emerick, 2016). En outre, l'existence d'une « dépendance au sentier » accentue la nécessité d'intensifier les efforts de manière urgente. En effet, il existe une « dépendance technologique au passé » (Acemoglu *et al.*, 2012, Aghion *et al.*, 2016) : si les entreprises ont innové par le passé dans les technologies brunes ou vertes, elles continuent d'innover dans ces mêmes technologies pour capitaliser sur leurs acquis. Selon Aghion *et al.* (2012), cela implique un double équilibre : (i) sans intervention, on continue d'innover dans le brun et (ii) avec intervention, on redirige l'innovation vers le vert au prix d'un coût économique à court terme. Les entreprises ont moins d'acquis dans les technologies vertes que les brunes, ce qui implique une réduction de la croissance de l'activité.

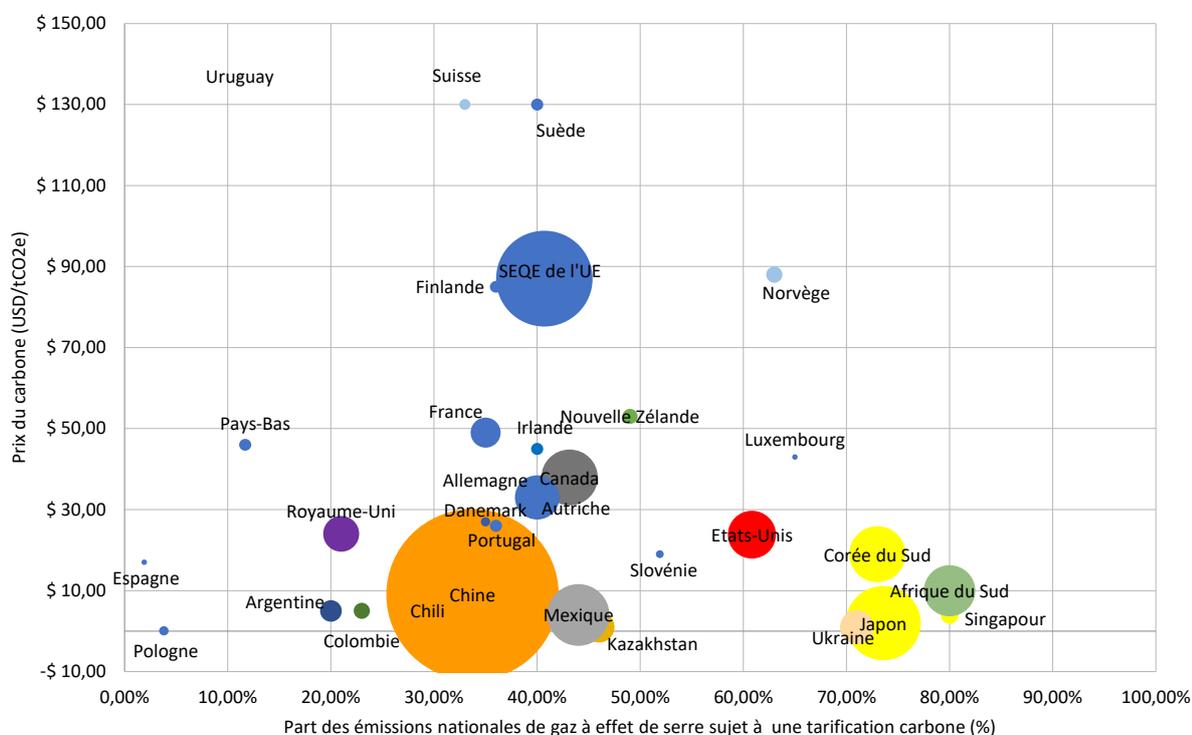
Si des mesures adéquates ne sont pas prises rapidement, les économies risquent de rester piégées dans des émissions de carbone élevées (Acemoglu *et al.*, 2012), ce qui engendrera des coûts de transition de plus en plus importants.

#### 3.1. Malgré des efforts ambitieux en comparaison internationale, la plupart des pays de l'UE sont loin de l'objectif de neutralité carbone

Une minorité de pays dans le monde ont aujourd'hui une partie de leurs émissions de gaz à effet de serre sujet à une tarification carbone, sous différentes formes et surtout avec de forts écarts de prix carbone. Par exemple, l'écart est grand entre la Chine – dont seulement 34 % des émissions nationales sont couverts par une tarification

carbone basse, soit 9 dollars par tonne de CO<sub>2</sub> équivalent – et les États-Unis qui affichent une couverture de 63 % à un prix carbone de 23,80 dollars. Il existe des écarts encore plus grands entre de nombreux pays. Par ailleurs, la mesure de la tarification carbone aux États-Unis diverge entre la Banque mondiale et l'OCDE : selon l'OCDE, seules 6,4 % des émissions de carbone aux États-Unis sont couverts par une tarification explicite du carbone en 2021 car c'est le cas seulement dans certains États fédérés<sup>1</sup>. Comme l'illustre le Graphique 4, la France et l'Europe sont dans une position intermédiaire avec respectivement 35 % et 40,7 % des émissions de gaz à effet de serre sujets à une tarification carbone de 49 et 87 dollars par tonne de CO<sub>2</sub>.

**Graphique 4 – Part des émissions carbonées et prix du carbone par pays**



Note : chaque bulle représente l'interaction entre la part des émissions de gaz à effet de serre (GES) soumise à une tarification carbone et le prix du carbone en question. La taille de la bulle représente la part des émissions globales couverte par la tarification du pays en question (non rapportés dans le graphique), de l'ordre de 0,01% (Espagne), 0,1 % (Finlande ou Suède par exemple), 1,0 % (l'Allemagne ou le Canada) à 3,0 % (SEQE de l'UE) et plus (Chine)<sup>2</sup>.

Source : World Bank Carbon Pricing Dashboard, Agence européenne pour l'environnement, calculs de Clausing et Wolfram (2023)

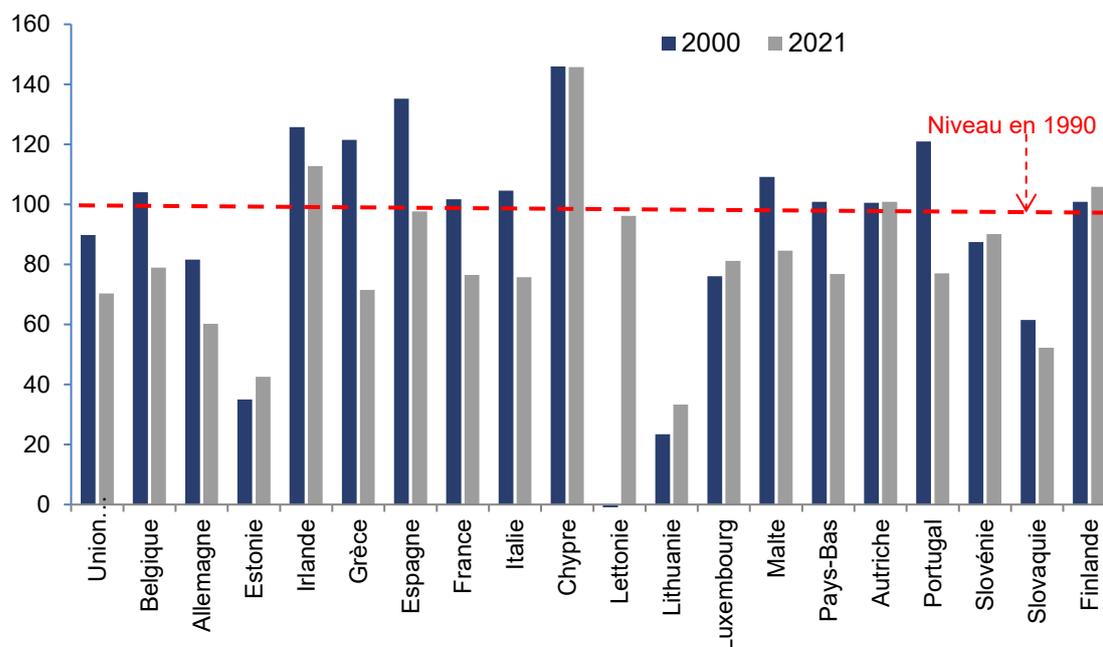
<sup>1</sup> OCDE (2022), « Pricing Greenhouse Gas Emissions: Key findings for the United States », Country notes.

<sup>2</sup> Clausing et Wolfram (2023) précisent que les émissions couvertes par le système européen SEQE sont allouées à chaque pays participant en postulant qu'une part égale des émissions d'énergie et industrielles (69 %) sont couvertes dans chaque pays.

En ce qui concerne l'évolution sur longue période, de nombreux pays – en particulier l'Union européenne – ont réduit de manière plus ou moins significative leurs émissions de gaz à effet de serre (voir Graphique 5), même si, malgré les efforts fournis, les niveaux actuels restent loin de l'objectif de neutralité carbone. Cette tendance à la baisse est généralement attribuée au renforcement des politiques environnementales et aux mesures prises pour réduire les émissions<sup>1</sup> (voir Graphique 6).

Toutefois, d'autres facteurs peuvent influencer l'évolution des émissions, tels que les changements dans la structure économique, les progrès technologiques, les fluctuations des prix de l'énergie et les efforts des acteurs économiques et de la société civile notamment en termes de sobriété.

**Graphique 5 – Évolution des émissions de gaz à effets de serre en Europe**

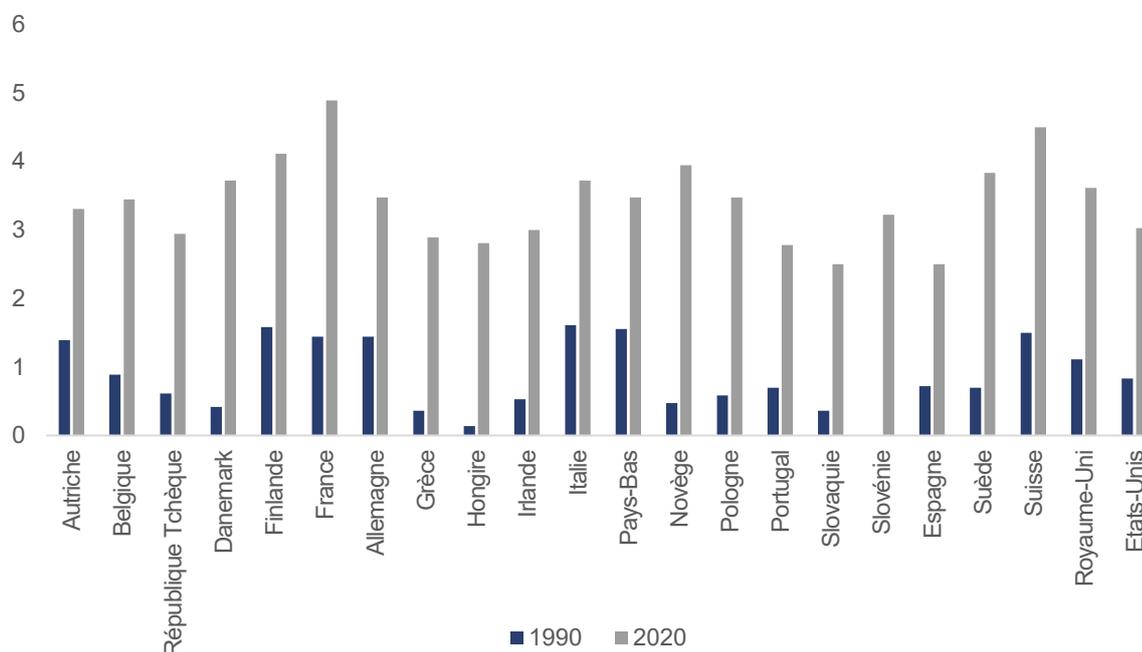


Note : indice 100 = 1990.

Source : Commission européenne, Eurostat

<sup>1</sup> Certaines analyses récentes soulignent l'effet inhibiteur de la régulation environnementale sur les émissions de carbone. Voir par exemple Cui, Ding et Li (2023).

**Graphique 6 – Évolution de l'indice d'intensité de la réglementation environnementale**



Note : indicateur d'intensité de la réglementation environnementale ou EPS en anglais (Environmental Policy Stringency). L'indice 6 marque le plus haut degré de sévérité. Cet indicateur illustre le degré auquel les politiques environnementales de chaque pays imposent, explicitement ou implicitement, un prix sur les comportements de pollution et néfastes pour l'environnement. L'indice se fonde sur 13 instruments de politiques environnementales, principalement basés sur le climat et la pollution de l'air, dont les deux tiers sont des normes non tarifaires.

Source : OCDE

Bien que la France n'apparaît pas comme la plus stricte en termes de tarification carbone, c'est le cas en comparaison de pays de taille équivalente ou supérieure (voir Graphique 4). Par ailleurs, elle est souvent citée en exemple pour es réglementations environnementales (non tarifaires) qui restent parmi les plus strictes en Europe (voir Graphique 6)<sup>1</sup>. Cependant, l'écart actuel entre les émissions et les objectifs affichés, en France comme dans le reste de l'Europe, implique la nécessité d'accélérer la transition climatique<sup>2</sup>. En effet, fin 2021, le volume d'émissions en France était de 24 % inférieur à son niveau de 1990, alors que la baisse était de 30 % en moyenne pour l'Europe, avec toutefois une forte hétérogénéité entre les pays (voir Graphique 5). C'est en partie lié à un mix énergétique moins carboné que les autres pays dès 1990, mais

<sup>1</sup> Pour plus de détails sur la nouvelle méthodologie utilisée par l'OCDE pour élaborer son indice d'intensité de la réglementation environnementale, voir Kruse *et al.* (2022).

<sup>2</sup> Pisani-Ferry et Mahfouz (2023) soulignent que l'atteinte des objectifs européens exige sur la décennie en cours pour la France des efforts de décarbonation sur les dix prochaines années équivalent à ceux fournis par le pays au cours des trois dernières décennies.

également en raison d'un retard dans le développement des énergies renouvelables et dans la rénovation énergétique des bâtiments et dans les transports notamment<sup>1</sup>.

Malgré ces efforts, certes hétérogènes entre les pays, atteindre la neutralité carbone d'ici 2050 demandera, selon le FMI, des investissements additionnels substantiels dans le monde entre 0,6 % et 1 % du PIB mondial annuel sur les vingt prochaines années, soit un montant total de l'ordre de 12 000 à 20 000 milliards de dollars (dont 25 % pour l'Europe contre 11 % pour les États-Unis et 30 % pour la Chine)<sup>2</sup>. L'Agence internationale de l'énergie, quant à elle, estime que les investissements nécessaires s'élèveront à 2 690 milliards de dollars sur la période 2020-2030, principalement dans le secteur de l'électricité, le transport, la construction, l'industrie manufacturière et les infrastructures<sup>3</sup>. Pisani-Ferry et Mahfouz estiment que l'atteinte de la neutralité carbone en 2050 requiert dès maintenant des investissements nets additionnels à hauteur de 67 milliards par an pour la France soit de l'ordre de 2 % du PIB.

La question de l'impact de la transition climatique sur la productivité du travail et sur la productivité multifactorielle est importante car ce sont là deux moteurs-clés de la croissance et des niveaux de vie. Elle est d'autant plus importante pour un pays comme la France qui, malgré un niveau élevé de productivité, a enregistré une forte baisse des gains de productivité depuis la fin des années 1990, partiellement accentuée récemment par l'impact de la crise sanitaire de 2020-2021 et par d'autres mesures<sup>4</sup>.

Il est donc justifié de se demander dans quelle mesure la transition climatique et les investissements sous-jacents vont permettre un rebond des gains de productivité ou, au contraire, accentuer la tendance baissière actuelle. À cette fin, il est indispensable de préciser les mesures envisagées par les gouvernements pour adopter une transition climatique appropriée. La stratégie qui a été choisie par les autorités européennes et françaises est un mélange de réglementations, de tarification (via le système des quotas, le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières et de taxation des énergies carbonées) et de subventions. De nature différente, chacune de ces mesures influencera différemment l'appareil productif et le comportement des agents économiques, compte tenu également de la manière dont elles sont mises en œuvre, combinées et accompagnées.

---

<sup>1</sup> Haut Conseil pour le climat (2023), *Acter l'urgence, engager les moyens*, rapport annuel 2023.

<sup>2</sup> FMI (2021), « Investment funds: Fostering the transition to a green economy », in *Global Financial Stability Report*, chapitre 3 ; et AIE (2021), *Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector*, mai.

<sup>3</sup> FMI (2021), *op. cit.*

<sup>4</sup> Voir le chapitre 1 ainsi que le [troisième rapport](#) du Conseil national de la productivité (2022).

### 3.2. L'impact de la transition climatique sur la productivité est difficile à modéliser en raison de la complexité des canaux de transmission

Appréhender précisément l'impact de la transition climatique sur les grands agrégats économiques tels que la productivité totale des facteurs, et du travail en particulier, est difficile par construction compte tenu de la complexité des canaux de transmission. C'est notamment la raison pour laquelle différents types de modèles macro et microéconomiques – traitant un aspect de la question – ont été élaborés, sans que l'on puisse conclure à la supériorité d'un modèle en particulier<sup>1</sup>.

La complexité des canaux de transmission vient d'abord de la réallocation inévitable des ressources capital et travail intra et intersectorielles qu'impliquera la transition climatique (ou transition vers la neutralité carbone). L'obsolescence de certains actifs, parfois non amortis (infrastructures, appareil productif des entreprises et actifs des ménages) va impliquer un coût et une réallocation du travail et du capital des secteurs les plus polluants vers les moins carbonés alors que, dans le même temps, chaque secteur va subir des transformations profondes (l'automobile par exemple). Cela vaut également pour la réorientation du progrès technique dont l'impact à court et long termes est incertain selon que l'on considère l'innovation verte plus ou moins performante par rapport aux innovations non vertes<sup>2</sup>.

En outre, il est difficile d'anticiper avec précision l'impact que la transition climatique peut avoir sur le comportement des agents économiques, notamment les ménages et les entreprises. Les changements dans les préférences des consommateurs, qui peuvent émerger en tant qu'effet secondaire ou principal des mesures mises en œuvre, auront également un impact sur la réallocation des ressources<sup>3</sup>. Ils influenceront la demande, et par conséquent, l'offre sur le marché. Cela ajoute une complexité supplémentaire dans l'évaluation de l'impact de la transition climatique sur l'économie. Il en va de même pour l'incertitude qui entoure leurs choix (chaque agent ne réagissant pas de la même manière, certains préférant retarder leur décision, surtout en matière d'investissement). Cette seconde complexité ou difficulté dans la modélisation tient au changement probable de préférences et de comportements (spontané ou imposé), sur une perspective temporelle qui varie fortement avec le contexte et les mesures incitatives.

---

<sup>1</sup> Voir la discussion détaillée à ce sujet dans Epaulard *et al.* (2022).

<sup>2</sup> Voir également CEA et OMB (2023) qui discute en détail les différentes approches méthodologiques pour appréhender le coût économique de la transition climatique en essayant de tenir compte de la complexité des canaux de transmission.

<sup>3</sup> Voir le rapport thématique *Sobriété* coordonné par Aude Pommeret pour le rapport Pisani-Ferry et Mahfouz (2023).

Or, tout modèle macroéconomique repose sur des coefficients de variables estimés ou calibrés en fonction d'un échantillon donné reflétant le passé. Comme le changement climatique et les politiques mises en place pour transiter vers une neutralité carbone vont inéluctablement, et de manière durable, modifier les relations entre les variables économiques dans le futur, cela va générer une instabilité des coefficients estimés, rendant difficile l'utilisation des estimations actuelles de ces modèles pour appréhender l'impact des chocs climatiques futurs. Cela est d'autant plus vrai que la plupart des changements attendus n'ont pas encore eu lieu et donc n'ont pas encore été observés. De plus, les différents instruments de la politique environnementale ne se traduisent pas tous par les mêmes contraintes pour l'activité économique (Ji *et al.*, 2022), ce qui ajoute une dose supplémentaire d'incertitude aux estimations des modèles. Par conséquent, il est crucial de bien comprendre et d'appréhender les changements structurels à venir afin de choisir les politiques environnementales les plus appropriées.

Comme nous le verrons dans la sous-section suivante, les études empiriques se sont récemment concentrées sur une approche microéconomique. L'objectif de cette approche est de mieux prendre en compte la complexité des relations entre les variables, notamment l'existence de relations non linéaires entre certaines variables économiques et climatiques ou encore de frictions dans les différents segments de l'économie. De nombreuses recherches microéconomiques se focalisent ainsi sur l'impact de la transition climatique sur les entreprises au niveau sectoriel (voir Tableau 1 dans la section suivante).

### **3.3. Des études empiriques intéressantes, même si elles n'ont pas réponse à tout**

S'il est attendu que les politiques de transition écologique engendreront un coût pour l'ensemble de l'économie, il est également reconnu dans les études que ce coût devrait être inférieur au coût de l'inaction (qui ne générerait que des pertes dans l'absolu)<sup>1</sup>.

Alors que les nouvelles normes technologiques restreignent le choix des technologies ou celui des intrants dans le processus de production, les taxes et les quotas négociables font payer aux entreprises l'émission de polluants, un sous-produit du processus de production qui était auparavant gratuit. Ces politiques environnementales engendrent donc des changements dans la structure des coûts de production, incitant ainsi les entreprises à revoir leurs pratiques.

---

<sup>1</sup> Delahais A. et Robinet A. (2023), « [Coût de l'inaction face au changement climatique en France : que sait-on ?](#) », *op. cit.* Voir également Pisani-Ferry et Mahfouz (2023).

## ***Incertitude de l'impact sur la productivité en raison de la spécification analytique***

Une première approche pour évaluer l'impact de la transition climatique sur la productivité est d'élaborer un modèle théorique. Cette approche sera d'autant plus utile que les données empiriques sont limitées et que le processus de changement dans l'économie est dans sa phase initiale. Cette approche procède donc d'un modèle d'équilibre général dans lequel les agents et leurs fonctions de réaction sont modélisés selon des hypothèses théoriques.

Comme le rappelle Epaulard (2023)<sup>1</sup>, un élément crucial dans l'élaboration de ces modèles théoriques d'équilibre général est en partie la spécification des paramètres de la fonction de production dont dépend la calibration de la tarification carbone. Dans les deux catégories de modèles discutés dans Epaulard (2023), l'impact de la transition climatique sur la croissance de la productivité dépendra d'un effet prix principalement (comme dans la spécification de Hassler *et al.*, 2021) ou d'un effet prix augmenté d'un effet de taille de marché et d'un effet de niveau de productivité relative entre les biens (mais également de leur degré de substitution comme dans Acemoglu *et al.*, 2012). Ainsi, comme le rappelle Epaulard (2023) sur la base de Casey (2023), une modélisation dans laquelle une possibilité de progrès technique dirigé est absente mais avec un effet de substitution du travail et du capital à l'énergie élevée (du type fonction de production Cobb-Douglas) peut s'avérer trop positive sur l'évolution du sentier de réduction des énergies fossiles jusqu'au nouvel équilibre.

En guise d'illustration, Colmer *et al.* (2022) utilisent un modèle de production d'entreprise pour estimer une productivité totale des facteurs basée sur les revenus (PTFR)<sup>2</sup> et pour évaluer l'effet du système européen d'échange de quotas d'émission (SEQE) sur cette PTFR estimée. Leurs observations révèlent qu'en moyenne, le SEQE a un effet à la baisse sur les émissions de carbone, mais qui n'est pas statistiquement significatif sur la PTFR. Pour mieux comprendre ces résultats, ils examinent les implications à travers un modèle de référence classique utilisant une fonction de production de type Cobb-Douglas. Contrairement aux modèles précédents qui montraient que la diminution observée des émissions ne s'accompagnait pas d'une contraction de l'activité économique, ce modèle classique met en évidence des

---

<sup>1</sup> Epaulard A. (coord.) (2023), *Les incidences économiques de l'action pour le climat. Productivité*, rapport thématique in Pisani-Ferry J. et Mahfouz S. (2023), *op. cit.*

<sup>2</sup> La productivité totale des facteurs basée sur les revenus (PTFR) se concentre spécifiquement sur la relation entre les revenus et les facteurs de production. Il s'agit d'une mesure plus étroite qui examine l'efficacité et l'efficacité des intrants dans la génération de revenus ou de ventes.

contractions de l'activité économique et des effets décroissants sur la productivité dans le cadre du SEQE. Ensuite, en intégrant au modèle la possibilité d'une forte substituabilité entre certains types de capital et les intrants énergétiques polluants – ainsi que l'hypothèse selon laquelle les entreprises peuvent négliger les performances des technologies propres – Colmer *et al.* (2022) constatent un sous-investissement dans le capital propre avant l'introduction de réglementations coûteuses. Ces deux hypothèses permettent d'expliquer l'absence d'impact négatif sur l'activité économique dans les simulations plus anciennes, soulignant ainsi l'importance de prendre en compte ces facteurs dans l'évaluation des réglementations environnementales sur la productivité.

De son côté, Sadeghzadeh (2014) construit un modèle théorique permettant de tirer un certain nombre d'enseignements. D'une part, il trouve que des politiques environnementales plus strictes incitent fortement les entreprises à adopter des technologies plus propres autorisant une réduction des émissions et entraînant à la fois une augmentation de la productivité moyenne et de la qualité de l'environnement. L'existence à terme de gains de productivité s'explique surtout par un effet de réallocation des ressources des entreprises les moins productives aux entreprises les plus productives plutôt qu'un changement de technologie au niveau de l'entreprise (Kozłuk et Zipperer, 2014 ; d'Albrizio *et al.*, 2014). D'autre part, les entreprises survivantes sur le marché auront un pouvoir de marché plus fort qui leur permettra de fixer des prix plus élevés. Par conséquent, le marché devient plus productif en moyenne mais moins concurrentiel. Par conséquent, le bien-être augmente avec l'adoption d'une technologie plus propre tandis que la diminution de la concurrence risque de réduire le nombre d'entreprises opérant en équilibre et donc le bien-être social. Enfin, les entreprises fixeront des prix plus élevés parce que les coûts supplémentaires entraînés par les technologies de réduction des émissions l'emportent sur le coût marginal de production plus faible<sup>1</sup>.

Henriet *et al.* (2014) calibrent ce type de modèle macroéconomique d'équilibre général sur des données françaises – dans lequel l'État taxe les énergies fossiles et reverse le

---

<sup>1</sup> Les activités de réduction des émissions augmentent le coût marginal global de production et réduisent le bénéfice attendu des entreprises avant l'entrée. Cela peut ralentir la dynamique entrée-sortie des entreprises et donc la croissance de la productivité. En plus d'affecter les coûts marginaux et moyens de production, les réglementations environnementales peuvent affecter les coûts d'entrée et d'investissement des entreprises. En effet, Ryan (2012) constate que les modifications de la loi américaine sur la qualité de l'air (CAAA) de 1990 n'ont pas eu d'effet sur les coûts marginaux de l'industrie du ciment, mais que les coûts (irré récupérables) moyens d'entrée ont augmenté, les coûts de construction d'une nouvelle installation sur site vierge augmentant de 5 à 10 millions de dollars en raison des exigences rigoureuses de certification et de tests environnementaux de la CAAA.

produit de cette taxe aux ménages ou sous forme de subventions à la R & D. Ils trouvent que la réduction de consommation des énergies fossiles ne serait que de 40 % (25 %) sur quarante ans avec (sans) progrès technique dirigé. Comme le souligne Epaulard (2023), dans le cas où le rendement de la recherche dans le secteur de l'énergie serait augmenté de 20 % via des subventions, la consommation d'énergie fossile pourrait chuter de 50 % sur quarante-cinq ans accompagnée d'une perte de croissance de 0,15 % par an sur cette période<sup>1</sup>. Cependant, cette modélisation présente des limites car elle sous-estime les effets négatifs sur la croissance. Par exemple, la réorientation de la R & D vers les seules économies d'énergie risque de se faire au détriment des investissements dans d'autres domaines, ce qui peut freiner l'innovation. Néanmoins, ne pas réaliser ces investissements représente un risque pour la pérennité même des activités. En outre, la recherche de procédés et d'activités plus économes en ressources peut être un facteur majeur d'innovations technologiques et sociales.

### ***Conclusion des études empiriques : effets directs et indirects négatifs de la transition sur la productivité à court et moyen termes***

Compte tenu des caractéristiques et des hypothèses des modèles mobilisés, les résultats sont assez incertains sur beaucoup de dimensions de l'impact de la transition climatique. Cependant, il y a plutôt un consensus dans les études récentes qui trouvent en général un effet négatif des politiques de transition climatique vers la neutralité carbone sur la productivité du travail (et du capital) dans une ampleur plus ou moins importante à court et moyen termes. Les politiques environnementales actuelles – que ce soit sous la forme de quotas, de normes ou de taxe sur les énergies carbonées – vont mécaniquement augmenter les coûts de production des entreprises tout en baissant la production. En réorientant leur recherche dans des solutions de production plus propres, les entreprises peuvent indirectement limiter leurs dépenses en R & D, voire leur capacité à investir, ce qui pèsera à nouveau sur leur production, bien que, à long terme, les nouvelles technologies peuvent engendrer des gains de productivité.

En particulier, Alestra *et al.* (2020) proposent une nouvelle approche méthodologique afin de modéliser à la fois l'impact sur le PIB lié au changement climatique et les mesures d'atténuation de l'impact climatique. Adoptant une perspective d'offre à long terme (à horizon 2060 et 2100) pour 30 pays et sur la base de quatre scénarios différents, ces auteurs mettent en évidence l'impact négatif des politiques environnementales (essentiellement sous la forme d'une tarification carbone) sur la productivité.

---

<sup>1</sup> Voir Pommeret (2023) pour une comparaison avec l'effet d'un changement de préférences.

Albrizio *et al.* (2014), en mesurant l'impact d'un durcissement des contraintes environnementales sur la croissance de la productivité dans les pays de l'OCDE, constatent une baisse initiale de la croissance de la productivité avant même l'entrée en vigueur de la politique environnementale (par effet d'annonce) avec un retour au cours des années suivantes au niveau initial. Deux études empiriques plus récentes font également état d'un impact (direct et indirect) négatif significativement important des politiques environnementales sur la productivité totale de facteurs (PTF), avec une baisse oscillant entre 0,4 % (pour une hausse de 5 % des prix de l'énergie ; voir Demmou *et al.*, 2023 pour un panel d'entreprises individuelles) et 1,7 % (pour une hausse des prix de l'énergie de 10 % ; Marin et Vona, 2021, sur données françaises). L'analyse d'Alla (2022) sur données des entreprises du secteur manufacturier entre 2000 et 2017 pour la France, l'Espagne et l'Italie suggère que, dans l'ensemble, le SEQE n'a pas nui à la productivité des entreprises, à l'exception des petites entreprises, des entreprises initialement éloignées de la frontière technologique et des entreprises ayant des contraintes financières. Il aurait eu un impact positif sur la PGF des grandes entreprises et des entreprises plus efficaces ou moins contraintes financièrement. L'impact du SEQE est cependant très hétérogène selon les secteurs et au total l'effet moyen aurait été relativement neutre. Et par ailleurs, ces effets ne peuvent être supposés pour une tarification carbone beaucoup plus élevée.

Face à l'introduction ou à l'augmentation d'une taxe sur l'énergie, renchérissant un intrant essentiel dans le processus de production, notamment dans le secteur industriel, plusieurs stratégies peuvent être adoptées par les entreprises. Les entreprises peuvent d'une part subir de manière passive cette hausse des coûts et diminuer la quantité d'énergie utilisée et donc réduire leur production totale. D'autre part, les entreprises peuvent essayer de trouver d'autres sources d'énergie plus propres, voire innover de manière active dans de nouvelles technologies.

Dans le premier cas, à savoir une diminution de la production utilisant de l'énergie fossile, cette approche se traduit par une réduction de la productivité du capital physique<sup>1</sup> par rapport à la situation qui prévalait sans ces taxes. La hausse du coût du capital physique qui en résulte entraîne une augmentation du coût total de production, ce qui a pour conséquence une diminution de la productivité multifactorielle. Plusieurs études attestent empiriquement ce résultat. Selon Chan *et al.* (2013)<sup>2</sup>, bien que le système européen d'échange de quotas d'émission ait eu des effets significatifs sur

---

<sup>1</sup> Voir Bovenberg et Heijdra (1998), Labandeira *et al.* (2004), Ono (2003) ; Siriwardana *et al.* (2011), et Wang *et al.* (2015) ou, plus récemment, Metcalf et Stock (2023).

<sup>2</sup> Chan H., Li S. et Zhang F. (2013), « [Firm competitiveness and the European Union emissions trading scheme](#) », *Energy Policy*, vol. 63, p. 1056-1064.

les coûts matériels dans l'industrie électrique, aucun impact n'est apparu sur les industries du ciment, du fer et de l'acier, mais ceci en raison de l'existence de quotas gratuits qui génèrent des revenus pour les entreprises. Leurs résultats indiquent qu'au cours de la période 2005-2007 (phase 1), le programme a entraîné une augmentation moyenne d'environ 5 % des coûts matériels dans l'industrie électrique, et cette augmentation s'est élevée à 8 % lors de la période 2008-2009 (phase 2). Étant donné que l'ensemble du secteur de l'électricité était soumis à une contrainte rigoureuse en matière d'émissions de CO<sub>2</sub> pendant la période étudiée, l'augmentation des coûts matériels pourrait refléter les dépenses nécessaires pour se conformer aux réglementations, telles que l'achat de quotas d'émission et/ou le remplacement du charbon par des combustibles plus coûteux comme le gaz naturel afin de réduire les émissions. Elle pourrait également refléter les coûts associés à la conformité aux programmes incitatifs parallèles pour l'utilisation des énergies renouvelables.

Comme la taxe environnementale entraîne une augmentation du coût des éléments transversaux au processus de production (électricité, carburant, transport, bâtiment, etc.), cela conduit à une augmentation du coût des biens produits et donc des prix, du moins à court-moyen terme. En taxant les importations, le MACF va accroître notamment l'impact sur les prix des consommations intermédiaires couvertes par le dispositif SEQE MACF.

Lafrogne-Joussier *et al.* (2023) utilisent des données de prix au niveau micro-économique en France de janvier 2018 à juillet 2022 pour étudier le rôle des chocs externes dans l'inflation récente. Les résultats indiquent que lorsqu'elles révisent leurs prix, les entreprises répercutent en moyenne 30 % des variations des coûts des intrants importés et 100 % des variations des coûts énergétiques, en fonction de leur exposition à ces chocs. Une augmentation de 10 % des coûts importés entraîne en moyenne une augmentation de 0,74 % des prix de production, de manière très proche d'un choc de 10 % des coûts énergétiques qui entraîne une hausse de 0,73 % des prix de production. Les taux de transmission varient d'une entreprise à l'autre en fonction de leur taille et de leur exposition aux chocs, et ils sont asymétriques, avec une répercussion plus importante des chocs positifs que des chocs négatifs. L'étude met également en évidence l'hétérogénéité de l'exposition aux chocs externes entre les entreprises et les secteurs, ce qui entraîne des différences significatives dans la dynamique de l'inflation.

Par ailleurs, l'impact négatif de la taxe environnementale sur les coûts de production et la productivité est étroitement lié à la dépendance aux énergies polluantes (Hassan *et al.*, 2019, 2021 ; Lanoie *et al.*, 2008). Les entreprises les plus polluantes sont confrontées à des coûts plus élevés ou sont incitées à investir davantage dans les

mesures d'abattement pour réduire leurs émissions. Cependant, ces investissements dans la réduction des émissions ne sont pas toujours productifs pour les entreprises, car ils impliquent une augmentation des intrants sans nécessairement augmenter les niveaux de production, ce qui peut entraîner une baisse de la productivité (Gray et Shadbegian, 1995). De plus, certaines réglementations environnementales peuvent pousser les entreprises à investir dans des technologies plus propres, mais cela comporte le risque de détourner les dépenses de R & D de domaines plus rentables et plus alignés sur leur activité principale. Ainsi, les contraintes environnementales peuvent avoir des effets significatifs sur les coûts et la productivité des entreprises, en particulier pour celles qui dépendent fortement des énergies polluantes.

Comme évoqué au premier chapitre, la capacité des secteurs à répercuter les coûts varie considérablement d'un secteur économique à l'autre, selon leur exposition à la concurrence internationale et en fonction de la structure de marché<sup>1</sup>. Les secteurs faiblement exposés à la concurrence peuvent plus facilement intégrer les coûts supplémentaires liés à une tarification carbone dans leurs prix de vente, préservant ainsi leur marge bénéficiaire et leur capacité d'investissement dans le futur. En revanche, il serait logique de s'attendre à ce que les secteurs soumis à une forte concurrence internationale ne puissent pas répercuter entièrement les coûts du carbone, car une augmentation des prix de vente a une forte incidence sur les ventes et leurs parts de marché. Cependant, des études telles que Cludius *et al.* (2020) ont montré que les taux de répercussion des coûts sur le prix de vente atteignent environ 30 % dans le secteur du ciment, entre 55 % et 85 % dans le secteur du fer et de l'acier, et dépassent 80 % dans le secteur pétrochimique (voir aussi Alexeeva-Talebi, 2011). Outre que ces secteurs sont soumis à la concurrence internationale (moins pour le ciment), cela peut s'expliquer par le fait que ces marchés sont très concentrés, comme l'illustrent Cludius *et al.* (2020) : en général, une plus grande concentration du marché semble associée à une plus grande capacité à répercuter les coûts. Ainsi, la répercussion des coûts du carbone sur les prix de vente dépend à la fois du degré de concurrence internationale et de la structure de marché de chaque secteur économique.

La seconde stratégie des entreprises face à la hausse des coûts de production à la suite de nouvelles politiques environnementales est l'innovation via l'investissement dans de nouvelles technologies. L'hypothèse dans ce cas de figure est qu'une augmentation des coûts de production via le renchérissement des biens énergétiques

---

<sup>1</sup> Voir notamment Dechezleprêtre, Nachtigall et Venmans (2018), et Abrell *et al.* (2011). Ces derniers constatent une augmentation pour le secteur de l'électricité et de la chaleur et une diminution pour les produits minéraux non métalliques, ce qui indique que le secteur de l'électricité est peut-être mieux placé pour répercuter les coûts du carbone sur les utilisateurs finaux.

incite les entreprises à innover afin de réduire leur consommation d'intrants énergétiques tout en maintenant leur production. Cette hypothèse, particulièrement traitée dans la littérature académique, est celle dite de Porter. Pour mémoire, Porter (1991) affirme que les entreprises ne prennent pas toujours des décisions optimales et que l'information incomplète, la faible concurrence, l'inertie organisationnelle et d'autres biais comportementaux peuvent les empêcher d'exploiter toutes les opportunités d'innovation rentables. Les politiques environnementales peuvent donc aider les entreprises à surmonter ces difficultés. Les innovations induites dans les écotecnologies pourraient ainsi conduire à une meilleure performance économique, compensant les coûts supplémentaires. En découle le fait que l'introduction de politiques environnementales bien conçues peut déclencher une innovation capable de compenser, voire de dépasser, les coûts initiaux générés par les nouvelles réglementations environnementales de conformité (Encadré 3).

**Encadré 3 – Contraintes environnementales comme moteur d'innovation :  
L'hypothèse de Porter**

Cette hypothèse souligne que la pollution représente souvent un gaspillage de ressources, et qu'une politique environnementale bien conçue peut inciter les entreprises à innover et à améliorer leur efficacité et à réallouer leurs ressources. Cela permet de compenser les coûts supplémentaires découlant des politiques environnementales elles-mêmes, et peut conduire à des gains de productivité significatifs (Porter, 1991 ; Porter et van der Linde, 1995). Cette hypothèse est souvent considérée, de ce fait, comme une hypothèse « gagnant-gagnant », car elle suggère que les entreprises soumises à une réglementation plus stricte peuvent bénéficier d'une amélioration de leur productivité et de leur compétitivité en même temps que celle de l'environnement. Le débat sur la capacité de la réglementation de permettre ou non aux entreprises qui y sont sujettes de compenser l'augmentation des coûts de production par des gains d'efficacité induits par l'innovation a conduit à la définition de trois versions de l'hypothèse de Porter. Jaffe et Palmer (1997) les caractérisent comme suit : la *version faible* implique que des politiques environnementales plus strictes stimulent l'innovation, la *version forte* affirme que la politique environnementale peut conduire à une productivité globale plus élevée des entreprises et la *version étroite* soutient que les gains de productivité et la réorientation de l'innovation sont plus probables dans le cadre de certains types de politiques environnementales, notamment celles fondées sur le marché.

De plus, les politiques environnementales doivent être étudiées dans un cadre dynamique, car les réglementations environnementales adoptées aujourd'hui peuvent affecter la productivité et les performances des entreprises différemment à court et long termes mais sans certitude sur ce point. À long terme, l'effet peut être positif lorsque le processus d'innovation se sera concrétisé en solutions performantes et que les entreprises pourront commencer à en bénéficier (Lanoie *et al.* 2008). Cependant, la dégradation à court et moyen termes de la productivité et des performances des entreprises peut se traduire par un plus grand nombre de faillites et de délocalisations, ce qui peut entraîner une baisse structurelle de la productivité à long terme, notamment si la base industrielle s'est affaiblie ainsi que la capacité d'innovation et de R & D. Les résultats des études empiriques portant sur l'impact des réglementations environnementales en termes de réduction des émissions et de productivité dans un pays comme la France sont mitigés. Tout d'abord, Colmer *et al.* (2022) montrent que, sur un panel de 9 500 entreprises manufacturières françaises, les entreprises réglementées par le SEQE ont réduit leurs émissions de 8 % à 12 % en moyenne par rapport à un groupe témoin d'entreprises (aux caractéristiques similaires) non réglementées. Ils notent également que l'essentiel de cet impact s'opère au cours de la période durant laquelle les prix des quotas ont fluctué entre 15 et 30 euros (phase II)<sup>1</sup>. D'autre part, les auteurs montrent que la baisse des émissions constatée ne semble pas s'être accompagnée d'une contraction de l'activité économique, et ce malgré l'augmentation du coût des intrants due à la tarification du carbone. Une explication serait que le système d'échange de quotas d'émission (SEQE) a incité les entreprises à faire des investissements qui ont augmenté la productivité, ce qui a compensé les coûts pour l'entreprise. Une autre explication est que cette étude est fondée sur une période où le coût des quotas carbone était faible et avec un système de quotas gratuits pour ceux en particulier exposés à la concurrence internationale. Toutefois, les conditions dans lesquelles une telle interprétation peut être rationalisée ne sont pas claires.

Les résultats des études empiriques portant sur l'impact des politiques environnementales sur la productivité totale des facteurs restent largement contrastés (voir Tableau 1). Certaines études suggèrent un effet faible (Calligaris, Arcangelo et Pavan, 2018 ; Commins *et al.*, 2011), voire statistiquement insignifiant (Löschel, Lutz et Managi, 2018), tandis que d'autres mettent en avant de fortes augmentations de la productivité du travail, mesurée en tant que valeur ajoutée par unité de travail, pouvant

---

<sup>1</sup> Petrick et Wagner (2014) utilisent des données de panel complètes provenant du recensement de la production allemande. Ils constatent que la phase II du SEQE a incité les installations réglementées à réduire leurs émissions d'environ 25 % par rapport aux installations non réglementées.

aller jusqu'à 26 % (Klemetsen, Rosendahl et Jakobsen, 2016), grâce à une augmentation du chiffre d'affaires plus importante que celle de l'emploi. Néanmoins, la divergence des conclusions met en évidence le lien étroit qui peut exister entre l'impact des mesures de transition sur la productivité du travail et du capital et la fonction de réaction des investissements. Plusieurs analyses empiriques suggèrent en effet que, à moyen et long termes, certaines des mesures de transition peuvent être favorables au renforcement des innovations technologiques et sociales ainsi qu'aux changements de comportements et donc des modes de production et de consommation. La question est de savoir si les effets positifs de l'innovation verte suffiront à tirer le reste de l'économie du point de vue de l'ensemble des innovations. En fonction des effets de chaque mesure de ce point de vue, les conséquences à moyen et long termes sur la productivité peuvent être différentes, de manière directe et indirecte. Et bien entendu, la situation financière des entreprises que cela génère est déterminante car si leur situation financière se dégrade, leurs capacités d'investissement dans l'innovation verte et les autres innovations se réduisent également.

**Tableau 1 – Études rapportant les effets des politiques environnementales sur la productivité**

Études	Pays	Instrument de politique environnementale	Secteur	Période	Échantillon	Hypothèse de Porter vérifiée
Martínez-Zarzoso <i>et al.</i> (2019)	OCDE	EPS*	Agricole, minier, manufacturier, construction, service et électricité	1990-2011	14 pays de l'OCDE	Oui
Albrizio <i>et al.</i> (2017)	OCDE	EPS	Manufacturier	1990-2009	17 pays de l'OCDE et 10 secteurs manufacturiers sur la période 1990-2009. 11 pays de l'OCDE et 22 secteurs manufacturiers sur la période 2000-2009.	Oui
Koźluk et Zipperer (2015b)	OCDE	EPS	Manufacturier	1990-2010	19 pays de l'OCDE	Oui pour les entreprises les plus productives
Peng <i>et al.</i> (2021)	Chine	SO2 ETS	Manufacturier	1998-2007	Entreprises chinoises	Oui
Greenstone <i>et al.</i> (2012)	États-Unis	Clean Air Act (CAA)	Manufacturier	1972-1993	1,2 million d'usines américaines	Non
Rubashkina <i>et al.</i> (2015)	EU	PACE*	Manufacturier	1997-2009	17 pays	Non

Études	Pays	Instrument de politique environnementale	Secteur	Période	Échantillon	Hypothèse de Porter vérifiée
Becker (2011)	États-Unis	Variation spatiotemporelle des coûts de conformité environnementale (PACE)	Manufacturier	1980-1994	567 753 entreprises	Non
Broberg <i>et al.</i> (2013)	Suède	Investissements pour la protection de l'environnement	Manufacturier avec un focus sur l'industrie du papier	1999-2004	1 000 entreprises tirées d'une population de 4 500 entreprises.	Non
Lanoie <i>et al.</i> (2008)	Canada	Réglementations environnementales	Manufacturier	1985-1994	17 secteurs	Oui
Lanoie <i>et al.</i> (2011)	Allemagne, Canada, France, Hongrie, Japon, Norvège et États-Unis	<b>Régime de politique environnementale*</b>	Manufacturier	2003	Enquête auprès de 4 200 établissements des sept pays	Non
Albrizio <i>et al.</i> (2014)	OCDE	EPS	Manufacturier	1990-2010	60 000 entreprises dans 23 pays de l'OCDE, 22 secteurs manufacturiers	Oui/Non ?
Yang <i>et al.</i> (2021)	Chine	Réduction des émissions de SO <sub>2</sub>	Manufacturier	1998-2007	184 186 entreprises de 15 industries chinoises à forte intensité de pollution	Non
Marin <i>et al.</i> (2018)	EU	EU ETS	Manufacturier	2002-2012	792 ETS firmes / 2055 non ETS	Oui
Hille et Möbius (2019)	OCDE	<b>Prix effectif de l'énergie*</b>	14 secteurs manufacturiers	1995-2009	28 pays	Oui/Non
Berman et Bui (2001)	États-Unis	Réglementation locale pollution de l'air (South Coast Air Quality Management District)	Industrie raffinage pétrole	1979-1992	Raffineries de Los Angeles	Oui
Franco et Marin (2017)	EU	Taxe environnementale	Manufacturier	2001-2007	234 entreprises	Oui
Hamamoto (2006)	Japon	Dépenses de contrôle de la pollution	Manufacturier	Années 1960 et 1970	Papeterie, produits chimiques, produits du pétrole et du charbon, fer et acier, et des métaux et produits non ferreux	Oui/non

Études	Pays	Instrument de politique environnementale	Secteur	Période	Échantillon	Hypothèse de Porter vérifiée
Alpay <i>et al.</i> (2002)	États-Unis, Mexique	Nombre d'inspections d'usines (MEX) Coût de la lutte contre la pollution (États-Unis)	Industrie alimentaire	1971-1994	–	Oui Mexique Non États-Unis
Murty et Kumar (2003)	Inde	Réglementation environnementale et efforts de conservation de l'eau	Industrie sucrière	1996-1999	92 entreprises	Oui
Rexhäuser et Rammer (2014)	Allemagne	Régulation environnementale (évaluée via les éco-innovations)	56 secteurs hors agriculture, sylviculture et pêche, hôtellerie et restauration, administration publique, santé, éducation, services personnels et culturels	2008	3618 entreprises	Non
Xiaomeng <i>et al.</i> (2018)	Chine	L'intensité de la réglementation environnementale via (1) le rapport entre les dépenses de réduction et de contrôle de la pollution industrielle et leurs valeurs de vente correspondantes et (2) les dépenses de réduction et de contrôle de la pollution industrielle divisées par les principaux coûts des entreprises industrielles	Les industries chinoises à forte intensité de carbone	2000-2014	105 entreprises	Non
Klemetsen <i>et al.</i> (2020)	Norvège	EU ETS	Manufacturier	2001-2013	150 ETS, 515 non ETS	Oui
Lundgren <i>et al.</i> (2015)	Suède	Taxe sur le dioxyde de carbone et système d'échange de quotas d'émissions de l'Union européenne (SCEQE)	Industrie suédoise de la pâte à papier et du papier	1998-2008	100 entreprises	Oui/non en fonction de la politique. La volatilité du prix du carbone a eu un impact négatif sur la PTF), les taxes ont eu un impact positif.

Études	Pays	Instrument de politique environnementale	Secteur	Période	Échantillon	Hypothèse de Porter vérifiée
Löschel <i>et al.</i> (2019)	Allemagne	EU ETS	Manufacturier	2003-2012	520 ETS 10000 non ETS	Oui/Non selon les secteurs et selon la méthode économétrique utilisée
Commins <i>et al.</i> (2011)	UE	EU ETS et taxe sur l'énergie	Manufacturier	1996-2007	160000 entreprises	Oui
Dechezle-prêtre <i>et al.</i> (2022)	France, Pays-Bas, Norvège et Royaume-Uni	EU ETS	Industrie alimentaire, des boissons et du tabac Industrie chimique, pharmaceutique, du caoutchouc et du plastique Industrie des produits minéraux non métalliques Électricité, gaz et chaleur Autres industries manufacturières	2005-2012	31 pays réglementés par le système d'échange de quotas d'émissions ETS firmes et 1 280 non ETS.	Oui
Lutz (2016)	Allemagne	EU ETS	Manufacturier	1999-2012	400 régulées, 15 000 au total	oui
D'Arcangelo <i>et al.</i> (2022)	Italie	EU ETS	Manufacturier	2005-2013	662 ETS et 3 000 non ETS	Oui/non selon les secteurs

Note : l'hypothèse de Porter souligne que la pollution représente souvent un gaspillage de ressources et qu'une politique environnementale bien conçue peut inciter les entreprises à innover et à améliorer leur efficacité et à réallouer leurs ressources ; l'impact à long terme sur la productivité étant positif.

\***EPS** : l'indice de rigueur des politiques de l'environnement de l'OCDE (EPS) est une mesure spécifique à chaque pays et comparable au niveau international de la rigueur des politiques de l'environnement. La rigueur est définie comme la mesure dans laquelle les politiques environnementales imposent un prix explicite ou implicite aux comportements polluants ou nuisibles à l'environnement. L'indice est fondé sur le degré de rigueur de 13 instruments de politique environnementale, principalement liés au climat et à la pollution de l'air. L'indice va de 0 (pas de rigueur) à 6 (rigueur maximale) et couvre 40 pays pour la période 1990-2020.

\***PACE** : dépenses de réduction et de contrôle de la pollution, cependant peut être influencée par des problèmes d'endogénéité.

\***Régime de politique environnementale** : une variable catégorielle qui prend trois valeurs (pas particulièrement strictes, rigueur modérée, très strictes) en fonction de la réponse à la question suivante : comment décririez-vous le régime de politique environnementale auquel votre établissement est soumis ?

\***Prix effectif de l'énergie** : ils reflètent toutes les politiques environnementales directes et indirectes qui ont un effet sur le prix des énergies liées aux émissions.

Source : CNP

## À plus long terme, les résultats empiriques divergent selon l'impact de l'innovation technologique sur la productivité

À long terme, les résultats des études empiriques sont plus nuancés. C'est souvent dû à l'impact des politiques environnementales durant la période de transition vers la neutralité carbone sur les investissements, en particulier sur l'innovation technologique. En d'autres termes, c'est la vérification de l'hypothèse de Porter – quelle qu'en soit la forme – qui semble être la clé d'un scénario de productivité positif sur le long terme. Les résultats empiriques divergent, cependant peu d'études valident l'hypothèse forte de Porter selon laquelle l'impact positif de la politique environnementale sur la productivité via l'innovation l'emporte sur ses effets négatifs<sup>1</sup>. Galeotti *et al.* (2015), confirment ainsi que l'hypothèse faible de Porter se vérifie mais non l'hypothèse forte, donc un impact négatif sur la productivité et la croissance<sup>2</sup>.

En étudiant l'impact des taxes sur l'énergie sur le capital physique pour 31 pays de l'OCDE sur la période 1994-2013 au moyen d'un système d'équations simultanées, Hassan *et al.* (2021) concluent que celles-ci ont un impact négatif relativement important sur l'investissement physique et, par voie de conséquence, sur la croissance économique à la fois à court et à long termes. De plus, cet impact est accentué lorsque le niveau de la dette publique est élevé. Ce résultat s'explique par le fait que l'augmentation des taxes sur l'énergie est perçue comme une augmentation du coût des facteurs de production. Si elle intervient dans un contexte économique où le financement du capital est coûteux en raison d'une dette publique élevée, l'impact négatif sera encore plus important. L'impact des taxes sur l'innovation environnementale est quant à lui identique quel que soit le modèle envisagé (avec ou sans dette publique), avec une hausse de 0,04 % à court terme<sup>3</sup>.

En revanche, Kalantzis *et al.* (2021) trouvent une relation positive entre les investissements dans l'efficacité énergétique et la productivité du travail (le premier

---

<sup>1</sup> Girard P.L., Le Gall C., Meignan W. et Wen P. (2022), « Croissance et décarbonation de l'économie », DG Trésor, Trésor Eco, n° 315, octobre.

<sup>2</sup> Rubashkina Y., Galeotti M. et Verdolini E. (2015), « Environmental regulation and competitiveness: empirical evidence on the Porter Hypothesis from European manufacturing sectors », *Energy Policy*, vol. 83, p. 288-300.

<sup>3</sup> À court terme, les auteurs montrent qu'une augmentation de 1 dollar par tonne d'équivalent pétrole de l'utilisation d'énergie fossile est associée à une diminution de 0,6 % de l'investissement physique la première année du choc lorsque la dette publique est ignorée. À long terme, la baisse du capital physique est de 0,5 % lorsque la dette publique affecte le niveau de capital physique. Comme le soulignent ces auteurs, le fait que le capital physique endogène à la croissance a un coefficient négatif à long terme peut refléter le fait que le taux de croissance économique dépend davantage du stock de capital physique (par accumulation) que de ses flux. Voir Barro et Sala-i-Martin (2004).

impliquant le second) sur la base d'un échantillon de 15 000 entreprises dans 28 États membres de l'UE sur la période 2018-2019. Alestra *et al.* (2020) soulignent également un impact positif à long terme de la transition climatique sur la productivité du travail.

Calel et Dechezleprêtre (2016) analysent l'impact du SEQE sur le changement technologique. Ils constatent que cela a accru l'innovation à faible teneur en carbone parmi les entreprises réglementées de plus de 10 %, sans évincer le dépôt de brevets pour d'autres technologies. Ils concluent que le SEQE est à l'origine d'une augmentation de près de 1 % des brevets européens sur les technologies à faible émission de carbone par rapport à un scénario contrefactuel. Pour autant, on ne peut pas conclure que cette hausse compense les effets négatifs sur la productivité car l'intérêt fondamental de chaque brevet et sa diffusion n'est pas garantie.

Pour ce qui de la vérification de la version faible de l'hypothèse de Porter, à savoir l'impact des politiques environnementales sur l'innovation, Hassan *et al.* (2021) montrent que les taxes sur l'énergie influencent positivement et significativement l'innovation environnementale. Une augmentation d'une unité de l'indicateur des taxes sur l'énergie se traduit par une augmentation de 0,4 % de l'innovation environnementale. Pour leur part, Hassan et Rousselière (2021) font ressortir qu'une augmentation de 1 % dans l'indicateur de la rigueur environnementale<sup>1</sup> (EPS) conduit à une augmentation de 0,25 % du nombre de brevets liés à l'écotechnologie<sup>2</sup>. Cette influence positive est principalement due, selon ces auteurs, aux politiques environnementales non basées sur le marché. Ils concluent donc que les normes environnementales sont plus performantes que les instruments fondés sur le marché (prix, taxes, etc.) pour induire l'éco-innovation. Cependant, d'autres recherches montrent que même les instruments fondés sur le marché, tels qu'une taxe environnementale, peuvent entraîner une augmentation des activités de recherche, car ils induisent une réallocation des ressources vers les activités de R & D, qui sont un moteur de la

---

<sup>1</sup> Pour rappel, l'indice de rigueur des politiques de l'environnement est un indicateur de l'OCDE. Il s'agit d'une mesure spécifique à chaque pays et comparable au niveau international. La rigueur est définie comme la mesure dans laquelle les politiques environnementales donnent un prix explicite ou implicite aux comportements polluants ou nuisibles à l'environnement. L'indice est fondé sur le degré de rigueur de 13 instruments de politique environnementale, principalement liés au climat et à la pollution atmosphérique. L'indice va de 0 (pas de rigueur) à 6 (degré de rigueur le plus élevé) et couvre 40 pays pour la période 1990-2020 (<https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EPS>).

<sup>2</sup> Définie par l'Union européenne comme : « les techniques intégrées qui évitent la formation de polluants durant les procédés de production, et les techniques en bout de chaîne qui réduisent les rejets dans l'environnement de toute substance polluante générée, mais également les nouveaux matériaux, les procédés de fabrication économes en énergie et en ressources, ainsi que le savoir-faire écologique et les nouvelles méthodes de travail ». Voir Commission européenne (2002), *L'écotechnologie au service du développement durable*, rapport de la commission, résumé, mars.

croissance (Ambec *et al.*, 2013 ; Hassan *et al.*, 2020). Par ailleurs, même si les innovations environnementales augmentent, cela n'exclut pas que les investissements dans la R & D pour d'autres types d'innovations se réduisent et donc que cela entraîne une baisse de la productivité et un éloignement de la frontière technologique. En retour, la baisse de la capacité technologique peut réduire à terme même la capacité d'innover en matière environnementale.

Dans leur étude portant sur l'impact des taxes sur les oxydes de soufre (SOx) sur les investissements en recherche et développement (R & D) des entreprises, Brown *et al.* (2021) démontrent qu'une taxe sur la pollution encourage les entreprises les plus polluantes à investir davantage dans la R & D. Cependant, bien que cette augmentation des investissements ne se traduise pas nécessairement par une augmentation du nombre de brevets déposés, elle conduit à une amélioration de la capacité des entreprises à adopter les nouvelles technologies. Cela se manifeste par des investissements accrus visant à renforcer leur aptitude à intégrer ces avancées technologiques.

En ce qui concerne la version forte de l'hypothèse de Porter, Martínez-Zarzoso et Bengochea *et al.* (2019) ont étudié l'impact de la variation de l'indicateur d'intensité de la régulation environnementale (EPS) sur la PTF pour 14 pays de l'OCDE sur la période 1990-2011 et ont montré qu'un durcissement des politiques environnementales a un impact positif et significatif sur la productivité et ce à court et à long termes. Leurs résultats indiquent qu'à court terme, la variation de 1 % de l'EPS varie entre 0,03 % et 0,07 % alors qu'à long terme celui-ci oscille entre 0,02% et 0,04%. De leur côté, Koźluk et Zipperer (2014) montrent que la politique environnementale n'est associée à une croissance de la productivité que pour les industries et les entreprises les plus productives. Dans le même esprit, Stergiou *et al.* (2023) suggèrent, en étudiant l'évolution de la productivité de 13 secteurs manufacturiers dans les 27 États membres de l'UE sur la période 1995-2014, que l'innovation en technologie verte peut être vite remise en question au moindre de choc. En effet, Stergiou *et al.* (2023) montrent que la baisse de la productivité dans ces industries depuis 2010 vient du manque d'initiatives d'innovation, perturbées également par le choc de la crise financière de 2008. Ils concluent donc que les gouvernements ont un rôle à jouer pour relancer les innovations par de vraies stratégies environnementales en tenant compte de l'hétérogénéité des pays et, au sein de ceux-ci, des secteurs.

### 3.4. Conclusion

En l'absence d'une action publique soutenant et créant les incitations pour une transition accompagnée vers la neutralité carbone, nul doute que l'impact global à court terme de cette transition sera négatif sur la croissance économique et sur la croissance de la productivité du travail (et du capital). Mais compte tenu du consensus des acteurs économiques quant à la nécessité d'accompagner cette période de transition par des mesures adaptées, la vraie question est d'évaluer l'impact des différentes mesures de politique environnementale sur l'activité économique et l'emploi tout comme sur la productivité à court, moyen et long termes.

Il ressort de la plupart des études théoriques et empiriques que la transition climatique ne se fera pas sans action des autorités publiques et que plus cette transition est retardée et plus l'innovation des entreprises reste enfermée dans des technologies polluantes, plus le coût économique de la transition sera élevé. Beaucoup d'études empiriques récentes tendent en effet à suggérer que les politiques environnementales peuvent influencer la trajectoire du changement technologique. Par le renchérissement de l'utilisation des technologies de production existantes des entreprises polluantes – en raison des tarifications sur les émissions de gaz à effet de serre –, les entreprises polluantes sont incitées à innover en réalisant des investissements qui leur permettent d'adopter et de mettre en œuvre des processus de production et des modèles d'activité moins impactants sur l'environnement.

Même si les investissements technologiques qui facilitent la transition vers une production plus propre ont un coût marginal plus élevé pour les entreprises polluantes lorsque les pays imposent des taxes sur les émissions polluantes en raison de la hausse de la demande, il n'en demeure pas moins que l'impact négatif initial des politiques de transition climatique (normes, quotas ou taxes) sur la productivité du travail et sur la productivité totale peut être compensé – voire annulé – à long terme grâce à l'innovation technologique<sup>1</sup>. De même, Brown *et al.* (2022) montrent que les taxes sur la pollution ont des impacts relativement plus forts sur la R & D dans les secteurs dont les technologies de production sont les plus polluantes et que, pour toute augmentation d'un écart-type des taxes sur la pollution, les entreprises situées dans les industries dont l'intensité de la pollution est supérieure à la moyenne augmentent leur R & D d'environ 0,15 % à 0,19 % de plus que les entreprises situées dans les industries dont l'intensité de la pollution est la plus faible.

---

<sup>1</sup> Voir notamment Acemoglu (2016).

Le haut des estimations en ce qui concerne le ralentissement de la productivité en France durant la période de transition est autour de 0,3 point de pourcentage (proche de l'estimation de -0,35 point pour l'économie mondiale de Jondeau *et al.*, 2023). Mais à long terme, la neutralité carbone atteinte, il est probable que la productivité du travail et la productivité totale des facteurs se redressent à l'aune des bénéfices de l'innovation technologique effectuée durant la période de transition. Cependant, une condition fondamentale pour ce scénario positif à long terme est que la base productive, les compétences, la puissance d'investissement en R & D n'aient pas été trop dégradées lors de la période de court et moyen termes d'impact négatif. De même, si les finances publiques se dégradent de manière importante à court et moyen termes, la productivité à long terme pourrait être structurellement impactée négativement en raison du déficit d'investissement dans les infrastructures et les biens publics comme l'éducation et la formation, la santé de la population, les infrastructures de transport et de communication.

À ce stade, deux questions demeurent. La première concerne la capacité des gouvernements européens, fortement endettés par des crises financières et sanitaire successives, à subventionner suffisamment l'innovation technologique dans les secteurs clés de l'économie, sans que cela ne se traduise par une hausse des prélèvements obligatoires qui viendraient dégrader la rentabilité et la capacité d'investissement des entreprises.

La seconde question – en partie liée à la première – est la probabilité de coopération internationale afin de limiter les externalités négatives notamment les fuites de pollution à l'étranger, mais aussi perte de base productive, d'emplois et donc de souveraineté et de qualité de vie. Cette dernière dimension est cruciale en ce qui concerne l'impact de la transition climatique, comme nous le verrons dans la prochaine section.

## 4. Transition climatique et compétitivité

La compétitivité renvoie à plusieurs dimensions à la fois temporelle, sectorielle, nationale et internationale. Parmi celles-ci, certains aspects de la compétitivité relèvent de la stratégie adoptée par l'entreprise. Il s'agit là de facteurs dits endogènes tels que le chiffre d'affaires, l'état des actifs, l'investissement, la technologie utilisée, la productivité, le niveau des exportations et le degré des investissements directs étrangers ou encore la capacité d'innovation, la dynamique de la masse salariale et des autres coûts de production.

En revanche, d'autres aspects de la compétitivité d'une entreprise ou d'une industrie sont influencés par des facteurs exogènes, c'est-à-dire hors du contrôle de l'entreprise,

tels que la mutation d'un secteur (par exemple la tendance à l'électrification du secteur automobile) ou les fluctuations des coûts de production des consommations intermédiaires telles que les matières premières (par exemple le pétrole, le caoutchouc ou autres matériaux miniers) mais aussi les services. Tout ceci est fortement influencé par les coûts salariaux, les prélèvements obligatoires, l'environnement réglementaire, l'ouverture de l'économie. Désormais, comme toute politique publique, les politiques environnementales imposés par les États sont des facteurs exogènes supplémentaires dont il faut tenir compte, tels que les normes ou la tarification carbone en fonction du fait qu'elles s'imposent juste sur les entreprises locales ou bien aussi sur les concurrents étrangers.

#### **4.1. Transiter vers la neutralité carbone dans un contexte de compétitivité française affaiblie**

La position extérieure nette de la France a continué à se dégrader entre 2019 et 2022, avec un déficit de la balance commerciale (marchandises) de 164 milliards d'euros, soit 7 % du PIB en 2022, un record depuis 1948 et désormais le plus élevé de la zone euro<sup>1</sup>. Même si le facteur principal est la hausse des prix de l'énergie en 2022, l'enquête Rexecode auprès de 480 importateurs dans le monde indique que les produits français sont jugés trop chers par rapport aux produits des concurrents européens, malgré une légère amélioration sur les trois dernières années et bien qu'ils soient très bien notés sur les critères de qualité hors prix (voir Tableau 2)<sup>2</sup>.

Alors que les produits français oscillent entre la première et la quatrième place pour les grands secteurs couverts par l'enquête sur la base des critères qualité et hors-prix, l'évaluation se dégrade lorsque la dimension prix des produits est considérée : les produits français sont systématiquement derrière les produits allemands et, à l'exception des produits agroalimentaires, derrière les produits espagnols et italiens (pour le secteur des équipements du logement).

---

<sup>1</sup> Voir Direction générale du Trésor (2023), *Rapport 2023 du commerce extérieur de la France*, février.

<sup>2</sup> Voir Rexecode (2023), « La compétitivité française en 2022 », Document de travail, n° 84, janvier. Depuis le début des années 2000, Rexecode réalise chaque année une enquête sur la perception des grands acheteurs européens sur les produits qu'ils achètent à l'étranger. En septembre 2022, l'enquête a été menée par l'institut Kantar. Elle porte sur un échantillon de 480 importateurs de six grands pays européens (Allemagne, France, Italie, Espagne, Belgique, Royaume Uni) qui ont été interrogés sur la perception qu'ils ont des produits en provenance des principaux pays européens, d'Europe centrale et orientale (PECO), des États-Unis, du Japon, de la Chine et des pays d'Asie hors Japon et hors Chine, soit dix entités géographiques au total.

**Tableau 2 – Indicateurs de compétitivité de la France et ses concurrents en 2022**

	France	Allemagne	Royaume-Uni	Italie	Espagne	Peco	États-Unis	Japon	Asie	Chine
<i>Habillement et accessoires</i>										
Qualité	2	1	5	4	7	8	6	3	10	9
Prix	7	8	6	9	10	2	4	5	1	3
Hors prix	1	2	6	4	7	8	5	3	10	9
<i>Équipement du logement</i>										
Qualité	4	2	6	3	9	8	7	1	5	10
Prix	8	4	9	7	6	5	10	2	3	1
Hors prix	4	2	6	3	8	7	5	1	9	10
<i>Produits pharmaceutiques et hygiène beauté</i>										
Qualité	3	2	7	6	9	8	1	4	5	10
Prix	8	9	7	10	6	5	4	2	3	1
Hors prix	4	3	8	6	9	5	1	2	7	10
<i>Produits agroalimentaires</i>										
Qualité	1	2	6	4	8	3	7	5	9	10
Prix	4	1	10	6	8	2	7	5	9	3
Hors prix	2	1	6	5	8	4	3	7	9	10
<i>Biens de consommation (ensemble)</i>										
Qualité	2	1	6	4	8	7	5	3	9	10
Prix	8	5	10	9	7	4	6	3	2	1
Hors prix	3	1	7	5	8	6	4	2	9	10

Note : le tableau indique le classement des différents pays par rapport à leurs concurrents. Par exemple, dans le secteur de l'habillement et du textile, la France est perçue par les acheteurs européens en deuxième position en 2022 en termes de qualité, en première position en termes hors-prix mais en septième position en termes de prix<sup>1</sup>. Dans cette analyse de la perception des grands acheteurs européens, le concept « qualité » est concentré sur les propriétés intrinsèques du produit alors que le concept hors-prix inclut en plus de la qualité du produit les aspects liés aux services associés, la notoriété, les délais de livraison, l'ergonomie, le design et le contenu en innovation technologique.

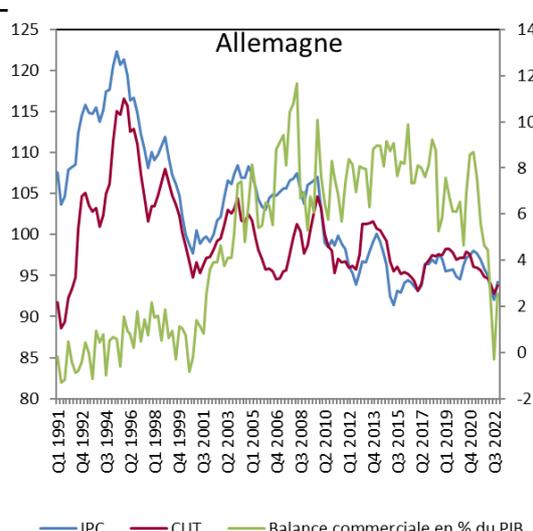
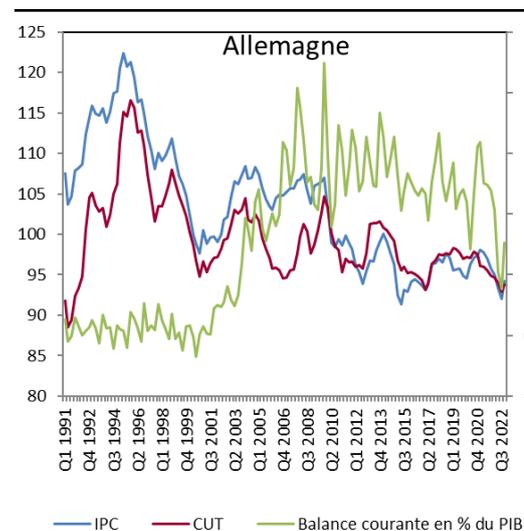
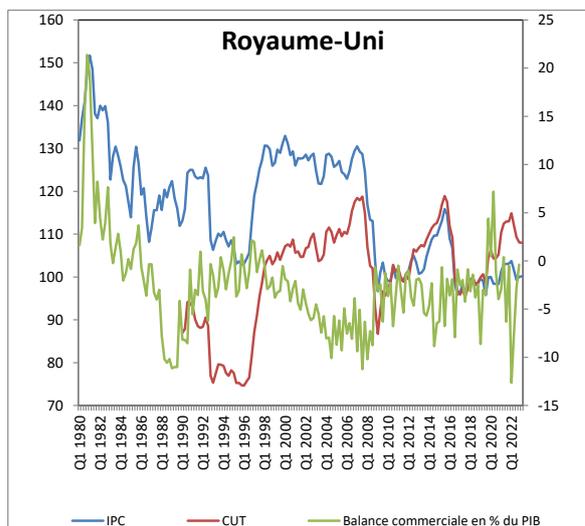
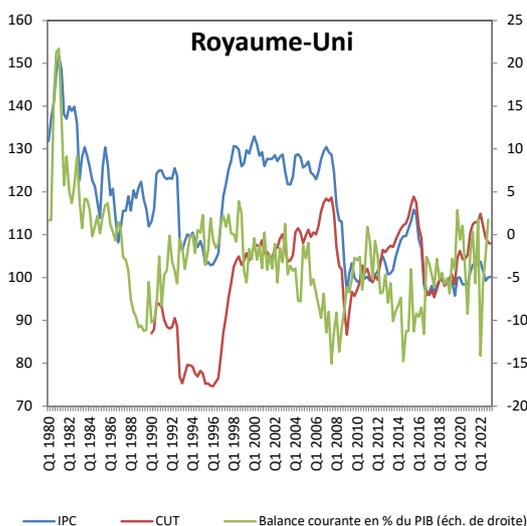
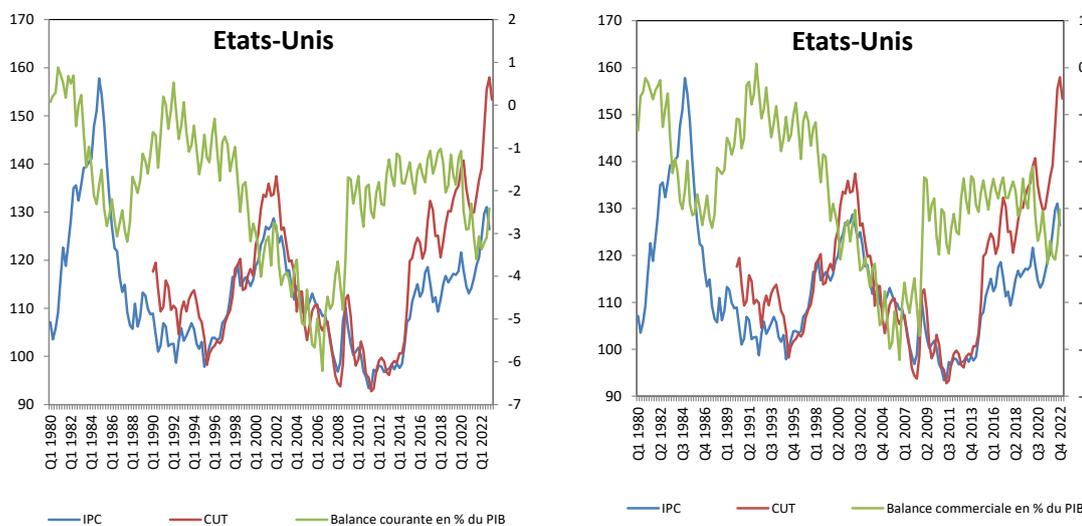
Source : Rexecode (2023), « La compétitivité française en 2022 »

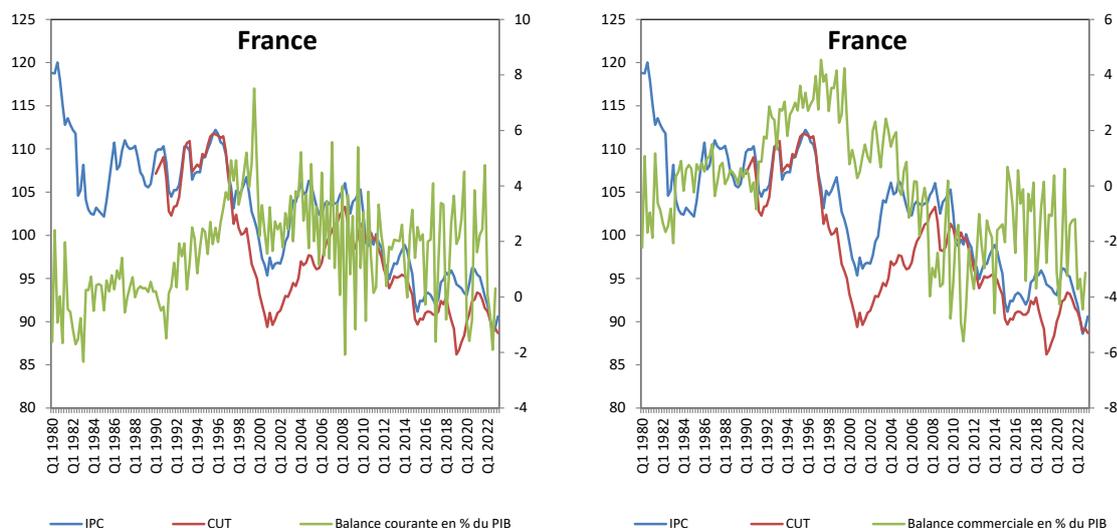
Le déficit des balances courante et commerciale françaises s'est structurellement dégradé depuis 1998, malgré les phases de dépréciation du taux de change effectif réel, à l'inverse de ce qu'on observe pour des pays comme les États-Unis, le Royaume-Uni ou l'Allemagne (voir Graphique 7)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Voir également les rapports sur la compétitivité du [World Economic Forum](#).

<sup>2</sup> Les estimations économétriques confirment l'analyse graphique. En effet, alors qu'une seule relation de cointégration entre le taux de change effectif réel et les composantes de la balance des paiements existe pour les États-Unis, le Royaume-Uni et l'Allemagne, ce n'est pas le cas pour la France. De même, les tests de causalité à la Granger sont conformes à la théorie économique pour ces pays, sauf pour la France.

**Graphique 7 – Taux de change effectif réel et balance courante**





Note : Le taux de change effectif déflaté par l'indice des prix à la consommation (IPC) et par l'indice des coûts unitaires du travail (CUT) sont rapportés sur l'échelle de gauche des graphiques. Les balances commerciale et courante sont présentées en pourcentage du produit intérieur brut (PIB) sur l'échelle de droite.

Source : IMF, Eurostat, OECD, calculs CNP

La composition du tissu économique et des exportations de la France est également un enjeu important dans l'application de réglementations environnementales favorisant la transition climatique. D'une part, près de 95 % du nombre total d'entreprises en France sont des entreprises (TPE) avec un maximum de 9 employés (représentant 23 % de l'emploi total)<sup>1</sup>. De plus, même si le taux de marge des entreprises non-financières françaises s'est redressé depuis 2020 pour rattraper en partie celui des entreprises allemandes, un écart de 8 points demeure (respectivement 31,8 % contre 39,5 %), lequel est encore plus marqué avec les entreprises italiennes (42,9 %) et espagnoles (40,1 %)<sup>2</sup>. D'autre part, bien qu'autour de 54 % des exportations et importations françaises s'effectuent avec les pays de l'Union européenne, l'ouverture commerciale de la France vis-à-vis des États-Unis et de la Chine est augmentée indirectement au travers des échanges avec l'Allemagne. Les importations françaises de biens intermédiaires hors Union européenne représentent près de 53 % des importations de biens (contre 51,8 % de biens intermédiaires pour les exportations vers

<sup>1</sup> La part des TPE dans le total des entreprises est identique dans la plupart des pays européens (autour de 90 %), à l'exception de l'Allemagne (80 %). Toutefois, en termes d'emploi total, les TPE sont moins intensives en main-d'œuvre que leurs consœurs espagnoles ou italiennes qui représentent 36 % et 42 % respectivement de l'emploi total. Enfin, la part de la valeur ajoutée des TPE dans la valeur ajoutée totale (17 % contre 13 % en Allemagne), est également inférieur aux chiffres italien (25 %) et espagnol (22 %).

<sup>2</sup> Les données sur les taux de marge peuvent varier d'un institut statistique à l'autre. Ici, nous rapportons les chiffres de l'OCDE, qui peuvent différer légèrement de ceux d'Eurostat par exemple.

ces pays)<sup>1</sup>. C'est sur cette base de compétitivité que l'impact de la transition climatique (comme une tarification carbone dans le cas de l'Europe et de la France) doit être analysée.

## 4.2. Impact de la transition climatique sur la compétitivité européenne et française

Sur la base des résultats empiriques discutés dans la section 2, nous schématisons l'analyse de l'impact des mesures environnementales en vue de favoriser la transition climatique sur la compétitivité en nous concentrant sur deux cas de figure distincts.

Le premier se fonde sur la possibilité que le durcissement de la politique environnementale ne stimule pas suffisamment l'innovation des entreprises et n'incite pas suffisamment à des investissements alignés sur les enjeux climatiques futurs (donc en l'absence de l'hypothèse de Porter) faute de régulation efficace par les acteurs publics. Le risque ici est qu'une politique environnementale mal adaptée et beaucoup plus stricte que dans les autres pays, toutes choses égales par ailleurs, entraîne d'importantes fuites de carbone via des relocalisations de la production dans des pays tiers moins stricts sur la réglementation environnementale. Dans ce scénario, le risque de désindustrialisation est considérable avec des effets négatifs en retour sur la productivité, l'emploi, les finances publiques, la croissance potentielle et donc la capacité du pays à faire face aux enjeux majeurs de la transition climatique<sup>2</sup>.

L'autre cas de figure est, au contraire, celui où la politique environnementale encourage les entreprises à fortement innover et à investir dans des initiatives écologiques, ce qui peut conférer un avantage comparatif aux pays adoptant une réglementation environnementale renforcée (c'est le paradigme du « *first-mover advantage* »). Cependant, si cela fait augmenter les coûts de production pendant la phase de transition, cela ne protège pas des fuites de carbone en raison de la pression concurrentielle internationale et de la perte – même partielle – d'attractivité.

La compétitivité des entreprises nationales sur le marché national et les marchés internationaux peut en effet souffrir de la concurrence des pays dont la réglementation

---

<sup>1</sup> Eurostat (2023), [International trade in goods and services by end use](#). En comparaison, la part des exportations (importations) de biens intermédiaires de l'Allemagne, de l'Italie et de l'Espagne vers la zone hors de l'UE est de respectivement 55,2 % (60,5 %), 50,5 % (62,1 %) et 50,4 % (61,0 %) à la fin de 2022.

<sup>2</sup> France Stratégie (2020), [Les politiques industrielles en France. Évolutions et comparaisons internationales](#), novembre. CNP (2022), [Productivité et compétitivité : analyses conjoncturelles et structurelles post-Covid](#), troisième rapport, mai.

environnementale est moins stricte, avec comme effet pervers d'importantes délocalisations des parties de l'appareil productif<sup>1</sup>. Même si les émissions baissent du fait d'une perte de la base productive, cela peut se traduire par une hausse de l'empreinte carbone du pays en raison d'importations de produits en provenance de pays plus carbonés, comme le montrent les analyses de Bourgeois et Montornes (2023) ainsi que de Fleckinger et Prévet (2023)<sup>2</sup>. Ce scénario est connu comme l'hypothèse du « Paradis de la pollution »<sup>3</sup> (McGuire, 1982 ; Palmer *et al.*, 1995), qui met en lumière le risque de fuites de carbone. Les premières analyses testant l'existence de ce paradigme, comme Hassan *et al.* (2019) ou Lanoie *et al.* (2008) ne sont pas concluantes. Hassan *et al.* (2019) ne trouvent aucune relation entre l'impact de la taxe environnementale et le degré d'ouverture commerciale. Lanoie *et al.* (2008) constatent même que les secteurs les plus exposés à la concurrence bénéficient d'un impact positif et significatif sur la productivité à long terme, contrairement aux secteurs les moins exposés. En revanche, les résultats des études comme Ben-David *et al.* (2021) ou Misch et Wingender (2021) sont plus nuancés. Les différences entre les résultats peuvent provenir des écarts entre la valeur du prix de la tonne carbone sur laquelle se fondent les estimations. L'étude récente de la Banque centrale européenne (2023)<sup>4</sup> établit que la taxe carbone réduit les émissions sur le territoire » au cours du temps mais qu'elle n'a pas d'impact significatif sur les émissions relatives à la consommation du pays, donc un effet souvent peu favorable sur l'empreinte carbone. Cela entraîne un effet négatif sur les émissions carbone au niveau mondial. En agriculture, plusieurs études ont pointé cet effet fuites de carbone<sup>5</sup>. C'est un enjeu majeur compte tenu de la hausse du prix de la tonne carbone et du fait qu'elle doit encore fortement augmenter pour être en ligne avec l'objectif de neutralité carbone en 2050.

Si les politiques environnementales pèsent sur les coûts de production uniquement des entreprises locales, cela érode leur compétitivité et donc dégrade leurs parts de

---

<sup>1</sup> Fleckinger P., Prévet A. (2023), « [Décarbonation, réindustrialisation et entreprises de taille intermédiaire](#) », Etilab, Mines Paris PSL, novembre.

<sup>2</sup> D'après Fleckinger et Prévart (2023), les émissions importées représentaient 57 % de l'empreinte carbone de la France en 2018 ; la décarbonation de l'industrie s'est grandement appuyée sur la délocalisation d'activités très carbonées (p. 26).

<sup>3</sup> Selon la vision traditionnelle de la politique environnementale, les réglementations imposent des coûts supplémentaires aux entreprises et les obligent à consacrer des moyens supplémentaires aux activités de réduction des émissions. En conséquence, la compétitivité globale des entreprises réglementées se détériore par rapport aux entreprises non réglementées.

<sup>4</sup> Schroeder C. et Stracca L. (2023), « Pollution havens? Carbon taxes, globalization, and the geography of emissions », European Central Bank, Working Paper Series, n° 2862.

<sup>5</sup> Voir Matthews (2022) pour une synthèse de plusieurs de ces études en agriculture.

marché au niveau national et international. Les mesures environnementales telles que les normes technologiques, les taxes environnementales ou les quotas carbone obligent les entreprises à réaliser plus de dépenses qui ne se traduisent pas nécessairement par des gains de productivité ni par des baisses de coûts de production. Si ces mesures n'affectent que les productions locales, cela donne un désavantage comparatif sur le marché national et étranger.

Par ailleurs, les normes technologiques restreignent le choix des technologies ou des intrants utilisés dans le processus de production, tandis que les taxes et les quotas négociables obligent les entreprises à payer pour les émissions de polluants, qui étaient auparavant considérées comme un sous-produit gratuit de la production. Si ces mesures ne sont appliquées qu'aux entreprises locales sans ajustement performant pour les biens importés, il s'ensuit une perte de compétitivité via notamment un détournement de capital des investissements productifs. Le point de vue traditionnel sur la réglementation environnementale, partagé par la quasi-totalité des économistes, est que l'exigence faite aux entreprises locales de réduire les externalités négatives, telles que la pollution, limite inévitablement leurs options d'investissement tout en pesant sur leurs bénéfices et leur compétitivité<sup>1</sup>.

Cette perte potentielle de compétitivité peut être accentuée par des mesures dans les pays tiers qui favorisent la production locale décarbonée à l'aide d'investissements subventionnés. C'est clairement le défi que l'Europe et la France doivent relever face à des initiatives comme l'Inflation Reduction Act (IRA) mis en œuvre par l'administration Biden. Cela explique également la proposition récente de la Commission européenne de lancer la plateforme Step (pour « Technologies stratégiques pour l'Europe ») capable de générer 160 milliards d'euros d'investissements afin de promouvoir la compétitivité à long terme de l'UE en matière de technologies critiques, dans les domaines de technologies numériques, de deep tech, de technologies propres et de biotechnologies et dans leurs chaînes de valeur respectives. Cette nouvelle initiative européenne est la bienvenue. Comme le souligne Bouët (2023), les montants de subvention en jeu de l'IRA ne sont pas si importants à première vue puisque les 433 milliards de dollars américains représentent environ 0,20 % du PIB américain par an pendant dix ans (et respectivement 0,19 % et 1,52 % par an en pourcentage de la valeur ajoutée de l'économie marchande et de l'industrie). C'est en termes relatifs inférieur aux aides européennes dans le secteur, en tenant compte des initiatives au niveau national en plus des programmes paneuropéens. Le programme Step de 160 milliards d'euros représente, quant à lui, 0,10 % du PIB européen par an, 0,15 % de la valeur ajoutée de l'économie marchande

---

<sup>1</sup> Gray et Shadbegian (1995) ; Ambec *et al.* (2013) ; Jaffe *et al.* (1995).

et 0,5 % de celle de l'industrie. Toutefois, l'ampleur du programme américain en pourcentage de la valeur ajoutée de l'industrie est presque trois fois supérieur au programme européen et il s'agit d'une enveloppe ouverte, ce qui constitue une différence fondamentale avec l'approche européenne.

Au-delà de l'impact que peuvent avoir les subventions directes d'investissement par les gouvernements – certes non négligeable potentiellement –, la question qui se pose dans l'immédiat est de savoir quel peut être l'impact des politiques environnementales sous la forme de taxe sur les énergies carbonées en Europe. Pour rappel, avec la suppression programmée des allocations gratuites de quotas, les entreprises dans des secteurs énergivores vont subir de plein fouet la hausse du prix du carbone déterminé sur les marchés (SEQE). La mise en place du mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) va être équivalente à une taxe du prix des biens intermédiaires – intrants indispensables pour la production locale européenne – importés sur la base de leur contenu carbone provenant de secteurs fortement carbonés<sup>1</sup>. Cela va contribuer à faire augmenter les prix des consommations intermédiaires locales et importées en Europe avec des conséquences négatives sur la compétitivité. Par ailleurs, ces mesures pour accélérer la transition vers la neutralité carbone et leur impact sur la compétitivité doivent être évalués en tenant compte aussi de leur impact potentiel sur la productivité et la capacité d'innovation technologique.

### ***Liens forts entre productivité, innovation, fuites de carbone et compétitivité***

Dans un contexte d'écart important entre la tarification carbone en Europe par rapport aux pays tiers, le risque de perte de compétitivité à la suite de l'imposition du SEQE, du MACF et de réglementations strictes est assuré mais les résultats sont plus nuancés en ce qui concerne la vérification des hypothèses de Porter et du « paradis polluant ».

Une étude menée par Yang *et al.* (2021) corrobore les conclusions avancées par l'analyse de Sadeghzadeh (2014) discutée dans la section précédente. Les auteurs constatent que la probabilité d'entrée et de sortie des entreprises à faible productivité est influencée par le renforcement des réglementations environnementales en Chine sur les émissions de SO<sub>2</sub>, qui n'est pas un gaz à effet de serre. D'une part, ils observent que la probabilité de sortie des entreprises à faible productivité augmente et que, d'autre part, la probabilité d'entrée des nouveaux entrants potentiels à forte intensité

---

<sup>1</sup> Pour rappel, le SEQE couvre environ 10 000 entreprises dans les secteurs de l'électricité et production thermique, les raffineries de pétrole, l'aciérie, les cimenteries, la production de verre et de papier ainsi que l'aviation commerciale, entre autres. En revanche, le MACF porte principalement sur les secteurs de l'aluminium, ciment, fer et acier, engrais et la production d'énergie électrique.

de pollution diminue, ce qui entraîne une réaffectation significative des ressources au sein des industries. Par ailleurs, les entreprises fixent des prix plus élevés parce que les coûts supplémentaires entraînés par les technologies de réduction des émissions l'emportent sur le coût marginal de production plus faible. Ainsi, cette hausse de prix qui peut s'appliquer aux consommations intermédiaires pénalise les entreprises clientes. Cela les entraîne à augmenter leurs prix également, ce qui en retour peut pénaliser les entreprises productrices de ces consommations intermédiaires. Il convient de souligner que des réglementations environnementales plus strictes peuvent aussi entraîner une réduction du bien-être social en limitant le nombre de variétés produites à l'équilibre et une hausse des prix.

À l'inverse, en l'absence de réglementations environnementales, il n'y aura pas de réduction des émissions dans l'économie et les entreprises ne seront pas incitées à investir dans une technologie de réduction plus propre s'il n'y a pas en contrepartie une tarification carbone performante. Lorsque le vecteur principal est la réglementation, les entreprises choisissent d'adopter des technologies vertes plutôt que de consacrer des ressources aux activités de réduction des émissions (Kozluk et Zipperer, 2014). Les investissements dans les activités de réduction des émissions entraînent une augmentation du coût marginal global de production et réduisent le bénéfice attendu des entreprises avant l'entrée sur le marché (Yang *et al.*, 2021)<sup>1</sup>.

Par ailleurs, un renforcement de la réglementation environnementale peut avoir un impact sur la compétitivité des entreprises d'un pays en modifiant la structure du marché intérieur. À titre d'exemple, une baisse de la concurrence peut se matérialiser à la suite de la sortie du marché des entreprises les moins productives. Dans ce contexte, la hausse de la capacité à innover par les entreprises qui demeurent et augmentent leurs bénéfices – et par là leur capacité à générer des gains de productivité – peut avoir un impact sur leur compétitivité. Ellis *et al.* (2020) soulignent en particulier un impact positif, mais faible, de la tarification carbone sur la productivité et l'innovation. C'est un résultat corroboré par l'évidence empirique de certaines études, comme Dechezleprêtre *et al.* (2017), qui soulignent la hausse statistiquement significative du nombre de brevets, mais pas ou peu significatif sur la compétitivité en raison probablement de l'existence de quotas gratuits et du faible prix du carbone jusqu'à récemment.

En réponse à une réglementation environnementale plus stricte dans un pays, les entreprises peuvent être tentées de relocaliser une partie ou l'ensemble de leur

---

<sup>1</sup> Yang M., Yuan Y., Yang F. et Patiño-Echeverri D. (2021), « [Effects of environmental regulation on firm entry and exit and China's industrial productivity: a new perspective on the Porter Hypothesis](#) », *Environmental Economics and Policy Studies*, vol. 23(4), p. 915-944.

production dans des pays aux objectifs de décarbonation moins ambitieux. Comme discuté dans le chapitre 3 et Bourgeois et Montornes (2023), le rôle des multinationales est important à ce titre. Le risque de fuite carbone est donc bien réel, comme l'attestent toutes les études empiriques disponibles, même si elles divergent quant à l'ampleur de ces fuites (Bartram *et al.*, 2022). Une seule étude conclut que, même si les fuites de carbone se matérialisent dès qu'un pays impose des mesures environnementales plus contraignantes, les gains d'émissions dans le pays vertueux sont plus importants que la hausse des émissions par ailleurs (Ben-David *et al.*, 2021)<sup>1</sup>. Cependant, dans cette étude, les résultats sont peu robustes, notamment du fait de la sélection d'entreprises très particulières comme échantillon d'analyse. Par ailleurs, le problème majeur est que l'estimation de cet impact global en termes d'émissions de ces fuites manque de recul, ce qui empêche d'affirmer avec certitude que cet impact n'est pas négatif. En effet, le bas prix carbone, le ralentissement économique durant les crises financières ou encore l'allocation de quotas d'émission gratuits ont probablement beaucoup limité les fuites de carbone vers le reste du monde jusqu'à présent. Comme le rappelle Fontagné (2023)<sup>2</sup>, des études plus récentes observent des fuites plus importantes à la suite soit d'un renchérissement du prix du carbone (Mörsdorf, 2021) ou en tenant compte des pays qui ne respectent pas leurs objectifs nationaux (Bellora et Fontagné, 2023). Misch et Wingender (2021) mettent en évidence que, dès lors que l'on peut isoler l'impact des variations de prix de l'énergie (et non du seul prix des quotas SEQUE) sur les secteurs industriels, les taux de fuite estimés bondissent pour devenir substantiels (25 % en moyenne sur l'ensemble de l'échantillon entre 2005 et 2021, dont 15 % et 31 % respectivement pour l'Union européenne et la France).

Par ailleurs, l'étude Insee et CNP (Bourgeois et Montornes, 2023) estiment et illustrent les effets positifs sur l'empreinte carbone lorsque la production se localise en France. Ainsi, à l'inverse, si les réglementations environnementales qui se concentrent sur les entreprises locales incitent à la localisation de sites de production hors de France, alors les émissions de carbone augmentent au niveau mondial.

### **Des résultats pour l'Europe et la France contrastés selon la spécification des modèles**

En raison des arguments avancés dans la section précédente, il apparaît nécessaire d'évaluer l'impact d'un prix – ou tarification carbone comme le SEQUE<sup>3</sup> – sur la

---

<sup>1</sup> Voir également les revues de littérature de Branger et Quiron (2014) ainsi que Carbone et River (2017).

<sup>2</sup> Fontagné L., Martin P. et Orefice G. (2023), « [The many channels of firm's adjustment to energy shocks : Evidence from France](#) », *Cesifo Working Papers*, n° 10548, mai.

<sup>3</sup> [EU Emissions Trading System \(EU ETS\) \(europa.eu\)](#)

compétitivité des entreprises européennes et françaises en parallèle de l'outil mis en place pour limiter les fuites de carbone (MACF). Comme le souligne Fontagné (2023), les études empiriques de l'impact de ces mécanismes européens sont encore limitées.

Les impacts de la mise en œuvre d'une tarification carbone locale couplée avec une tarification des émissions incorporées dans les biens importés de secteurs couverts par le marché européen du carbone sont les suivants, généralement dans les simulations de modèles macro-sectoriel d'équilibre général ([Annexe 1](#)) : une baisse de l'activité locale, une augmentation de l'inflation et une perte de compétitivité liée à une appréciation réelle de l'euro (poussant à la hausse les importations et à la baisse les exportations européennes). Toutefois, l'impact négatif dans ce type de modélisation est amoindri (voire sous-estimé) selon que les recettes fiscales liées à la tarification sont ou non reversées aux ménages et entreprises et selon le degré de carbone dans les productions. À ce titre, la France est avantagée par rapport à ses principaux partenaires européens<sup>1</sup>. Gnanou *et al.* (2022) montrent que l'effet redistribution des recettes de tarification carbone peut être substantiel. En effet, leur analyse met en lumière qu'une fiscalité carbone aux frontières en complément d'une taxe carbone sur les produits énergétiques avec des redistributions ciblées des recettes a un impact nettement moindre en termes de PIB qu'une simple taxe carbone sans effets redistributifs.

Dans le même état d'esprit, le modèle macroéconomique multisectoriel ThreeME – avec pour règle de bouclage une approche néo-keynésienne impliquant une rigidité des prix et quantités à court terme et un ajustement lent de ces variables à leur optimum, ce qui permet un focus sur la période de transition – simule l'impact d'une taxe carbone introduite via l'imposition du carbone contenu dans les biens et services intermédiaires importés hors-UE (couvrant un plus large éventail de secteurs que ceux envisagés actuellement dans le MACF)<sup>2</sup>. Ne prenant pas en compte la hausse des prix sur le marché intérieur (qui éroderait par ailleurs la compétitivité), ce type de spécification aboutit naturellement à une substitution des biens importés par des consommations locales, réduisant de 0,3 point de PIB en 2030 le déficit commercial qui est en partie contrebalancé par une baisse de 0,16 et 0,04 point de PIB respectivement pour la consommation et l'investissement (avec des hausses de 0,43 %, 0,54 % et jusqu'à 0,95 % des prix respectivement à la production, consommation et importation).

---

<sup>1</sup> À titre d'exemple, voir [l'annexe 1](#) rédigée sur la base de simulations réalisées par Mathieu Boulot et Noémie Lisack (Banque de France).

<sup>2</sup> Voir Ademe, OFCE et TNO (2013).

Par ailleurs, les deux modèles d'équilibre général calculable (avec ou non une optimisation inter-temporelle) discutés dans Fontagné (2023), issu de Pisani-Ferry et Mahfouz (2023), permettent une analyse plus détaillée des zones économiques mondiales et des secteurs. De plus, l'avantage de ce type de modèles est qu'ils permettent une meilleure prise en compte des mesures environnementales actuelles ou à venir (comme le SEQE, le MACF et/ou la suppression des quotas gratuits) tout en simulant l'effet de ces mesures sur l'économie en statique comparative (Vulcain2) ou en dynamique (Mirage)<sup>1</sup>.

Dans Vulcain2<sup>2</sup>, la perte de PIB est de 0,12 point pour une réduction de 12,5 % des émissions de CO<sub>2</sub> en Europe qui évolue de manière non linéaire. Ainsi, un doublement de la réduction des émissions augmente la perte de PIB à 0,57 point de PIB et ce sera donc nettement plus pour l'objectif de réduction de 55 % des émissions en 2030. En l'absence de MACF et de quotas gratuits, le mécanisme sous-jacent est que la baisse progressive du plafond d'émissions augmente le prix du carbone mais également les émissions dans le reste du monde. L'introduction du MACF permet uniquement une réduction modérée des fuites de carbone en revanche sans réduire l'impact sur le PIB. Au contraire même, lorsque le prix du quota devient élevé, le ralentissement du commerce international devient plus marqué, ce qui accroît les pertes de PIB par rapport à la situation sans MACF. Les spécifications du modèle Mirage<sup>3</sup>, quant à elles, paraissent plus proches de la réalité en postulant une introduction progressive du MACF correspondant à la suppression des quotas gratuits sur le SEQE rendant endogène la formation du prix du carbone auquel s'ajuste le reste de l'économie européenne. Par rapport à une situation sans ajustement carbone aux frontières, le MACF permet de réduire d'environ 40 % les fuites de carbone. Cela diminue les importations de biens intermédiaires et finals de 8 % et 3 % respectivement en 2030 par rapport au scénario sans MACF mais pas par rapport au scénario sans SEQE. Toutefois, alors que le MACF augmente le prix des biens intermédiaires importés, la suppression des quotas gratuits entraîne une perte de compétitivité qui pèse sur les exportations européennes, avec un impact négatif de 1,3 % de PIB sur un horizon de

---

<sup>1</sup> Pour plus de détails sur la description de ces trois modèles, voir Fontagné L. (coord.) (2023), *Rapport thématique sur la compétitivité*, dans Pisani-Ferry J. et Mahfouz S. (2023), *Les Incidences économiques de l'action pour le climat*, France Stratégie.

<sup>2</sup> Voir CGDD (2016).

<sup>3</sup> Decreux et Valin (2007) mais également Bellora et Fontagné (2023) pour les simulations rapportées dans Pisani-Ferry et Mahfouz (2023) reprises dans cette section.

vingt ans<sup>1</sup>. Cependant, l'impact négatif sur la compétitivité des exportateurs engendre un impact négatif sur la compétitivité des productions locales sur le marché local qui se traduit par des conséquences négatives plus importantes sur le PIB et sur l'emploi.

### 4.3. Risques supplémentaires liés aux limites des modèles et instruments existants

Certains développements ne sont pas ou seulement très partiellement incorporés dans les modèles existants. Cela conduit à sous-estimer l'impact de la stratégie climatique européenne (via sa tarification carbone induite par le SEQE et le MACF) en termes de compétitivité et donc sur la base productive. Il s'agit d'une part des caractéristiques des modèles pour prendre en compte l'impact de chaque instrument de politique environnementale. D'autre part, il s'agit d'une incomplète prise en compte de l'impact de la tarification carbone sur l'inflation de court à long termes, et donc des dynamiques dites de second tour sur des variables importantes comme l'emploi, les salaires et les finances publiques entre autres et de leurs effets en retour sur la compétitivité ainsi que leurs implications en termes de politique monétaire comme l'illustre Känzig (2023).

Par construction, le MACF européen se concentre sur un nombre limité de produits (aluminium, ciment, fer et acier, engrais et la production d'énergie électrique), essentiellement intermédiaires et peu transformés. Pour la France, le total des importations en valeur hors Europe de produits couvert par le MACF ne représentait que 1,2 % des importations totales en 2019<sup>2</sup>. Le MACF combiné à la suppression graduelle des quotas d'émissions gratuits (dans les secteurs de l'électricité et de production thermique, les raffineries de pétrole, les aciéries, les cimenteries, la production de verre et de papier ainsi que l'aviation commerciale) va entraîner inévitablement la hausse des coûts de production des firmes européennes et françaises. Selon Trotignon et Redoulès (2023), la suppression totale des quotas gratuits dégraderait de quatre milliards d'euros le compte d'exploitation des entreprises françaises (soit 1,3 % de la valeur ajoutée totale de l'industrie manufacturière).

Par ailleurs, des dispositions dans la législation relative à l'« Ajustement à l'objectif 55 » (*Fit for 55* en anglais) vont également détériorer davantage la profitabilité des

---

<sup>1</sup> Cette perte de PIB est par rapport à une situation initiale avec des quotas gratuits et une absence de mécanisme d'ajustement aux frontières. Voir Bellora C. et Fontagné L. (2023), « [EU in search of a carbon border adjustment mechanism](#) », *Energy Economics*, vol. 123, juillet.

<sup>2</sup> Sur la base de données douanières pour l'année 2019, Trotignon et Redoulès (2023) obtiennent que l'ensemble des produits importés par la France sujets au MACF (soit au total 27 milliards d'euros), seul 7 milliards seront assujettis au MACF car importés hors de l'UE (les 20 autres milliards provenant de l'UE).

entreprises locales, donc leur compétitivité par rapport aux pays tiers à qui cette législation ne s'applique pas. C'est en particulier le cas de la disposition qui prévoit un règlement sur la répartition de l'effort fixant des objectifs annuels contraignants en matière d'émissions de gaz à effet de serre pour les États membres dans les secteurs qui ne sont couverts ni par le système d'échange de quotas d'émission de l'UE (SEQE) ni par le règlement sur l'utilisation des terres et la foresterie (UTCATF), comme le transport routier et le transport maritime intérieur, les bâtiments, l'agriculture, les déchets et les petites industries.

De plus, bien que le MACF devrait limiter en partie les fuites de carbone, il est loin de les annuler : la baisse sera modérée, de l'ordre de 40 % (Pisani-Ferry et Mahfouz, 2023). Combiné avec un arrêt des quotas gratuits, cela risque de créer des incitations à la délocalisation de sites de production<sup>1</sup>. Comme rapporté également dans Pisani-Ferry et Mahfouz (2023), l'impact d'une tarification carbone telle qu'envisagée en Europe sur la compétitivité des exportateurs européens et français n'est pas négligeable, comme le confirme Sogalla (2023). Ce risque est à prendre en compte dans un contexte où les principaux partenaires de l'Europe (États-Unis et Chine en particulier) adoptent des mesures environnementales plus protectionnistes et fondées davantage sur les subventions, même s'il existe en Chine et dans certains États fédérés des États-Unis des systèmes de quotas carbone.

Par ailleurs, la plupart des simulations actuellement disponibles sous-estiment le risque de désindustrialisation via des effets de contagion entre la hausse initiale des prix des consommations intermédiaires sur lesquelles s'appliquent SEQE et MACF mais également des prix de l'électricité et la hausse des prix des secteurs des services via des coûts de production renchérissés. Par ce canal, les secteurs exposés à la concurrence internationale seront d'autant plus défavorisés car ils achètent beaucoup de prestations dans ces secteurs : plus de 50 % de la masse salariale payée par les secteurs industriels sont dans les secteurs des services non exposés à la concurrence internationale qui leur fournissent des prestations et consommations intermédiaires<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Fleckinger P. et Prévot A. (2023), « [Décarbonation, réindustrialisation et entreprises de taille intermédiaire](#) », Etilab, Mines Paris PSL, novembre.

<sup>2</sup> Un précédent existe en la matière avec l'épisode de la montée des coûts salariaux unitaires (CSU) dans les secteurs non exposés à la concurrence internationale au début des années 2000 qui a plombé la compétitivité des secteurs industriels en lien aussi avec la hausse des prélèvements obligatoires par rapport aux autres pays. C'est ce qui a conduit à la dynamique la plus forte de délocalisation des multinationales françaises sur cette période par rapport à nos partenaires européens. Or, la hausse du prix des quotas et du MACF est équivalente à une hausse des prélèvements obligatoires si on ne fait pas baisser en parallèle d'autres prélèvements fiscaux financés par les recettes de l'ETS et du MACF. Même si le risque de désindustrialisation dans ce cas précis affectera tous les autres pays de l'UE, on sait que les délocalisations peuvent se faire dans les pays hors UE qui sont ou non proches de la France.

Cependant, dans certains modèles, la trajectoire de la balance courante est supposée non affectée par les effets des mesures simulées (ETS et MACF) car le modèle suppose que le taux de change effectif réel équilibre la balance courante. Or, beaucoup d'études académiques – confirmé par le Graphique 6 et les tests économétriques sous-jacents – montrent que ce rééquilibrage par le taux de change n'est ni automatique ni toujours vérifié, surtout pour une économie ouverte partageant une monnaie commune avec d'autres pays, comme c'est le cas de la France.

Comme le souligne le dernier rapport de CompNet (2023), le choc des prix de l'énergie – à l'issue par exemple d'une tarification carbone plus stricte – s'accompagne d'une baisse des exportations, en particulier dans le cas d'une hausse des prix du gaz naturel. Toutefois, l'impact sur l'efficacité énergétique (le rapport entre énergie et valeur ajoutée) et sur l'investissement reste incertain. Il peut s'avérer tout autant positif que négatif. Toutefois, ce rapport souligne que, dans certains pays, un choc énergétique entraînant une hausse des coûts de production et une baisse des profits de l'entreprise peut causer une amélioration de l'efficacité énergétique et une légère baisse du travail<sup>1</sup>.

Même si jusqu'à présent, les analyses tendent à montrer que le système de tarification carbone en n'a pas eu un effet déterminant sur l'inflation (Konradt et Weber, 2022)<sup>2</sup>, ces résultats ne peuvent être valides dans la situation actuelle d'un prix du quota carbone nettement plus important et qui doit encore largement monter, en particulier aussi avec la suppression des quotas gratuits. De plus, compte tenu que le SEQE va couvrir prochainement des secteurs nettement moins soumis à la concurrence internationale comme le système de transport intérieur et le secteur du bâtiment, les effets sur l'inflation pourront être plus importants.

Dans le même temps, la tarification carbone pourrait mettre en danger l'objectif de stabilité des prix poursuivi par les banques centrales<sup>3</sup>, via le canal des anticipations en ce qui concerne la formation des prix futurs, ce qui n'est pas encore pris en compte aujourd'hui dans les modèles disponibles. Sur la base de la méthodologie utilisée pour la zone euro dans Känzig (2023), Hensel *et al.* (2023) mettent en évidence pour la France que la tarification carbone est perçue par les entreprises comme inflationniste –

---

Et par ailleurs, il peut y avoir un effet négatif d'entraînement si tous les pays en Europe voient se dégrader leur base industrielle.

<sup>1</sup> Voir le chapitre 4 dans CompNet (2023).

<sup>2</sup> Konradt et Weder di Mauro (2022), « Carbon taxation and greenflation: Evidence from Europe and Canada », *CEPR Discussion Paper*, n° 16396, CEPR Press, Paris & London.

<sup>3</sup> Voir l'Annexe 2.

via l'impact de cette tarification sur le coût de l'énergie en particulier –, ce qui affecte la croissance des prix réalisés et anticipés. Or, plus l'anticipation inflationniste de la tarification carbone est persistante sur le long terme, plus l'écart entre les prix réalisés et anticipés est important et, par conséquent, plus les erreurs de prévisions sont importantes. Le mécanisme est relativement simple : dans un premier temps, chaque firme augmente à son niveau ses prix (observés) à la suite d'une hausse (ou de l'introduction) de la tarification carbone en raison de l'effet attendu de celle-ci sur le coût de l'énergie. L'augmentation des prix affectent les conditions futures d'activité de chaque firme, ce qui augmente les anticipations de ses prix futurs, ce qui en retour amène l'entreprise à revoir à la hausse la trajectoire de ses prix futurs. Plus les anticipations inflationnistes au niveau des firmes sont fortes à court terme, plus la hausse effective de leurs prix de vente sera persistante, ce qui impactera les anticipations inflationnistes de long terme. Et comme les firmes utilisent leur propre expérience pour former leurs anticipations des prix futurs au niveau agrégé, la tarification carbone – sa hausse ou son introduction – affecte les anticipations du niveau général des prix<sup>1</sup>.

De ce fait, la persistance des anticipations inflationnistes sur le long terme pourrait rendre les effets de second tour beaucoup plus importants qu'actuellement anticipé par les modèles. Avec la hausse des prix des produits intermédiaires comme celui de l'électricité (qui touchera tous les secteurs), il y aura une pression sur les salaires tant dans les secteurs exposés que dans les services, avec un effet en retour cumulatif. Même si Ferrari et Nispi Landi (2022) estiment que la hausse des prix va faire baisser la demande et donc freiner l'inflation, il faut avoir à l'esprit que dans certains pays comme la France il y a ajustement des salaires sur l'inflation en raison notamment de l'indexation automatique du Smic. Afin de limiter ces effets de second tour, il est probable que la banque centrale augmente ses taux d'intérêt, ce qui va vraisemblablement pénaliser l'investissement (tant privé que public). Cela risque de freiner la croissance du PIB et de l'emploi en retour tout en dégradant davantage les finances publiques. Cette dégradation serait particulièrement problématique pour les pays européens fiscalement vulnérables – compte tenu du ratio dette/PIB élevé – alors que le soutien des gouvernements durant la période de transition doit être grandissant pour atteindre l'objectif de la trajectoire de décarbonation. La dégradation des finances publiques que cela entraîne réduira ainsi la capacité de faire face aux enjeux d'investissements publics pour la transition écologique. Ainsi, les mesures de tarification carbone non performantes pourraient rendre encore

---

<sup>1</sup> Cela rejoint l'analyse de Andrade *et al.* (2022) qui montre que, sur la base d'une enquête auprès d'environ 3 000 entreprises françaises, les anticipations des firmes des conditions économiques agrégées dépendent des chocs au niveau de l'industrie, même si ceux n'ont pas d'impact agrégé, ce qui en soi est une violation de l'hypothèse d'anticipations rationnelles fondée sur une information complète (FIRE en anglais pour « full information rational expectations »).

plus improbable le rapprochement du pays de l'objectif de sa trajectoire de décarbonation. Ignoré jusqu'à présent dans la plupart des modèles (théoriques et empiriques), l'impact de la politique monétaire sera non négligeable pendant la période de transition vers une économie totalement décarbonée<sup>1</sup>.

## 5. Quelle politique de décarbonation multisectorielle efficace et juste sans impact négatif sur la productivité, la compétitivité et les finances publiques ?

Avec un objectif de décarbonation plus ambitieux – en particulier à court et moyen termes – que la plupart des autres pays, l'Union européenne fait face à des enjeux fondamentaux : comment augmenter l'efficacité des politiques de transition sans nuire à la compétitivité et sans dégrader fondamentalement la qualité de vie de sa population donc en protégeant le pouvoir d'achat ? Les systèmes actuels de tarification carbone au niveau national et européen doivent être complétés, notamment parce que certains secteurs ne sont pas soumis à la tarification carbone et en raison d'une forte incertitude sur les prix futurs du carbone<sup>2</sup>. De plus, il y a des effets négatifs sur la compétitivité<sup>3</sup>, sur le pouvoir d'achat<sup>4</sup> et d'importants besoins de dépenses publiques pour accompagner l'investissement des entreprises et les dépenses des particuliers<sup>5</sup>.

Sur la période récente marquée par le prix élevé des énergies carbonées, les entreprises ont été davantage incitées à décarboner<sup>6</sup>. Cependant, l'incertitude sur les prix du pétrole, du charbon et du gaz, due à la conjoncture mondiale et aux politiques des autres pays, constitue un frein majeur aux investissements de décarbonation<sup>7</sup>. Le

---

<sup>1</sup> Une hypothèse alternative discutée dans le chapitre 12 du rapport Pisani-Ferry et Mahfouz (2023) est la possibilité d'une politique monétaire moins réactive à l'inflation, permettant ainsi de substituer davantage de l'emploi à de l'investissement. En raison des éléments rapportés dans l'Annexe 2, ce résultat ne semble pas garanti du tout.

<sup>2</sup> Sartor O. et Sourisseau S. (2022) « La proposition de la Commission européenne sur le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) : analyse des modalités d'application », Ademe, *Policy Paper*.

<sup>3</sup> L'Heudé W., Chailloux M. et Jardi X. (2021) « Un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières de l'Union européenne », *Trésor Eco*, n° 280.

<sup>4</sup> Douenne T. (2019), « Les effets de la fiscalité écologique sur le pouvoir d'achat des ménages: simulation de plusieurs scénarios de redistribution », *Focus*, n° 30, Conseil d'analyse économique, mars.

<sup>5</sup> Bureau D., Henriot F. et Schubert K. (2019) « Pour le climat : une taxe juste, pas juste une taxe », *Les notes du Conseil d'analyse économique*, n° 50, mars.

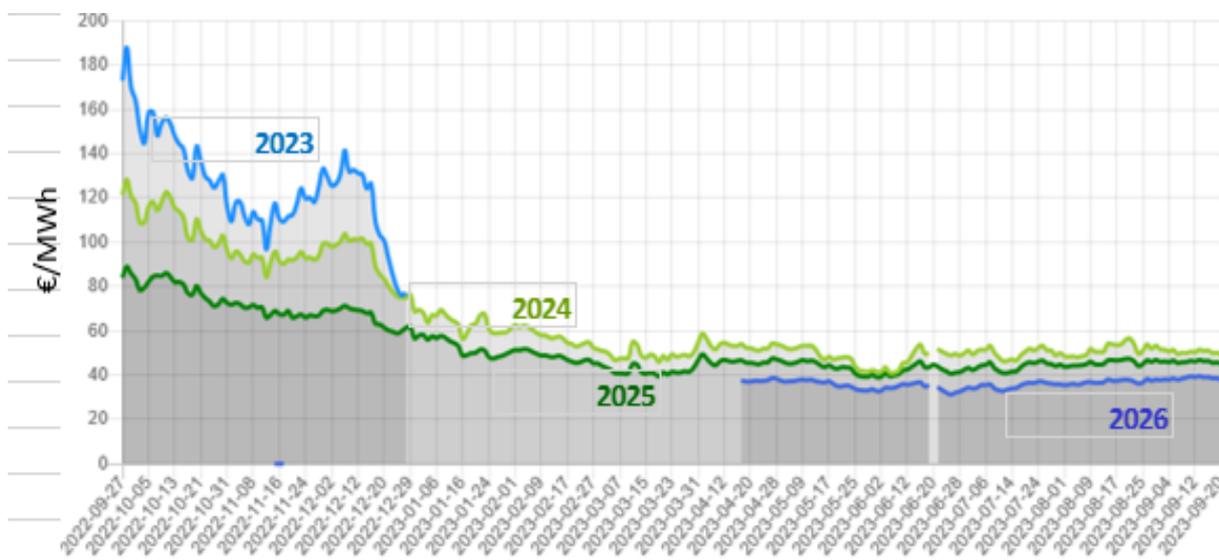
<sup>6</sup> Millischer L., Evdokimova T. et Fernandez O. (2022), « The carrot and the stick: In search of stock-market incentives for decarbonization », *IMF Working Paper*, n° 22-231, novembre.

<sup>7</sup> Newbery D. (2018), « Policies for decarbonizing a liberalized power sector », *Economics, Discussion Paper*, n° 2018-29, mars.

prix du pétrole peut être très volatile et changer profondément sur une période de cinq ans : le baril a ainsi fluctué entre 125 dollars en 2012 et 30 dollars en janvier 2016. La rentabilité des investissements de décarbonation est alors très incertaine car les concurrents dans les pays tiers qui n'auront pas décarboné leurs sites de production vont profiter des bas prix des énergies fossiles pour gagner des parts de marché<sup>1</sup>. Un renforcement de la délocalisation de nos productions vers des pays tiers au mix énergétique plus carboné pourrait alors se traduire par la hausse de notre empreinte carbone, comme on le constate pour les véhicules avec l'augmentation des importations en provenance de Chine. D'ores et déjà, on constate que la baisse des émissions carbone dans nos pays s'accompagne d'une faible réduction de notre empreinte carbone, en raison de la croissance d'importations plus carbonées<sup>2</sup>.

Aujourd'hui, de nombreuses entreprises en Europe ne réalisent pas les investissements de décarbonation compte tenu du manque de rentabilité de ces investissements et des risques de faillite si les prix des énergies carbonées venaient à s'effondrer. De fait, leurs concurrents non décarbonés bénéficieraient de coûts de production beaucoup plus faibles<sup>3</sup> (voir Graphique 8).

**Graphique 8 – Risque de baisse du prix du gaz au niveau mondial**



Source : EEX PEG Futures gaz

<sup>1</sup> McAusland C. et Najjar N. (2015), « Carbon footprint taxes », *Environmental and Resource Economics*, vol. 61/1, p. 37-70.

<sup>2</sup> Bourgeois A., Lafrogne-Joussier R., Lequien M. et Ralle P. (2022), « Un tiers de l'empreinte carbone de l'Union européenne est dû à ses importations », *Insee Analyses*, n° 74, juillet.

<sup>3</sup> Taghizadeh-Hesary F. et Yoshino N. (2020), « Sustainable solutions for green financing and investment in renewable energy projects », *Energies*, vol. 13(4), 788.

Ainsi, un des enjeux majeurs pour la décarbonation est de mieux sécuriser le prix du carbone et de réduire la grande incertitude sur les prix des énergies fossiles, tout en ne plombant pas la compétitivité et l'attractivité du pays, ni les finances publiques, l'emploi et le pouvoir d'achat.

### 5.1. Sept types de mesures multisectorielles de décarbonation

Parmi les différentes politiques transversales envisageables pour favoriser la transition climatique, trois grandes classes d'instruments de tarification carbone ont été décrites par Blanchard, Gollier et Tirole (2022)<sup>1</sup> : taxation, échanges de quotas d'émissions et choix d'un prix notionnel du carbone dans la comptabilité des entreprises. D'autres mesures transversales existent, qui ne se concentrent pas sur la tarification ou qui s'appliquent plus sur les ménages que sur les entreprises. Au total, sept instruments de politique publique sont identifiés et analysés dans cette section, par rapport à la trajectoire de croissance potentielle<sup>2</sup>, en détaillant leurs forces mais aussi leurs points faibles. On essaiera ensuite de voir comment ces derniers peuvent être contournés par une combinaison de différentes mesures. Les mesures sont décrites dans un contexte de mise en place au niveau européen ou national, mais sans mise en place au niveau mondial. Car l'expérience montre qu'il est très difficile d'avoir une véritable coordination pour des mesures de décarbonation effectives au niveau mondial, voire simplement au-delà des frontières de l'Union européenne. Certaines mesures pourront cependant inciter les pays tiers à avancer dans la décarbonation, ce qui à terme pourrait contribuer à un accord au niveau mondial.

#### ***Les incitations sous forme de tarification carbone : système de quotas carbone pour les entreprises, mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) et taxation des énergies carbonées***

Le *système de quotas carbone* européen (SEQUE) ne concerne jusqu'à présent que les entreprises présentes sur le territoire. D'après l'étude d'impact de la Commission européenne<sup>3</sup>, en moyenne, 10 % à 30 % de la réduction des émissions sur le territoire

---

<sup>1</sup> Blanchard O., Gollier C. et Tirole J. (2022), « [The portfolio of economic policies needed to fight climate change](#) », *Working Papers*, n° 22-18, Peterson Institute for International Economics, novembre.

<sup>2</sup> Comparer les scénarios de ces mesures par rapport à la situation d'impact très négatif du changement climatique sur l'Europe n'est pas inclus. En effet, l'Europe ne représentant que 9 % des émissions mondiales, si certaines mesures sont efficaces uniquement sur la décarbonation en Europe, elles ne permettent pas d'éviter le scénario négatif du changement climatique au moins à court-moyen terme.

<sup>3</sup> Commission européenne (2021), [Impact assessment report - Accompanying the document Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism](#), SWD(2021)643, juillet.

liée au SEQE sont des fuites de carbone, donc une hausse des importations<sup>1</sup>. Afin de limiter ces fuites liées aux écarts de coûts de production qui résultent des tarifications carbone très différentes, l'Union européenne a défini le *mécanisme d'ajustement carbone aux frontières* (MACF) dont la mise en œuvre est en cours.

Toutefois, comme exposé dans la section précédente, et même si ce n'est pas son objectif, le MACF ne rétablit pas toute la compétitivité perdue en raison du SEQE. Il va réduire les fuites de carbone entre 34 % et 42 % selon les scénarios<sup>2</sup> sans pouvoir totalement les annuler. Ces fuites de carbone – qui résultent d'une tarification carbone relativement stricte par rapport à d'autres pays (voir Tableau 3) – vont donc rester égales entre 3 % et 10 % de la réduction des émissions sur le territoire. Mais la proportion de fuites risque d'être plus élevée avec la hausse du prix des quotas sur le marché européen et l'extension à d'autres secteurs. Certaines études concluent à l'absence de fuites de carbone mais, comme exposé dans la section précédente, c'est essentiellement dû à des évaluations menées lorsque les prix des quotas carbone étaient faibles ou bien centrées sur les secteurs qui bénéficient de quotas gratuits, appelés à disparaître. Or le MACF ne va pas compenser totalement la suppression des quotas gratuits<sup>3</sup>. Et le rapport récent de Pisani-Ferry et Mahfouz (2023), après un bilan de toutes les études disponibles, conclut que les instruments dont se dote l'Union européenne pour traiter son problème de compétitivité risquent d'être insuffisants pour y porter remède. En s'appuyant sur des travaux récents, l'étude d'impact de la Commission européenne<sup>4</sup> le confirme pour les exportations et les produits en aval si le MACF ne couvre pas largement les produits finis comme l'illustre l'étude de la BCE (Schroeder et Stracca, 2023).

L'UE dispose d'autres instruments spécifiques destinés à préserver la compétitivité industrielle ou à s'assurer que les producteurs étrangers respectent les exigences environnementales auxquelles sont soumis les producteurs européens (règlement batterie, règlement déforestation, etc.) ainsi que des mesures de soutien importantes via des subventions (Fonds d'innovation, HorizonEurope, REPowerEU, NZIA, etc.). Mais cela ne peut pas compenser totalement le risque croissant de perte de compétitivité avec la hausse de la tarification carbone en Europe.

---

<sup>1</sup> L'étude d'impact de la Commission européenne cite Böhringer *et al.* (2018) ; Branger et Quirion (2014).

<sup>2</sup> Bellora C. et Fontagné L. (2023), « [EU in search of a carbon border adjustment mechanism](#) », *Energy Economics*, vol. 123, juillet.

<sup>3</sup> Fontagné (2023).

<sup>4</sup> Commission européenne (2021), *Impact assessment report*, *op. cit.*, p. 49-50.

**Tableau 3 – Écarts importants de la tarification carbone entre l'UE et ses concurrents (2021)**

	Part des émissions couvertes par un instrument de tarification	Prix explicite moyen des émissions couvertes	Revenu moyen par tonne de carbone pour les émissions couvertes	Prix effectif moyen
Espace économique européen	50 %	64,3 \$	32,8 \$	32,1 \$
Royaume-Uni	43 %	55,5 \$	45,2 \$	23,9 \$
États-Unis	7 %	21,2 \$	13,0 \$	1,5 \$
Chine	36 %	7,1 \$	0,0 \$	2,5 \$

Source : Pisani-Ferry et Mahfouz (2023), *Les incidences économiques de l'action pour le climat* ; calculs I4CE sur la base des comptes mondiaux du carbone en 2022

Un système de *taxation des énergies carbonées* s'applique dans de nombreux pays<sup>1</sup>. En France, un tel dispositif existe également – la composante carbone des accises sur l'énergie ex-TICPE – mais il ne s'applique pas à tous les secteurs de la même manière<sup>2</sup>. Un tel dispositif dégrade la compétitivité des entreprises locales car leurs concurrentes étrangères sur le marché national ou sur les marchés étrangers ne sont pas taxées dans un même ordre de grandeur<sup>3</sup>. Par ailleurs, en faisant diminuer la production locale et l'emploi, cela diminue les recettes publiques et réduit la croissance potentielle, avec des effets négatifs également sur l'innovation et sur les capacités technologiques, compte tenu de l'importance de la base productive en ce sens<sup>4</sup>.

Le mode de mobilisation des recettes de la taxe carbone est un des vecteurs fondamentaux du point de vue de l'impact macroéconomique, avec un arbitrage en termes de combinaison entre l'efficacité économique et l'acceptabilité sociale<sup>5</sup>. Dans

<sup>1</sup> Poupard A., Fetet M. et Postic S. (2022), « *Les comptes mondiaux du carbone en 2022* », I4CE.

<sup>2</sup> La composante carbone (CC) n'est pas une taxe à proprement parler mais un droit d'accise, proportionnelle au contenu en CO<sub>2</sub> des produits énergétiques comme le fioul ou l'essence.

<sup>3</sup> Même quand la taxe ne s'applique pas directement à certains secteurs exposés à la concurrence internationale, le fait qu'elle s'applique à des secteurs non exposés se traduit par une hausse des coûts de production des secteurs exposés. Car les consommations intermédiaires représentent plus de 60 % des coûts de production en moyenne en France, mais plus de 75 % dans les secteurs exposés contre 52 % dans les secteurs abrités. Ainsi, quand les coûts de production augmentent dans les secteurs abrités, cela se traduit par une hausse des prix qui impacte les secteurs exposés compte tenu de l'importance des consommations intermédiaires. Voir le premier rapport du CNP (2019).

<sup>4</sup> Voir CNP (2022), *Productivité et compétitivité : analyses conjoncturelles et structurelles post-covid*, troisième rapport, mai.

<sup>5</sup> Bureau D., Henriot F. et Schubert K. (2019) « *Pour le climat : une taxe juste, pas juste une taxe* », *Les notes du Conseil d'analyse économique*, n° 50, mars.

certains pays, une redistribution des recettes de la taxe est effectuée en direction des ménages et des entreprises<sup>1</sup>. Cependant, dans le cas des particuliers, les primes vertes issues des recettes de la taxe correspondent à des montants relativement faibles, non suffisants pour financer des investissements dans la décarbonation du chauffage de l'habitation ou du moyen de transport. C'est également le cas pour les entreprises et le financement de leurs investissements de décarbonation. Comme l'établissent Chateau *et al.* (2022), en matière d'impact sur l'activité, le recyclage de la taxe carbone ne permet pas de compenser totalement le choc d'offre négatif, qui est comparable au final aux effets récessifs d'une réglementation ou d'un bonus-malus<sup>2</sup>.

Ainsi, malgré le reversement, la taxe carbone tend à dégrader la compétitivité des entreprises par rapport à leurs concurrents étrangers qui peuvent continuer à utiliser des technologies fondées sur des énergies carbonées à des coûts moins élevés que les technologies décarbonées. Les entreprises locales tendent à perdre donc en compétitivité sur leur marché local mais aussi à l'exportation<sup>3</sup>. En dopant les importations de produits plus carbonés, on accroît l'empreinte carbone du pays<sup>4</sup> et on plombe l'emploi et la croissance, donc les finances publiques<sup>5</sup>. En mobilisant les recettes de la taxe carbone de manière efficace pour soutenir l'innovation des entreprises, en particulier les plus proches de la frontière technologique, on peut réduire l'impact négatif sur la productivité et la compétitivité. Cependant, comme exposé dans les sections précédentes, ces effets positifs se font sentir plutôt à long terme et à condition que les effets négatifs de court terme ne conduisent pas à une réduction marquée de la base productive du pays, car alors le rebond de l'industrie du pays est peu probable et bien complexe.

Pour les particuliers, la dégradation du pouvoir d'achat du fait de la hausse des prix des biens et services produits localement et la difficulté de financer leurs investissements de décarbonation – achat de véhicule électrique, rénovation énergétique du logement avec sortie du fuel ou du gaz – peuvent conduire à une

---

<sup>1</sup> Par exemple, mise en place du système [Klimageld](#) en Allemagne. Dans le cadre de SEQE 2, environ la moitié des revenus seront mobilisés pour le Fonds social pour le climat destiné à atténuer l'impact du nouveau prix du carbone sur les ménages vulnérables et les petites entreprises (voir [sur le site du Lobby Climatique Citoyen](#)).

<sup>2</sup> Chateau J., Jaumotte F. et Schwerhoff G. (2022), « [Climate policy options: A comparison of economic performance](#) », *IMF Working Papers*, n° 22/242, décembre.

<sup>3</sup> Evans S. *et al.* (2020) « [Border carbon adjustments and industrial competitiveness in a European Green Deal](#) », Cambridge WP in Economics 2036.

<sup>4</sup> Fleckinger P. et Prévot A. (2023), « [Décarbonation, réindustrialisation et entreprises de taille intermédiaire](#) », *op. cit.*

<sup>5</sup> Les réajustements sur le marché du travail sont souvent loin d'être négligeables et souvent sous-estimés par les modèles. Voir Arquí A. et Grjebine T. (2023), « [Vingt ans de plans sociaux dans l'industrie : quels enseignements pour la transition écologique ?](#) », *La Lettre du CEPII*, n° 435, mars.

pression à la hausse des négociations salariales. Il en résulterait une inflation plus élevée que dans les autres pays et une dégradation encore plus forte de la compétitivité, donc de la croissance potentielle, de l'emploi et des finances publiques. D'autant que les particuliers et les entreprises face à la dégradation de leur situation financière et aux exigences des investissements de décarbonation doivent bénéficier d'un surcroît d'aides publiques, ce qui dégrade encore les finances publiques. Les aides font monter les prélèvements obligatoires et constituent ainsi un troisième vecteur de dégradation de la compétitivité<sup>1</sup>, de baisse de l'emploi et de la croissance potentielle, avec un effet négatif en retour sur les finances publiques<sup>2</sup>. Même si cela engendre une diminution des dépenses publiques plutôt qu'une hausse des prélèvements obligatoires, les effets sur la compétitivité peuvent être négatifs du fait des baisses de l'investissement dans la formation, la santé, le soutien à la R & D<sup>3</sup>, les investissements dans les infrastructures ou les dépenses d'accompagnement au changement climatique.

### ***Les dépenses budgétaires sous la forme d'un système généralisé de subventions en faveur de la décarbonation***

Indépendamment de l'existence ou non d'un système de tarification carbone au niveau national, une généralisation des aides publiques pour inciter aux investissements à la décarbonation peut avoir des effets positifs. Cependant, les aides ne couvrant pas la totalité du coût des investissements de décarbonation, leur efficacité peut être limitée s'il n'y a pas un système d'incitation orientant l'offre vers les technologies décarbonées qui sont plus chères et la demande vers des produits moins carbonés. D'un point de vue normatif, Bistline *et al.* (2023) et Schubert, Pommeret et Ricci (2023)<sup>4</sup> rappellent que la tarification du carbone domine la subvention à la décarbonation, parce que celle-ci ne décourage pas la consommation d'énergie et n'incite donc pas à la sobriété. Cependant, si les subventions aux biens et services peu émissifs permettent de cibler certains secteurs ou technologies non rentables afin de déclencher des pratiques nécessaires à la décarbonation, elles ne réduisent pas directement les émissions de gaz à effet de serre. Plutôt que d'être le vecteur principal de la décarbonation, les

---

<sup>1</sup> Baranzini A., Goldemberg J. et Speck S. (2000), « A future for carbon taxes », *Ecological Economics*, vol. 32(3), p. 395-412.

<sup>2</sup> Känzig D. R. (2023), « The unequal economic consequences of carbon pricing », NBER Working Paper, n° 31221, mai.

<sup>3</sup> Wang Q., Hubacek K., Feng K., Wei Y.M. et Liang Q.M. (2016) « Distributional effects of carbon taxation », *Applied Energy*, vol. 184, p. 1123-1131.

<sup>4</sup> Bistline J., Mehrotra N. et Wolftram C. (2023), « [Economic implications of the climate provisions of the Inflation Reduction Act](#) », *Brookings Papers on Economic Activity*, printemps ; Schubert K., Pommeret A. et Ricci F. (2023), « [Confronting the carbon pricing gap: second best climate policy](#) », *Working Paper*, n° 2023-13, Paris School of Economics.

subventions doivent être complémentaires de mesures accroissant le prix du carbone pour en garantir l'efficacité. Les analyses macroéconomiques pointent les effets négatifs à court terme de la transition énergétique sur la productivité et donc sur la croissance. Acemoglu *et al.* (2012) préconisent ainsi d'accompagner une taxe sur les énergies fossiles d'une subvention à la R & D, alors que dans l'approche d'Hassler *et al.* (2021), la hausse du prix de l'énergie déclenchée par une taxe est suffisante pour que le progrès technique se dirige suffisamment vers les technologies moins gourmandes en énergie. La combinaison d'une taxe sur les émissions et d'une subvention à l'innovation apparaît ainsi pertinente<sup>1</sup>.

Comme il faut bien financer les aides publiques, si elles mobilisent de très importants montants comme vecteur principal de la décarbonation, la puissance publique est alors obligée de faire monter les prélèvements obligatoires, d'accroître la dette publique ou de réduire d'autres dépenses. Une hausse des prélèvements obligatoires conséquente portant sur les entreprises ou les particuliers agit négativement sur la compétitivité en augmentant directement les coûts de production dans le premier cas et en favorisant la pression à la hausse sur les salaires dans le deuxième cas<sup>2</sup>. Par exemple, comme l'illustrent Chateau *et al.* (2022), la subvention des prix de l'énergie par le tarif d'achat est tellement coûteuse que l'effet récessif de son financement dépasse le choc d'offre positif de la subvention. Cela rend cette mesure au final encore plus récessive que les autres mesures de décarbonation comparées par les auteurs (taxe sur l'énergie carbonée, réglementation et bonus-malus).

Si le financement se fait par une augmentation de la dette publique, il y aura des coûts supplémentaires de gestion de la dette qui devront conduire à réduire les dépenses publiques ou à augmenter les prélèvements obligatoires, avec des conséquences sur la croissance potentielle et les niveaux de vie<sup>3</sup>. En outre, les aides publiques ne pouvant pas compenser totalement les surcoûts de production pour les entreprises par rapport aux concurrents étrangers et surtout si le prix des énergies carbonées s'effondre, un tel dispositif renforce les importations de produits carbonés, dégrade l'emploi et la croissance, donc encore plus les finances publiques. Ce qui se traduit par un effet en retour à la hausse sur les prélèvements obligatoires ou à la baisse sur les

---

<sup>1</sup> Epaulard A. (coord.) (2023), *Les incidences économiques de l'action pour le climat. Productivité*, rapport thématique in Pisani-Ferry J. et Mahfouz S. (2023), *op. cit.*

<sup>2</sup> Bentata P. et Marques N. (2021) « [Les impôts de production contre les salaires, l'emploi et la croissance](#) », Paris-Bruxelles, Institut économique Molinari.

<sup>3</sup> La France est un des pays qui a le plus d'aides publiques aux entreprises et les prélèvements obligatoires les plus élevés. En ce sens, juste considérer qu'augmenter les aides publiques serait un bon vecteur n'est pas crédible. Voir Gouardo C. et Lenglard F. (2019) « [Où réduire le poids de la dépense publique ?](#) », *La Note d'analyse*, n° 74, France Stratégie, janvier.

dépenses publiques, avec un impact encore plus négatif sur la compétitivité, l'emploi, la croissance, les finances publiques et l'empreinte carbone.

Des aides publiques ciblées sur la R & D et l'innovation pour développer des technologies bas carbone ont des caractéristiques différentes<sup>1</sup>. Mais si la demande des producteurs et des consommateurs n'est pas orientée en ce sens, ces nouvelles technologies ne vont pas trouver de marché potentiel suffisant pour se développer à grande échelle, surtout si leur coût de production n'est pas inférieur à celui des technologies carbonées. Ce n'est généralement pas le cas et cela dépend d'abord du prix des énergies carbonées<sup>2</sup>. L'incertitude concernant ces prix freine donc l'intérêt de ces innovations, comme pour les autres investissements dans la décarbonation<sup>3</sup>.

### ***Orienter l'offre et la demande par les normes techniques***

Pour forcer les producteurs à aller vers des technologies bas carbone et des produits moins carbonés, un vecteur majeur est celui des normes techniques qui peuvent être adoptées afin de contraindre à sortir des processus de production carbonés. Par ailleurs, les normes réglementaires peuvent orienter la demande vers les produits bas carbone, par exemple l'interdiction récente adoptée en Europe de la vente de nouveaux véhicules thermiques en 2035.

Cependant, ces normes techniques font monter les coûts de production et donc les prix auprès des consommateurs, comme le rappelle le Conseil national d'évaluation des normes<sup>4</sup> et comme l'illustre le cas des véhicules électriques. Cet impact négatif sur le pouvoir d'achat entraîne une pression à la hausse sur les salaires et sur les aides publiques pour compenser ce surcoût. Cela joue négativement sur la compétitivité via la hausse des coûts salariaux ou des prélèvements obligatoires pour financer les aides publiques. Par ailleurs, comme les investissements nécessaires à la décarbonation sont coûteux et que les coûts de production augmentent, les entreprises ont besoin d'aides importantes – voir là encore l'exemple de la transition vers les véhicules électriques<sup>5</sup>. Cette hausse des aides publiques se traduit par une dégradation des finances publiques. Ces effets jouent négativement sur la compétitivité, l'emploi et la croissance, avec un effet sur les finances publiques, qui en retour influence négativement l'emploi et la croissance, créant ainsi un cercle vicieux. Par ailleurs, des

---

<sup>1</sup> Rogge et Schleich (2018).

<sup>2</sup> Geels F.W. et al. (2018).

<sup>3</sup> Lyer G. *et al.* (2015).

<sup>4</sup> Conseil national d'évaluation des normes (2021), *Rationaliser et évaluer les normes. Regards croisés franco-allemands*, septembre.

<sup>5</sup> Sierzchula W., Bakker S., Maat K. et Van Wee B. (2014), « The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption », *Energy Policy*, vol. 68, p. 183-194.

normes techniques qui ne s'appliquent pas aux produits de consommation finale mais juste aux processus de production sont plus difficiles à imposer aux producteurs étrangers. Depuis quelque temps, l'Union européenne a réussi à imposer ce type de normes sur la déforestation, les batteries, les néonicotinoïdes, les antibiotiques, le travail forcé ou le bien-être animal, mais il est parfois difficile d'éviter que les entreprises étrangères ne contournent cette réglementation. Par ailleurs, il est encore plus complexe de les appliquer à des processus de production qui sont sur les consommations intermédiaires de biens et de services inclus ensuite dans des produits fabriqués dans les pays tiers et exportés vers l'UE.

Il ne peut s'agir de faire des normes le levier majeur de la décarbonation, en raison de ces impacts négatifs. Cependant, les mesures réglementaires doivent être articulées avec les autres leviers comme la tarification carbone, les subventions, etc. Elles peuvent en particulier cibler les secteurs où la tarification est a priori moins opérante. Elles sont cependant moins efficaces d'un point de vue économique puisqu'elles ne permettent pas a priori de réduire les émissions à moindre coût (notamment pour les finances publiques) et qu'elles peuvent entraîner des effets rebond et de verrouillage technologique.

### ***Orienter l'offre et la demande par l'étiquetage carbone***

Un autre vecteur pour orienter l'offre et la demande vers des produits moins carbonés consiste à étiqueter les produits et les services en fonction de leur contenu carbone<sup>1</sup>. En informant ainsi les consommateurs, on incite une proportion d'entre eux à choisir des produits moins carbonés. Cette proportion peut être assez faible si les écarts de prix sont importants, mais cela peut quand même jouer, comme on le constate pour la labellisation bio des produits, qui concerne 6 % de la demande de produits agro-alimentaires. Même si la part de la demande qui s'oriente vers des produits moins carbonés reste faible – de l'ordre de celle atteinte par les produits bio –, cela renforcera légèrement la rentabilisation des investissements dans la décarbonation des entreprises, ce qui incitera à une montée en puissance de l'offre de produits moins carbonés. Taufique *et al.* (2022) montrent l'effet sur les comportements des consommateurs, mais aussi sur l'offre et l'organisation des entreprises<sup>2</sup>. Edenbrandt (2021) souligne l'influence des labels alimentaires<sup>3</sup>. Sur la base d'une analyse empirique de l'influence de l'étiquetage sur les choix de nourriture dans des cantines

---

<sup>1</sup> Liu T., Wang Q. et Su B. (2016), « A review of carbon labeling: Standards, implementation, and impact », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 53, p. 68-79.

<sup>2</sup> Taufique K.M.R., Nielsen K.S., Dietz T., Showm R., Stern P.C. et Vandenbergh M. P. (2022), « Revisiting the promise of carbon labelling », *Nature Climate Change* 12.

<sup>3</sup> Edenbrandt A.K. et Lagerkvist C.J. (2021) « [Is food labelling effective in reducing climate impact by encouraging the substitution of protein sources?](#) », *Food Policy*, vol. 101, mai.

et restaurant, Lohmann *et al.* (2022) démontrent que l'introduction d'étiquettes sur l'empreinte carbone a été associée à une réduction de 4,3 % des émissions moyennes de carbone par repas<sup>1</sup>. Leurs résultats suggèrent que ces étiquettes constituent un outil politique viable et peu coûteux pour remédier au manque d'information et exploiter les préférences des personnes sensibles à l'enjeu du changement climatique. L'étiquetage des produits électroménagers a été également extrêmement efficace selon l'AIE (2021)<sup>2</sup>. Dans le cadre de la labellisation des voitures via le bonus-malus, l'effet étiquette (hors effet prix) expliquerait la moitié des réactions des consommateurs sur le bonus<sup>3</sup>. En outre, cela permettra à la puissance publique de mieux orienter ses achats et ses investissements moins carbonés<sup>4</sup>. Or la commande publique représente une bonne part de la demande finale, de l'ordre de 15 % pour la France.

Par ailleurs, cela peut jouer fortement sur l'image de marque des entreprises et ainsi constituer une incitation supplémentaire non négligeable<sup>5</sup>. Par exemple, un producteur français d'automobiles fait venir des véhicules de pays fortement carbonés. Il verrait ses véhicules classés très négativement en termes de label impact carbone par rapport à d'autres véhicules qu'il fabrique dans des pays moins carbonés. Son image de marque se dégraderait, avec des implications négatives sur la demande. Il serait donc incité ou bien à localiser ses productions dans des pays avec des mix énergétiques moins carbonés, ou bien à décarboner ses chaînes de production dans le pays d'origine de ses véhicules. Si cet étiquetage s'applique aux produits locaux comme aux produits importés, il ne joue pas négativement sur les coûts de production relatifs donc ni sur la compétitivité, ni sur l'emploi, la croissance et les finances publiques<sup>6</sup>. D'autant que même si les produits décarbonés sont plus chers que les produits carbonés, les consommateurs ont toujours la liberté de leurs choix et n'ont donc pas une dégradation effective de leur pouvoir d'achat.

Cette mesure n'existe pas de manière généralisée dans un pays, en revanche l'étiquetage environnemental est déjà en expérimentation en France pour les produits

---

<sup>1</sup> Lohmann P. M. *et al.* (2022), « Do carbon footprint labels promote climatarian diets? Evidence from a large-scale field experiment », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 114.

<sup>2</sup> IEA (2021), « [Appliance standards and labelling is highly effective at reducing energy use, new joint study finds](#) » 16 septembre.

<sup>3</sup> D'Haultfœuille X, Durrmeyer I. et Février P. (2016) « Disentangling sources of vehicle emissions reduction in France: 2003–2008 », *International Journal of Industrial Organization*, vol. 47.

<sup>4</sup> Lexcelent (2018), « Commande publique responsable : un levier insuffisamment exploité », Conseil économique social et environnemental, mars.

<sup>5</sup> Cohen M. A. et Vandenberg M. P. (2012), « The potential role of carbon labeling in a green economy », *Energy Economics*, vol. 34, p. 53-63.

<sup>6</sup> Wu P., Xia B., Pienaar J. et Zhao X. (2014), « The past, present and future of carbon labelling for construction materials – a review », *Building and Environment*, vol. 77, p. 160-168.

agroalimentaires avec le calcul du contenu carbone<sup>1</sup>. Par ailleurs, certains distributeurs de produits mettent eux-mêmes en place un étiquetage carbone des produits qu'ils distribuent<sup>2</sup>.

L'efficacité d'une telle mesure est limitée mais ses effets sur les différentes variables ne sont pas négatifs. L'impact sur le pouvoir d'achat est réduit car cela ne fait pas progresser le prix des produits plus carbonés que les consommateurs peuvent continuer à acheter si la mesure n'est pas accompagnée par des normes par exemple. Le coût de mise en œuvre et de contrôle est peu important en comparaison du coût de la plupart des autres leviers de décarbonation (subventions, normes, etc.). Par ailleurs, cela incite les entreprises à mieux développer leur bilan carbone et à exiger de leurs fournisseurs l'intégration du contenu carbone sur la facture de leurs fournitures<sup>3</sup>. Ainsi, elles pourront défendre de manière robuste et certifiée un contenu carbone plus faible que celui fixé par l'agence en charge de la mesure pour établir l'étiquetage, en se fondant sur des bases de données qui donnent des montants moyens du contenu carbone des différentes consommations intermédiaires et des processus de production par pays d'origine. Le cas de l'entreprise Verkor en matière de batteries électriques illustre ce type de démarche d'étiquetage environnemental<sup>4</sup>.

### **Bilan carbone et comptabilité carbone**

Les entreprises de plus de 500 salariés ont au niveau européen une obligation d'établir leur bilan carbone – obligation qui sera étendue prochainement aux entreprises de plus de 200 salariés. Pour l'instant, sans effort de communication vers le grand public et sans contrainte réglementaire, les entreprises sont soumises à une assez faible pression pour améliorer leur bilan<sup>5</sup>. Certaines s'activent cependant pour se mettre en conformité avec leurs responsabilités sociétales.

L'efficacité est relativement faible car les consommateurs n'ont pas l'information et n'orientent donc pas leur demande vers les produits et les services de telle ou telle entreprise moins carbonée. Comme l'impact sur la demande n'est pas marqué, les

---

<sup>1</sup> Albertini J. P. (2014), « L'expérimentation de l'affichage environnemental en France: contexte et résultats », *Responsabilité et environnement*, vol. (1), p. 28-34.

<sup>2</sup> Carrefour et ManoMano par exemple, et plusieurs startups développent des méthodes originales.

<sup>3</sup> Hornibrook S., May C. et Fearn A. (2015), « Sustainable development and the consumer: Exploring the role of carbon labelling in retail supply chains », *Business Strategy and the Environment*, vol. 24(4), p. 266-276.

<sup>4</sup> Il s'agit d'une start-up financée à hauteur de 600 millions d'euros par la Banque européenne d'investissement. Voir *le Monde* (2023), « [Batteries électriques : la start-up Verkor réalise une levée de fonds record pour sa gigafactory de Dunkerque](#) », 14 septembre.

<sup>5</sup> Mahapatra S. K., Schoenherr T., et Jayaram J. (2021), « An assessment of factors contributing to firms' carbon footprint reduction efforts », *International Journal of Production Economics*, vol. 235, 108073.

entreprises qui dépensent plus pour alléger leur bilan carbone n'en tirent pas réellement profit. Elles subissent ainsi des coûts de production plus élevés que leurs concurrents non décarbonés sans bénéficier d'un effet en termes de chiffres d'affaires et donc de rentabilité des investissements. Lorsque des réglementations engagent à baisser le bilan carbone, cela concerne surtout que les entreprises locales et donc cela grève leur compétitivité par rapport à leurs concurrents étrangers. Les effets sur l'emploi, la croissance et donc les finances publiques sont alors négatifs, et l'empreinte carbone du pays risque d'augmenter du fait de l'incitation à importer davantage<sup>1</sup>.

L'exigence de développer une comptabilité carbone – détaillant le bilan carbone de l'entreprise pour chaque produit et service – permettrait une mesure plus objective du bilan carbone. Les fournisseurs se verraient contraints de fournir un contenu carbone certifié sur leurs factures à tous leurs clients tenant une comptabilité carbone. Dans le cas où ils ne pourraient pas le faire de manière robuste, des bases de données permettraient des évaluations pour compenser ce manque d'information. Mais cela inciterait les entreprises contraintes à une comptabilité carbone à changer de fournisseur ou à exiger des factures indiquant le contenu carbone. Si la comptabilité carbone est mise en place seule, l'incitation à la décarbonation ne serait pas très forte car les consommateurs ne disposeraient pas de l'information sur les produits achetés. Des entreprises sensibles à leur responsabilité environnementale seraient tout de même incitées à faire évoluer positivement leur comptabilité carbone.

Pour les entreprises dont le bilan carbone est déjà obligatoire – celles de plus de 500 salariés et bientôt de plus de 200 salariés –, le coût pour passer à la comptabilité carbone serait très limité<sup>2</sup>. Les données sont déjà disponibles et le besoin de mettre en face de la comptabilité monétaire une comptabilité carbone aurait un coût limité, avec des logiciels intégrant ces deux dimensions et sur la base des factures des consommations intermédiaires et des différentes dépenses de l'entreprise qui intègrent un contenu carbone. L'impact sur l'écart de coûts avec les concurrents étrangers qui ne pratiqueraient pas la comptabilité carbone serait marginal pour ces grandes entreprises.

En revanche, pour les plus petites entreprises qui n'ont pas encore établi leur bilan carbone, et en rapport avec leur chiffre d'affaires, le coût serait plus conséquent. Pour ne pas dégrader leur compétitivité, il ne faudrait pas au départ leur imposer une telle obligation. Une fois le système généralisé pour les plus grandes, le coût pour l'étendre aux plus petites aura baissé avec le développement des bases de données et des

---

<sup>1</sup> Böhringer C., Carbone J. C. et Rutherford T. F. (2018) « Embodied Carbon Tariffs », *The Scandinavian Journal of Economics*, vol. 120(1), p. 183-210.

<sup>2</sup> Meunier F. (2023), « [La comptabilité carbone généralisée – Un décompte carbone fait au niveau des produits](#) », Institut Messine, juin.

logiciels adaptés, et avec la généralisation du contenu carbone sur les factures émises par les grandes entreprises fournissant aux plus petites.

Une telle mesure seule aurait une faible efficacité en termes de réduction des émissions, mais aussi un faible impact sur la compétitivité et donc sur les importations, l'emploi, le déficit de croissance et les finances publiques. Elle aurait l'avantage cependant de faire gagner en robustesse et en précision la mesure de l'impact carbone de chaque produit et service. Ainsi, les investissements publics et privés dans la décarbonation pourraient être optimisés. En effet, aujourd'hui, de nombreux investissements pour la décarbonation ne se traduisent pas par des effets conséquents. Avec le développement de la comptabilité carbone, la puissance publique pourra optimiser ses achats publics de biens et services en termes d'impact carbone mais aussi ses investissements de décarbonation, ce qui représente un enjeu massif.

### ***Quotas carbonés pour les citoyens***

Certains collectifs défendent une mesure transversale qui consisterait à attribuer un même nombre fixe de quotas carbone maximum à chaque citoyen<sup>1</sup>. Lorsqu'un citoyen atteindrait son quota maximum, il pourrait acheter – avec un plafond – des quotas carbone à d'autres citoyens qui n'en auraient pas besoin pour leur mode de vie (consommation de biens et services, mode de transport, logement, etc.). Il s'agirait ensuite de diminuer graduellement les quotas individuels afin de caler la baisse de l'empreinte carbone du pays sur la trajectoire de neutralité carbone à atteindre en 2050.

Une telle proposition suppose une mesure précise du contenu carbone des différents biens et services. Une première estimation serait possible mais de manière approximative, à partir des bases de données existantes. Les entreprises qui verraient l'estimation donner un bilan carbone de leurs produits plus élevé que la réalité seraient incitées à développer leur comptabilité carbone et à la faire certifier : elles pourraient alors faire valoir ses nouvelles estimations auprès de l'agence de régulation qui calcule le contenu carbone de leurs produits. Cela inciterait au développement de la comptabilité carbone.

Cependant, chaque opération d'achat d'un bien et service devra se traduire par une transmission du contenu carbone de l'achat. En parallèle des flux financiers, via les cartes bancaires auprès de la banque du particulier, des flux d'informations du contenu carbone des achats seraient transmis automatiquement et systématiquement. Les banques en auraient l'obligation. Un système de transmission de la quantité carbone

---

<sup>1</sup> Pottier A. (2022) « [Carte carbone, les arguments pour en débattre](#) », *Revue d'économie politique*, vol. 132.

consommée par chaque individu au fil de ses achats devrait permettre à une agence de régulation de disposer du compte carbone individuel de chaque citoyen.

Deux limites non fondamentales se présentent :

- les achats en liquide ne seraient pas comptabilisés dans le calcul de l'utilisation du quota carbone par l'individu car les informations ne seraient pas transmises à la banque. Cela pourrait inciter ceux qui sont proches du quota maximum à payer de plus en plus en liquide, ce qui crée un problème car on sait que les paiements en liquide peuvent conduire les prestataires, les commerçants, etc., à ne pas déclarer leur activité. Cela fait donc perdre des recettes à la puissance publique et encourage des mécanismes anti-concurrentiels vis-à-vis de ceux qui font les bonnes déclarations de leurs activités et paient plus de taxes.
- Les ménages les plus aisés pourraient acheter des quotas carbone non utilisés par d'autres ménages pour ne pas se restreindre dans leur consommation (avec toutefois un plafond pour chaque individu). De leur côté, les ménages moins aisés qui ont des modes de transport et de chauffage très carbonés seraient plus en difficulté pour acheter des quotas à des concitoyens : cela dégraderait leur niveau de vie et contraindrait fortement leur mode de vie.

L'échange de quotas entre citoyens pourrait contribuer à réduire les inégalités puisque les plus riches en moyenne ont des empreintes carbone plus élevées. Cependant, une petite partie de la population à faible revenu mais qui a une empreinte carbone élevée en raison d'importantes distances en voiture à essence et de chauffage au fioul perdrait en niveau de vie pour acheter des quotas supplémentaires.

En termes d'efficacité, ce système de quotas citoyens pourrait être performant, sans nuire à la compétitivité s'il s'applique à tous les produits achetés par les consommateurs et pas seulement aux productions locales. Cependant, il y a un risque en termes d'acceptabilité, car cela contraint le pouvoir d'achat et les modes de vie des citoyens fortement « carbonés » mais qui n'ont pas les moyens d'investir dans leur décarbonation (achat d'un véhicule électrique, rénovation profonde de leur logement chauffé au gaz ou au fioul). Cela pourrait susciter de fortes réactions négatives en l'absence de mesure complémentaire<sup>1</sup>. Et comme ce système de quotas ne génère pas de recettes pour la puissance publique, celle-ci ne disposera pas des fonds supplémentaires pour compenser les ménages à bas et moyens revenus défavorisés par ce dispositif et pour les accompagner dans les investissements de décarbonation. Ainsi les dépenses publiques augmenteront, avec à la clé une hausse des

---

<sup>1</sup> Bureau D., Henriot F. et Schubert K. (2019) « [Pour le climat : une taxe juste, pas juste une taxe](#) », *op. cit.*

prélèvements obligatoires qui dégraderont la compétitivité donc l'emploi et la base productive, avec des effets en retour sur les finances publiques.

### ***Taxation carbone sur les produits finis***

Un système de taxe carbone non sur les énergies carbonées mais sur les produits de consommation finale permettrait d'orienter la consommation des ménages vers les produits moins carbonés<sup>1</sup>. Les entreprises verraient leurs investissements dans la décarbonation plus facilement rentabilisés car en faisant baisser le contenu carbone de leurs produits, elles pourraient faire baisser leurs prix de vente du fait d'une moindre taxe, ce qui leur garantirait une demande plus forte. Par ailleurs, la compétitivité n'en serait pas affectée car cette taxe s'appliquerait également aux produits importés. En incitant à réduire les importations de produits en provenance de pays au mix énergétique fortement carboné, ce système contribuerait à réduire l'empreinte carbone et pas seulement les émissions carbone du pays. Ainsi, la Commission européenne affirme dans l'étude d'impact du MACF que « la taxe sur la consommation étant une taxe purement basée sur la consommation locale, elle n'affecte pas les flux commerciaux et n'entraîne aucune fuite de carbone »<sup>2</sup>. Elle serait une mesure complémentaire du système SEQE et ne pénaliserait pas les exportations.

La première limite fondamentale proviendrait de la question de la mesure du contenu carbone des produits car il faudrait fonder la taxe carbone sur une base fiscale objective. Une voie consisterait à fonder ce calcul sur des bases de données existantes, tout en autorisant les entreprises – y compris de pays tiers – à apporter la preuve que le contenu carbone de leurs produits est inférieur à ce que donne la base de données. Un organisme certificateur robuste serait chargé d'éviter les manipulations par les entreprises. Une telle taxe inciterait donc les entreprises à développer leur comptabilité carbone. L'existence d'une comptabilité carbone bien diffusée et robuste favoriserait aussi la mise en place d'un tel système.

L'autre limite fondamentale est qu'une telle taxe ferait monter les prix et donc baisser le pouvoir d'achat. Cela se traduirait par une pression à la hausse sur les salaires dans le pays et non dans les pays étrangers producteurs qui ne paieraient pas la taxe. Cette hausse des salaires entraînerait une hausse des coûts pour les entreprises et donc une perte de compétitivité, une perte d'emploi et de croissance potentielle. À l'inverse, la taxe générerait des recettes publiques et donc il n'est pas sûr que l'impact sur les finances publiques soit négatif.

---

<sup>1</sup> Baranzini *et al.* (2017).

<sup>2</sup> Commission européenne (2021), *Impact assessment report*, *op. cit.*, p. 49.

En revanche, une telle hausse des prix pourrait rendre difficile l'acceptabilité par les citoyens. C'est pourquoi cette mesure doit être combinée – voir section ci-dessous – avec un dispositif de redistribution des recettes de la taxe carbone sur la consommation finale aux ménages pour préserver le pouvoir d'achat et ne pas inciter à une hausse du coût du travail qui risquerait de plomber la compétitivité, la production locale, l'emploi et la croissance. De même, si le coût de mise en place de cette taxe est évalué comme supérieur aux différentes options du MACF, des premières étapes pour inciter en particulier les grandes entreprises à développer des mesures robustes du contenu carbone de leurs produits permettrait un faible coût de mise en place comme exposé dans la section suivante.

## 5.2. Avantages et inconvénients de différentes combinaisons

**de mesures transversales** Cette section regarde si la combinaison de mesures transversales permet de corriger les effets négatifs et d'amplifier les effets positifs sur la réduction de l'empreinte carbone, sans perdre en compétitivité et en emploi, en niveau de vie, sans dégrader les finances publiques et la croissance potentielle. Comme l'indiquent Jean et Tersen (2023), un enjeu fondamental est « de concevoir des politiques de transition juste, capables d'atténuer le changement climatique tout en mettant la lutte contre les inégalités au cœur de ces politiques »<sup>1</sup>.

### ***Système de quotas carbone pour les entreprises et mécanisme d'ajustement carbone aux frontières avec aides aux entreprises et aux ménages***

Afin de ne pas pénaliser les producteurs européens qui sont couverts par le système de quotas carbone par rapport à leurs concurrents étrangers, il va y avoir obligation d'achats de quotas sur le même régime par les importateurs de produits soumis au régime ETS. Cependant, en faisant monter les prix des productions européennes couvertes par ce régime ainsi que le prix des importations<sup>2</sup>, ce système va faire monter les prix sur le marché européen et donc pénaliser la compétitivité. Et ce d'autant que la mesure s'applique à des consommations intermédiaires (acier, aluminium, ciment, verre, engrais, électricité) et très peu à des produits finis. Ainsi les prix des consommations intermédiaires concernées seront plus élevés sur le marché européen que dans d'autres pays, ce qui va pénaliser la compétitivité des produits finis qui utilisent ces consommations, par exemple le secteur automobile et l'électroménager. Cela va entraîner plus de délocalisations de sites de production et plus d'importations

---

<sup>1</sup> Jean S. et Tersen D. (2023), « [Climat et commerce pour un multilatéralisme commun](#) », Terra nova.

<sup>2</sup> Calcul de l'équivalent d'une taxe aux frontières par la Commission européenne dans l'annexe de [l'étude d'impact de la législation du MACF](#), tableau 10.6., p. 114.

vers des pays à mix énergétiques carbonés<sup>1</sup>. Ainsi, cela va faire baisser les émissions de gaz à effet de serre en Europe mais accroître l’empreinte carbone à travers les importations, avec un risque d’effet net négatif au niveau des émissions mondiales. Par ailleurs, en entraînant des pertes d’emplois, une baisse de la croissance et de la productivité, cela va provoquer une dégradation des finances publiques et donc une hausse des prélèvements obligatoires qui vont accentuer les effets négatifs sur la compétitivité, l’emploi, la croissance et l’empreinte carbone. Par ailleurs, cette perte de production va entraîner une baisse des investissements dans l’innovation, moins de capacités à exploiter de nouvelles technologies performantes et donc une dégradation en termes de dépendance vis-à-vis des fournisseurs étrangers, autrement dit une perte de souveraineté. Il s’en suivra des pertes de pouvoir d’achat des ménages et une dégradation de leurs conditions de vie.

Les évaluations du paquet Fit-for-55 proposées par la Commission européenne montrent que la transition risque de toucher relativement plus les ménages modestes et les entreprises des secteurs intensifs en émissions<sup>2</sup>. Ainsi, au-delà des politiques visant directement la décarbonation, la transition vers la neutralité carbone est indissociable de politiques permettant d’accompagner les acteurs les plus vulnérables face aux coûts induits<sup>3</sup>. Les aides forfaitaires ciblées sur les ménages vulnérables permettent par exemple de ne pas inciter à la consommation d’énergies fossiles, de soutenir la consommation des acteurs économiques les plus contraints, tout en limitant la pression de long terme sur les finances publiques. Ces coûts sont très hétérogènes entre agents économiques et dépendent de multiples critères (types d’équipements détenus, localisation, etc.).

Même en mobilisant les recettes publiques issues de l’achat de quotas carbone par les producteurs pour financer leurs investissements et faire baisser leurs coûts de production, on ne compensera pas totalement les effets négatifs. Certaines simulations laissent penser que ces effets pourraient être substantiellement réduits<sup>4</sup>, mais elles ne prennent pas suffisamment en compte que les investissements dans la décarbonation sont souvent très coûteux : les recettes des ventes de quotas ne suffiront pas pour à la fois compenser les surcoûts liés à l’achat de quotas par les entreprises et pour financer les investissements dans les technologies bas carbone. Il faudrait donc

---

<sup>1</sup> Kolev G. (2021), « [Carbon border adjustment and other trade policy approaches for climate protection](https://rdcu.be/dlGyq) », Intereconomics <https://rdcu.be/dlGyq>.

<sup>2</sup> Commission européenne (2020), « Stepping up Europe's 2030 climate ambition - investing in a climate-neutral future for the benefit of our people - impact Assessment » SWD ; p. 176. final Part 1/2 and 2/2.

<sup>3</sup> Girard P.L., Le Gall C., Meignan W. et Wen P. (2022), « Croissance et décarbonation de l’économie », *Trésor Eco*, n° 315, DG Trésor octobre.

<sup>4</sup> Varga *et al.* (2021), « E-QUEST – A Multi-Region Sectoral Dynamic General Equilibrium Model with Energy », European Commission

mobiliser des aides publiques supplémentaires. Mais il en résultera des hausses de prélèvements obligatoires, ce qui va se traduire par une dégradation de la compétitivité et de la croissance potentielle. Un cercle vicieux négatif pourrait se créer entre finances publiques, prélèvements obligatoires, compétitivité, emploi, croissance, investissements, innovation et dépendance aux fournisseurs des pays tiers. Si certaines simulations macroéconomiques ne concluent pas à ces effets négatifs<sup>1</sup>, c'est que les caractéristiques de leurs modèles ne permettent pas de prendre en compte tous les effets indirects.

### ***Taxe sur les énergies carbonées avec redistribution sous forme de subventions avec aides publiques supplémentaires et ajout éventuel d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières***

L'impact macroéconomique d'une taxe carbone dépend du mode de recyclage des recettes, avec un équilibre entre l'efficacité économique et l'acceptabilité sociale<sup>2</sup>. Dans un système de taxe sur les énergies carbonées pour inciter à décarboner ou de quotas sur les émissions carbone, les entreprises doivent recevoir le produit des taxes ou des quotas pour ne pas perdre totalement en compétitivité vis-à-vis de leurs concurrents étrangers, au risque sinon de perdre une large partie de la base productive<sup>3</sup>. De même, si la taxe s'applique à la consommation d'énergie carbonée pour les ménages, il est nécessaire de leur redistribuer le produit de la taxe pour éviter de trop dégrader leur niveau de vie et d'accroître alors la pression à la hausse sur les salaires<sup>4</sup>. Cela plomberait encore plus la compétitivité du pays et donc cela accroîtrait les importations en provenance de pays plus carbonés, avec un impact négatif sur l'empreinte carbone du pays, comme on l'a expérimenté jusqu'ici.

Cependant, comme constaté au Canada<sup>5</sup> et en Autriche<sup>6</sup>, qui ont mis en place un tel dispositif, le reversement du produit de la taxe n'est pas suffisant pour financer les investissements dans la décarbonation des entreprises et des ménages. Ces investissements souvent très coûteux affaiblissent la compétitivité des entreprises si elles doivent payer elles-mêmes. D'autant qu'un tel mécanisme n'oriente pas fondamentalement la demande finale vers des produits moins carbonés, ce qui ne permet pas de rentabiliser les investissements dans la décarbonation. Ces investissements – pour passer à la voiture électrique ou sortir son logement du

---

<sup>1</sup> Par exemple Estrada et Santabarbara (201)

<sup>2</sup> Bureau D., Henriot F. et Schubert K. (2019) « [Pour le climat : une taxe juste, pas juste une taxe](#) », *op. cit.*

<sup>3</sup> FMI (2020), « Mitigating climate change, growth and distribution friendly strategy », WEO chapter 3

<sup>4</sup> Bureau *et al.* (2019), « [Pour le climat : une taxe juste, pas juste une taxe](#) », *op. cit.*

<sup>5</sup> Rabe et Borick (2012).

<sup>6</sup> Hanna *et al.* (2016).

chauffage au gaz ou au fioul – sont également très lourds pour les particuliers, qui ne peuvent y faire face sans des aides publiques importantes. Et s'ils maintiennent leurs émissions carbone directes à un niveau important, les particuliers sont très négativement affectés en termes de niveau de vie par la taxe.

Ces aides publiques complémentaires importantes vont dégrader les finances publiques et engendrer ainsi des prélèvements obligatoires supplémentaires<sup>1</sup>. Ces prélèvements portant directement sur les entreprises vont accentuer la dégradation de la compétitivité que génère la taxe, même avec un reversement aux entreprises et des aides supplémentaires aux investissements de décarbonation car ces aides ne financeront jamais totalement le coût total de l'investissement pour l'entreprise. De même, s'ils étaient prélevés uniquement sur les ménages, cela pousserait les salaires à la hausse pour chercher à compenser et cela dégraderait encore la compétitivité en faisant augmenter le coût du travail pour les entreprises. Ces effets négatifs combinés sur la compétitivité vont accentuer les importations et donc contribuer à faire baisser l'emploi, la croissance, les recettes publiques nettes, l'investissement et l'innovation dans un cercle vicieux amplificateur de ces effets négatifs.

Pour certains produits finis, le MACF pourra s'appliquer mais il ne compensera que partiellement car il ne pourra pas prendre en compte toutes les émissions des consommations intermédiaires qui auront eu lieu dans le pays d'origine des importations, voire dans d'autres pays où se situent des étapes de la chaîne de production. Par ailleurs, étendre le MACF à une large partie des produits importés comporterait un risque important de guerre commerciale, compte tenu des déclarations de la Chine et des États-Unis notamment. Des mesures de rétorsion contre les exportations européennes auraient des conséquences négatives profondes.

Ainsi, une taxe sur la consommation d'énergie carbonée par les entreprises et les ménages, même avec un reversement du produit de la taxe, des aides complémentaires et un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières, pourrait contribuer négativement à la compétitivité donc à la production locale, l'emploi, les finances publiques, la croissance potentielle dans un cercle vicieux qui va affaiblir l'économie, les niveaux de vie et augmenter l'empreinte carbone du fait d'importations en hausse en provenance de pays fortement carbonés comme le montre le document de travail de la BCE<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Pisani-Ferry et Mahfouz (2022).

<sup>2</sup> Schroeder C. et Stracca L. (2023), « Pollution havens? Carbon taxes, globalization, and the geography of emissions », European Central Bank, Working Paper Series, n° 2862.

### ***Développement des normes bas carbone et des subventions aux entreprises et aux ménages pour compenser les coûts***

Privilégier la généralisation de normes pour exclure les produits fortement carbonés (par exemple interdire la vente de véhicules thermiques à partir de 2035) et les technologies les plus carbonées (obliger à remplacer le charbon par de l'hydrogène vert pour la production d'acier) va faire monter les coûts de production et va induire de lourds investissements pour les entreprises et pour les ménages. Outre une moindre efficacité en termes de décarbonation<sup>1</sup>, la puissance publique doit mobiliser d'importantes aides publiques, comme c'est le cas pour subventionner l'achat de véhicules électriques et pour développer leur production<sup>2</sup>. Sinon, certaines entreprises tomberaient en faillite, avec des effets négatifs sur la croissance potentielle et l'emploi, car ce ne serait pas nécessairement les moins productives qui seraient éliminées. Comme les normes ne génèrent pas de recettes pour la puissance publique, les aides mobilisées pour accompagner même partiellement l'investissement dans la décarbonation par les entreprises et les ménages entraîneront une forte dégradation des finances publiques et donc une hausse des prélèvements obligatoires ou des taux d'intérêt. Cette hausse des prélèvements obligatoires portant sur les entreprises ou les ménages ou une hausse du coût des financements dégraderait la compétitivité, l'emploi, la croissance et donc les finances publiques et l'empreinte carbone du pays : ces effets négatifs s'auto-alimenteraient dans une trajectoire dégradante de la situation du pays. De plus, comme l'indique le Conseil d'analyse économique : « Le fait que les réglementations et subventions aux investissements verts soient généralement mieux acceptées que la taxe carbone ne doit pas faire illusion. En effet, le lien entre ces politiques conventionnelles et l'augmentation, généralement différée, des factures d'électricité ou d'énergie n'est pas toujours clair pour le grand public. Cependant les coûts sont bien réels, non sans rapport avec le ras-le-bol fiscal, avec des effets régressifs même s'ils sont peu perçus par le public »<sup>3</sup>.

Si des normes sur les produits finis peuvent s'appliquer également aux produits importés, c'est nettement moins le cas pour des normes relatives aux processus de production. Dans ce cas, la dégradation de la compétitivité est encore plus forte, car les entreprises étrangères peuvent facilement contourner ces contraintes, compte tenu de la complexité des chaînes de production internationales. Les multinationales

---

<sup>1</sup> Quinet A. (2019), *La valeur de l'action pour le climat. Une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques*, rapport France Stratégie, février.

<sup>2</sup> Levinson A. (2019) : « Energy efficiency standards are more regressive than energy taxes: Theory and evidence », *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, vol. 6, n° S1, mars.

<sup>3</sup> Bureau *et al.* (2019), « *Pour le climat : une taxe juste, pas juste une taxe* », *op. cit.*

françaises et européennes seront d'ailleurs incitées à localiser leurs sites de production hors du territoire européen, afin de préserver la compétitivité de leurs productions. Ce sera un vecteur supplémentaire de perte de compétitivité et d'attractivité, impliquant une hausse de l'empreinte carbone et une dégradation de la situation macro-économique et sociale.

***Une stratégie mise en œuvre sans regret : contribution carbone sur les produits de grande consommation finale avec mobilisation du produit de la taxe pour faire monter les revenus et mise en œuvre au préalable d'un étiquetage carbone obligatoire puis d'une comptabilité carbone***

La mise en place d'une contribution carbone sur les produits de consommation finale permettrait de taxer les émissions sur l'ensemble de la chaîne de production sans pénaliser les productions locales puisque les biens et services importés y seraient soumis (Blanchard et Tirole, 2021). Comme les produits français et européens sont généralement moins carbonés que les produits importés des pays tiers, cela avantagerait les productions locales, y compris si on prend en compte les modes de transport dans le contenu carbone.

Afin de ne pas pénaliser le pouvoir d'achat et donc de ne pas faire pression à la hausse sur les salaires, cette mesure devrait se combiner avec une hausse des revenus des ménages qui pourrait être réalisée en faisant baisser les prélèvements obligatoires (PO) de manière à ce que le taux de PO ne progresse pas. Par ailleurs, la baisse des prélèvements obligatoires peut être définie de manière à contribuer positivement à la compétitivité et à la réduction des inégalités. Or, en France comme dans les autres pays avancés, il est demandé aux politiques climatiques d'être efficaces, mais aussi d'être justes. C'est par l'opinion sur leurs impacts distributifs, presque autant que par le jugement quant à leurs incidences sur la réduction des émissions, que s'explique le degré de soutien dont bénéficient les différentes variantes de ces politiques<sup>1</sup>. Par exemple, un même montant de baisse des cotisations salariales peut être mis en place pour tous, avec la combinaison d'un système de primes vertes pour les bas salaires qui paient peu de cotisations salariales et pour les bas revenus ainsi que pour les revenus moyens qui n'en paient pas du tout, par exemple les retraités, les allocataires du RSA, les chômeurs, les adultes handicapés, etc. Ainsi, les bas revenus et moyens recevraient une compensation supérieure au surcoût du contenu carbone de leur

---

<sup>1</sup> Voir Dechezleprêtre *et al.* (2023), « Fighting climate change: International attitudes toward climate policies », *NBER*, n° 30265, juillet. et Cordonnier L. (2022), *Information et engagement climatique*, Fondation Descartes.

panier de consommation, alors que les plus hauts revenus recevraient une compensation inférieure en proportion de leur revenu. Notamment, les revenus des placements financiers ne devraient pas être compensés, ce qui renforcera le caractère redistributif et non anti-redistributif de cette mesure.

Le prix de la tonne carbone est défini au départ de manière à assurer l'équilibre des finances publiques (recettes de la contribution carbone égales à la baisse des cotisations salariales et primes vertes). Ensuite, lorsque la consommation se décarbone, le prix de la tonne carbone augmente régulièrement de manière à préserver les recettes publiques<sup>1</sup>, avec également un élargissement de la contribution carbone à d'autres biens et services.

Ainsi, dans un premier temps, la contribution carbone s'applique uniquement aux biens et services pour lesquels il est plus simple de calculer le contenu carbone et leur part dans le panier moyen de consommation par décile, donc essentiellement les biens et services de grande consommation. Cela peut commencer par s'appliquer sur certains produits avant d'être élargi, par exemple au départ : textiles, agroalimentaire, cosmétiques, automobiles et autres véhicules, produits de l'électronique, électroménager, billets d'avion, etc. La contribution s'appliquerait aux achats de toutes les personnes physiques sur le territoire, ce qui ne pénaliserait pas les exportations comme le système européen de quotas carbone le fait via les consommations intermédiaires des entreprises, car seule la consommation finale par les ménages serait concernée par la contribution.

Compte tenu de la hausse des salaires et des allocations perçues, les individus peuvent augmenter leur pouvoir d'achat en choisissant des produits moins carbonés même si ceux-ci sont plus chers que les produits plus carbonés avant que ces derniers portent la taxe. Comme cela concerne au départ les produits de grande consommation, tout le monde a la possibilité de choisir des produits moins carbonés donc moins chers que les plus carbonés (avec l'affichage carbone sur le produit), par exemple un paquet de riz moins carboné, un véhicule moins carboné, une chemise moins carbonée, un mobile moins carboné. Ainsi en orientant leur demande vers des produits moins carbonés et compte tenu de la hausse de leur revenu, les ménages voient leur pouvoir d'achat préservé, voire en hausse. C'est pourquoi au départ la contribution carbone ne doit pas s'ajouter au prix de l'essence, du gaz ou du fioul, car la partie de la population dépendante de son véhicule thermique ou de son chauffage au fioul ne pourrait pas facilement décarboner, notamment parce que l'investissement nécessaire est souvent trop important en proportion du revenu pour

---

<sup>1</sup> Voir par exemple Hildingsson R. et Knaggard A. (2022), « [The Swedish carbon tax: A resilient success](#) », in Caroline de la Porte et al. (dir.), *Successful Public Policy in the Nordic Countries: Cases, Lessons, Challenges*, Oxford.

beaucoup de ménages<sup>1</sup>. Les secteurs des transports et des bâtiments, quand les achats sont le fait des entreprises, seront couverts par le système de la contribution carbone, de même que les autres secteurs des services qui fournissent des prestations aux entreprises : la contribution carbone couvrira ainsi une large part de l’empreinte carbone du pays. D’autant que même sans payer de contribution carbone, les achats publics et les investissements publics pourront être mieux orientés vers des produits et des services moins carbonés. Pour le transport individuel des ménages et la consommation énergétique de leur logement, des mesures complémentaires pourront être mises en place pour inciter et accompagner les investissements des particuliers dans la décarbonation. On peut envisager par exemple un dispositif avec des opérateurs ensembliers qui portent l’investissement pour le particulier et se remboursent par les économies d’énergie générées<sup>2</sup>. Lorsqu’une bonne partie des logements et des véhicules individuels de transport auront été décarbonés, en particulier chez les ménages à bas revenus, la contribution carbone pourra s’étendre à cette partie de la consommation finale.

Cette contribution carbone sur les produits finis de grande consommation sera une forte incitation à décarboner les productions pour faire baisser le prix de vente au consommateur et ainsi faire augmenter la demande à l’entreprise (Krob *et al.* 2023). Comme l’indiquent Blanchard et Tirole (2021) de nombreuses sources avancent qu’il serait plus efficace de cibler directement les consommateurs plutôt que les producteurs (Poore et Nemecek, 2018). Cela assure une meilleure rentabilité des investissements de décarbonation tout en réduisant l’incertitude et par conséquent, cela réduit le besoin des aides publiques pour inciter et accompagner ces investissements des entreprises<sup>3</sup>. Ces économies pour la puissance publique permettront de financer les primes vertes. Ainsi, les investissements dans la décarbonation seront plus largement financés par les entreprises et moins par la puissance publique, ce qui contribuera à répondre aux besoins d’investissements annuels supplémentaires de l’ordre de 2 % du PIB pour être sur la trajectoire de neutralité carbone (Pisani-Ferry et Mahfouz, 2023)<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Pottier A. *et al.* (2020) « Qui émet du CO<sub>2</sub> ? Panorama critique des inégalités écologiques en France », FAERE Working Paper, n° 2020.15.

<sup>2</sup> Aussilloux V. et Baiz A. (2020), « [Comment accélérer la rénovation énergétique des logements](#) », *La Note d’analyse*, n° 95, France Stratégie, octobre.

<sup>3</sup> Comme l’indique le Conseil d’analyse économique, même si les aides publiques seront moins nécessaires, il restera fondamental, en complément à la tarification du carbone, de « soutenir l’innovation et les projets verts. Soumettre le choix de ces projets, les programmes de subventions correspondants et les réglementations techniques à une évaluation économique ex ante ou à des expérimentations à petite échelle afin de mettre en regard leur coût et le nombre de tonnes de carbone évitées ». Bureau *et al.* (2019), « Pour le climat : une taxe juste, pas juste une taxe », *op. cit.*

<sup>4</sup> Écalle F. (2023), « [Finances publiques et action pour le climat](#) », FIPECO, novembre.

De plus, comme le montre Chanut (2022)<sup>1</sup>, l'intensité carbone est variable entre produits d'une même catégorie. Donc orienter la demande finale vers les produits moins carbonés peut faire baisser sensiblement l'empreinte carbone du pays sans que cela se traduise au départ par de forts investissements des entreprises ou de la puissance publique. En termes d'efficacité et de bien-être, cette thèse met en évidence l'intérêt d'un système de contribution sur le contenu carbone des produits finis à un niveau fin. Cela va dans le sens de l'avis du CESE pour orienter la demande vers les produits moins polluants<sup>2</sup>. Cette étude établit que ce levier est un vecteur central pour aller vers la décarbonation tout en préservant la croissance. En effet, l'hétérogénéité de l'intensité carbone des produits mis en évidence dans cette analyse démontre qu'il y a une marge de manœuvre importante pour changer les caractéristiques de la consommation des ménages vers des produits moins carbonés.

Compte tenu des écarts de contenu carbone entre produits, les effets conséquents des simulations au niveau microéconomique conduisent à des conclusions positives au niveau macroéconomique. Par exemple, en comparant différentes mises en œuvre, l'analyse conclut qu'une politique de taxation qui se concentre sur l'hétérogénéité de l'intensité carbone entre mêmes produits et entre différentes catégories en tenant compte de la substituabilité entre eux peut conduire à une réduction substantielle des émissions. En outre, comme l'indiquent Blanchard et Tirole (2021), le recours aux nouveaux outils de mesure de l'impact environnemental, tels qu'Agribalyse, permet désormais d'évaluer assez facilement l'impact environnemental total de chaque produit alimentaire tout au long de son cycle de vie, et donc de déterminer la taxe adéquate à appliquer à chacun de ces produits.

Selon Chanut (2022), pour un prix de 100 euros de la tonne carbone, la taxe carbone des produits finis agroalimentaires réduirait leur contenu carbone de 19 % (et de 25 % pour 150 euros la tonne), ce qui est fondamental compte tenu de l'objectif de réduire les émissions de 55 % en 2030 par rapport à 1990. Les scénarios actuels prévoient une baisse de 16 % entre 2022 et 2030 pour l'agriculture (soit -27 % entre 1990 et 2030)<sup>3</sup>. La consommation finale des ménages – en excluant dans un premier temps les émissions directes liées au transport (achat d'essence et de gazole) et celles liées au chauffage (hors électricité) – correspond à 52 % des émissions de l'empreinte carbone de la France : 315 millions de tonnes sur 604 millions de tonnes en 2021<sup>4</sup>. En

---

<sup>1</sup> Chanut N. (2022), *Essays in Public and Environmental Economics*, London School of Economics and Political Science, juin. Voir aussi [annexe 3](#).

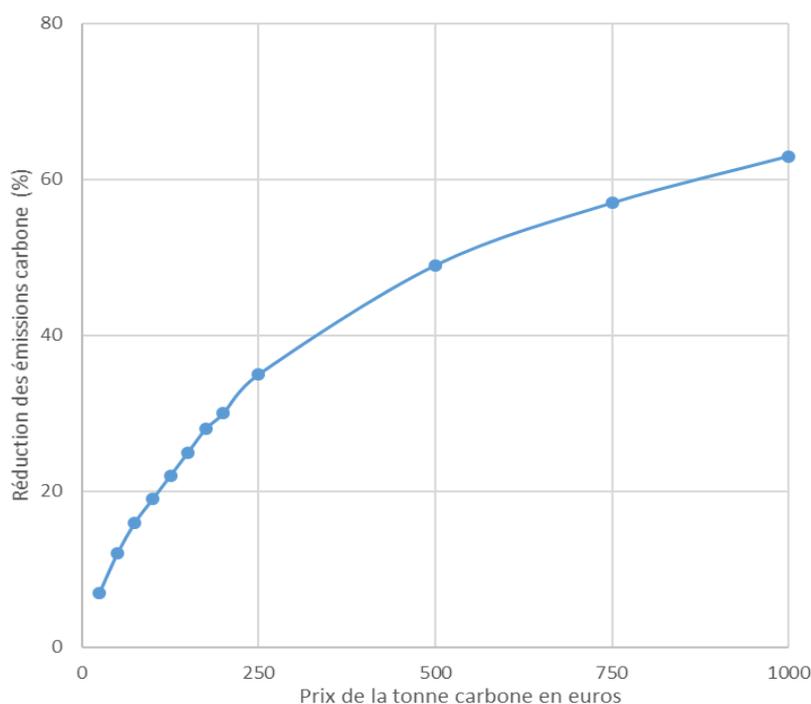
<sup>2</sup> Avis du CESE (2023), « [Consommation durable : favoriser une économie de la sobriété pour passer de la prise de conscience aux actes](#) », 12 juillet.

<sup>3</sup> SGPE (2023).

<sup>4</sup> Voir « [L'empreinte carbone de la France de 1995 à 2021](#) », sur le site du SDES.

2023, c'est 25% de l'empreinte carbone du pays juste pour les produits agro-alimentaires. En conclusion, la taxe permettrait donc de sécuriser une grande partie de l'objectif.

**Graphique 9 – Réduction des émissions des produits agroalimentaires en fonction du montant de la taxe carbone (en %)**



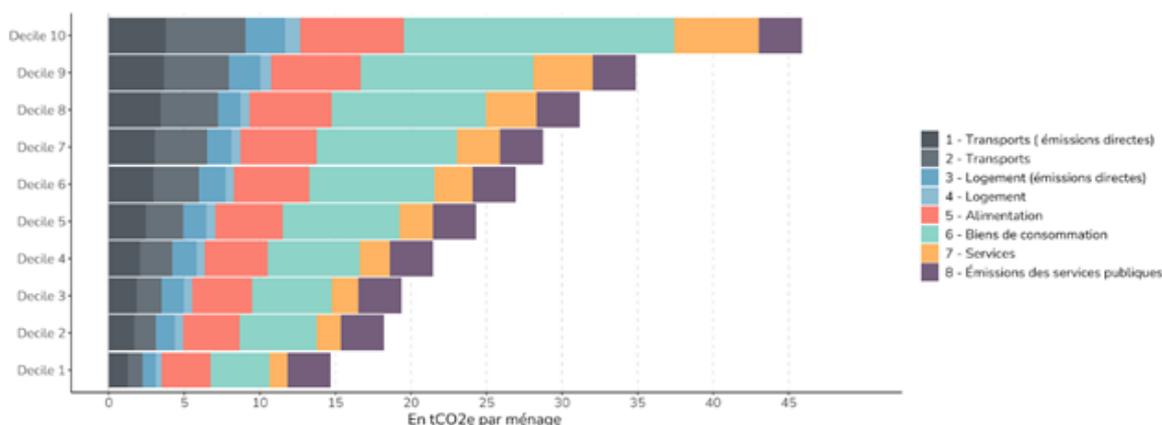
Lecture : le graphique illustre la réduction des émissions carbone agro-alimentaire en fonction du montant de la taxe carbone sur l'ensemble des produits finis de l'alimentation. Le premier point commence à 25 euros la tonne puis 25 euros supplémentaires pour chacun des points jusqu'à 250 euros la tonne.

Source : Chanut N. (2022)

L'alimentation représentant 25 % de l'empreinte carbone (dont 45 % des produits importés), une réduction des émissions de 19 % et 25 % pour un taux de taxe de 100 euros et 150 euros la tonne respectivement uniquement sur les produits agro-alimentaires donnerait déjà une baisse de 4,75 % et 6,2 % de l'empreinte carbone. C'est une contribution conséquente pour l'objectif de baisse de 23 % de l'empreinte carbone d'ici 2030 par rapport à 2021 (138 millions de tonnes en moins par rapport à l'empreinte carbone de 604 millions de tonnes en 2021). Si ces taux de décarbonation de la nourriture des ménages correspondent aux ordres de de grandeur de baisse si la taxe s'applique à l'ensemble des produits consommés par les ménages, cela présente un potentiel vraiment intéressant pour atteindre l'objectif de 2030. En orientant la demande vers des produits moins carbonés, la contribution carbone sur les produits finis pourrait conduire à une baisse de 60 et 79 millions de tonnes, soit

respectivement 43 % et 57 % de l'objectif de la planification écologique de baisse de 138 millions de tonnes d'ici 2030.

**Graphique 10 – Décomposition de l'empreinte carbone des déciles de niveau de vie par principaux postes de consommation (en tCO<sub>2</sub>e)**



Note : le poste alimentation représente pour le 3<sup>e</sup> décile une empreinte carbone de 4 tonnes de CO<sub>2</sub>.

Source : Malliet P. (2020), « La contribution des émissions importées à l'empreinte carbone de la France », Sciences Po publications

De plus, l'évolution des prix et de la consommation par le biais de la taxe génère des effets de réduction des émissions carbone beaucoup plus rapides que les instruments concentrés sur l'évolution de l'offre car la demande s'oriente rapidement vers des produits moins carbonés déjà existants.

L'analyse montre qu'en ciblant la taxe sur le contenu carbone des produits, l'impact est faible en termes de bien-être car il y a des écarts de contenu carbone importants au sein d'une même catégorie de produits : le « coût » pour le consommateur de changer ses comportements d'achat au sein d'une catégorie de produits finis est relativement plus faible que d'opérer des changements de comportement entre différentes catégories. Ainsi, orienter la demande vers des produits moins carbonés au sein de chaque catégorie n'impacte que très faiblement le bien-être, tout en générant une bonne réduction des émissions carbone.

Pour un prix de la tonne carbone de 100 euros, les taux de taxe médian et moyen des produits seraient respectivement de 4,8 % et 6,8 %. Pour un prix de la tonne carbone de 150 euros, ce serait respectivement 7,3 % et 10,3 %. 5 % des produits auraient une taxe supérieure à 18 % pour une taxe à 100 euros la tonne, et supérieure à 27 % pour une taxe à 150 euros la tonne. Ces pourcentages sont d'un ordre de grandeur qui

contribuerait à inverser l'ordre de prix entre une voiture thermique et le même modèle électrique, compte tenu des écarts des bilans carbone sur l'ensemble du cycle de vie. Une des conclusions clés de cette étude est que la mise en œuvre de la taxe en fonction du contenu carbone de chaque produit a un effet positif plus efficace que les autres mesures car elle optimise la mobilisation des fortes élasticités de substitution entre produits très substituables qui ont des écarts de contenu carbone parfois importants.

L'Académie des technologies pointe la nécessité absolue de modifier drastiquement les comportements de consommation car ni la technologie, ni les énergies décarbonées ne pourront être déployées à une vitesse suffisante pour limiter le réchauffement climatique à 1,5° en 2100<sup>1</sup>. L'innovation restera cruciale car compter sur la seule sobriété conduirait à imposer des sacrifices et des frustrations trop impopulaires. De fait, les innovations sont essentielles pour promouvoir les modes de production plus économes en ressources critiques, afin de permettre un découplage maximal entre la satisfaction des besoins et l'impact environnemental.

En orientant la demande vers des produits moins carbonés, la contribution carbone sur les produits finis va soutenir le développement plus rapide des technologies bas carbone en France et en Europe. Ainsi, un tel système aidera les entreprises françaises et européennes à développer ces technologies et à s'assurer un leadership sur certains segments du marché. Cela permettra de mieux positionner la France et l'Union européenne à la frontière des technologies décarbonées en soutenant les innovations, leur industrialisation et leur diffusion dans des domaines très divers<sup>2</sup>.

Comme les revenus augmentent sans accroître le coût du travail, la mise en place de cette taxe carbone ne se traduit pas par une pression à la hausse des salaires qui affecterait la compétitivité. Au contraire, cela améliorerait la compétitivité du pays, dans un contexte de déficit courant, et l'attractivité du fait du mix énergétique moins carboné, ce qui aura un impact positif sur la croissance potentielle, donc l'emploi, le niveau de vie, les finances publiques et l'innovation par rapport au scénario actuel. Cela créera ainsi un cercle vertueux en faveur de la croissance soutenable.

Comme c'est une mesure de fiscalité interne et non de taxe aux frontières ni de la TVA, elle peut être mise en œuvre au départ par quelques pays européens seulement sans nécessairement s'appliquer à l'échelle européenne, ce qui pourrait prendre beaucoup

---

<sup>1</sup> Académie des technologies (2022), « [Matières à penser sur la sobriété. Synthèse du séminaire 2022 de l'Académie des technologies](#) ».

<sup>2</sup> Fleckinger P. et Prévot A. (2023), « [Décarbonation, réindustrialisation et entreprises de taille intermédiaire](#) », *op. cit.*

de temps. Après quelques années, elle pourrait être généralisée, ce qui permettrait d'activer le levier le plus puissant dont dispose l'Union européenne pour inciter à la décarbonation dans les pays tiers<sup>1</sup> : la taille du marché unique dont dépendent certaines entreprises dans ces pays. En commençant par décarboner leurs productions qui alimentent les exportations vers l'Europe, les pays tiers s'engageraient dans une dynamique plus rapide et volontariste de décarbonation. Cela constitue une condition indispensable pour réellement agir contre le changement climatique, compte tenu de la part mondiale des émissions de carbone que représentent la Chine, les États-Unis et d'autres pays tiers pour lesquels le marché européen est incontournable. Même si, au départ, ces pays concentraient leur décarbonation sur les productions exportées vers l'Europe, il faut avoir à l'esprit que la plupart des chaînes de production de biens exportés vers l'Europe ont une part de leur production qui va sur le marché local ou sur des marchés d'autres pays tiers. Si ces pays sont incités à décarboner leurs sites de production pour servir le marché européen, cela aura donc un effet de réduction des émissions pour les produits de ces sites de production qui restent sur le marché local ou qui vont dans des pays tiers. Cela inciterait également à développer de nouvelles technologies et des sources d'énergie verte, en particulier pour la Chine compte tenu de l'importance du marché européen. À moyen terme, cela aiderait à ce que ces technologies se diffusent largement au sein du pays, y compris pour produire des biens et services à destination de la demande locale et des pays tiers.

La contribution carbone peut se combiner avec le MACF et le système ETS, en retirant les parts du contenu carbone qui ont déjà financé ces deux mécanismes mais en tenant compte de l'écart entre le prix du carbone de l'ETS et celui de la taxe carbone sur les produits finis, pour laquelle le prix de la tonne carbone est défini au niveau national. Pour les entreprises étrangères, les taxes carbone déjà payées dans leur processus de production pourraient également être déduites, à condition que l'entreprise ait mis en place une comptabilité carbone validée par l'organisme certificateur. Ainsi, cela inciterait par exemple la Chine à faire monter le prix des quotas carbone sur son marché, car de cette manière les recettes lui reviendraient. La hausse du prix des quotas carbone sur le marché chinois serait un vecteur majeur de décarbonation de ses productions.

Le prix de la tonne carbone pour la contribution carbone pourrait rapidement atteindre un niveau bien plus élevé que l'ETS. Par exemple, un prix à 200 euros la tonne pourrait être plus efficace et plus cohérent avec l'objectif de zéro émissions nettes. Ce prix peut croître régulièrement pour renforcer l'incitation et maintenir les recettes publiques au

---

<sup>1</sup> Jean S. et Tersen D. (2023), « [Climat et commerce pour un multilatéralisme commun](#) », Terra nova.

fur et à mesure que la consommation se décarbone. Comme, en 2050, si l'Europe et la France atteignent l'objectif de neutralité carbone, l'empreinte carbone sera toujours de 2 tonnes par tête, la contribution carbone pour un prix de 900 euros la tonne carbone préservera le montant de recettes de la contribution carbone. Par ailleurs, la contribution carbone devra devenir une contribution environnementale après quelques années (par exemple 6 ou 8 ans après sa première mise en œuvre<sup>1</sup>) qui prendra en compte l'ensemble de l'impact environnemental des produits sur la biodiversité et les pollutions en complément du contenu carbone (OCDE, 2023b)<sup>2</sup>, en s'appliquant à l'ensemble des biens et services de consommation finale. Annoncé dès le départ, cet élargissement aux autres dimensions environnementales incitera les entreprises à choisir des processus de production avec moins d'impacts sur la biodiversité, par exemple. Cela sera une bonne incitation dès le départ, compte tenu de la durée de vie des investissements. Comme l'indique l'Ademe, l'écoconception a été pensée en ce sens, en définissant une méthodologie permettant d'évaluer l'impact des produits, services ou procédés sur l'ensemble des dimensions environnementales dont climatiques, et en proposant des leviers d'actions pour les réduire. Sa force consiste à raisonner en analyse de cycle de vie (ACV), de façon « multicritères », pour aboutir à une solution dont l'empreinte environnementale sera la plus limitée possible. Pour les entreprises, elle constitue un outil d'aide à la décision. Cette méthode peut même être source d'innovation, qu'elle soit technique ou portant sur les modèles d'affaires, avec l'économie de la fonctionnalité, par exemple. C'est pour accompagner les entreprises que Bpifrance et l'ADEME ont lancé en janvier 2023 « Diag Écoconception », un dispositif d'accompagnement des PME à l'écoconception, réalisé par des experts selon une démarche encadrée et avec un tarif subventionné. Yoann Bibollet de la société TSL Outdoor en résume ainsi les apports : « Ce diagnostic nous a permis d'approfondir nos connaissances sur la réalisation d'une ACV et de définir des pistes d'amélioration quantifiées de l'impact environnemental de nos produits, de clarifier et de structurer notre démarche d'écoconception, et de définir des arguments marketing fiables sur cette démarche. »

Les études réalisées par l'Ademe ont montré qu'une démarche d'écoconception apporte quatre types de bénéfices aux entreprises : le développement de nouvelles offres pour de nouveaux marchés et de nouveaux clients ; la sécurisation des approvisionnements et l'anticipation des contraintes des marchés et des

---

<sup>1</sup> Sur cette période, il faudra accompagner les experts scientifiques au niveau international pour définir une méthode validée par une large majorité pour faire le calcul des impacts sur la biodiversité, car aujourd'hui, contrairement aux émissions de gaz à effet de serre, il n'y a pas encore de consensus entre les scientifiques.

<sup>2</sup> OCDE (2023b), « [Carbon Management: Bioeconomy and Beyond](#) », Publication OCDE, 30 novembre.

réglementations environnementales ; une contribution puissante à l'image de l'entreprise ; enfin, l'accroissement du chiffre d'affaires de l'entreprise tout en améliorant la satisfaction des clients. Dans l'étude Ademe 2017 réalisée auprès d'un panel de dix entreprises volontaires, engagées dans l'écoconception depuis plus de 3 ans, 34 % des entreprises ont constaté une augmentation du volume des ventes, dont une augmentation significative pour 6 % d'entre elles. Ce sont surtout les entreprises de 50 salariés ou moins et celles qui en sont à un niveau généralisé de la démarche qui perçoivent cette augmentation. 30 % des entreprises ont mesuré une augmentation de la marge, et même de façon significative pour 7 % d'entre elles. 48 % ont noté une stabilité de la marge. Cette première étude a été reconduite en 2023 pour approfondir les premiers résultats des avantages économiques et financiers de l'écoconception. Sur l'ensemble du panel, les résultats de l'étude montrent que les entreprises estiment qu'il y a un bénéfice de la démarche, en particulier en matière de perception de l'évolution du chiffre d'affaires.

Une alternative à la baisse des cotisations salariales et à la mise en place de primes vertes peut être une baisse de la TVA au taux minimum exigé par la réglementation européenne. Par exemple, la France pourrait passer d'un taux normal de TVA de 20 % à 15 % et elle appliquerait une taxe carbone sur la consommation finale de biens et services en fonction du contenu carbone de chaque bien et service pour un montant de recettes publiques équivalent aux pertes de recettes liées à la baisse du taux de TVA.

Pour la taxe carbone sur les produits finis de grande consommation, il faudrait une mesure fiable du contenu carbone des produits. Il existe des développements de logiciels et de bases de données qui peuvent servir de référence pour ce calcul. Mais il faut que les entreprises françaises et étrangères aient la possibilité de défendre de manière robuste que le contenu carbone de leur produit est plus faible, avec une validation par un organisme certificateur international labellisé par les autorités françaises ou européennes.

Pour fonder la taxe carbone sur une mesure plus sûre et plus objective du contenu carbone des biens et services, la France et l'Europe peuvent dans un premier temps imposer rapidement un étiquetage carbone sur la plupart des produits de grande consommation. Dans une première étape, cela peut s'appuyer sur une base de données similaire à celle construite par le CGDD et l'Ademe pour l'étiquetage environnemental dans l'agroalimentaire et le textile, mais élargie aux autres secteurs. Les entreprises pourraient l'utiliser pour le calcul du contenu carbone de chacun de leurs produits.

L'étiquetage carbone exercera une incitation à la décarbonation car l'image de marque du produit pourra être dégradée si son contenu carbone est plus mauvais que celui des produits comparables, par exemple pour les véhicules électriques mais aussi pour tous produits de grande consommation. Ainsi les entreprises seront davantage incitées à s'engager dans la décarbonation et à choisir des fournisseurs moins carbonés. Ces derniers, même à l'étranger, seront également incités à se décarboner, au risque sinon de perdre leurs clients (Blanchard et Tirole, 2021).

L'imposition de cet étiquetage inciterait fortement les entreprises à développer une comptabilité carbone (Blanchard et Tirole, 2021), notamment pour celles qui voudraient argumenter qu'elles sont moins carbonées que ce que donne la base de données. Ainsi, se développerait une double comptabilité au sein des entreprises et dans l'ensemble des chaînes de production : en parallèle des factures en euros serait inclus le contenu carbone dans les factures entre fournisseurs et clients<sup>1</sup>. Des initiatives en cours démontrent que ce développement ne serait ni complexe ni coûteux<sup>2</sup>. Ainsi une entreprise pourrait argumenter de manière objective que le contenu carbone de ses produits est plus faible que ce que la base de données indique pour le calcul de l'étiquetage. Deux ou trois ans après l'annonce de l'obligation d'étiquetage carbone, il devrait être possible de rendre obligatoire la comptabilité carbone pour les entreprises de plus de 500 salariés qui ont déjà une obligation de bilan carbone. Dans un deuxième temps, cela inciterait les PME à faire de même et des aides spécifiques pourraient les y encourager.

Après trois ou quatre ans, la comptabilité carbone pourrait ainsi être largement répandue au sein des entreprises françaises et européennes. Il serait alors possible de passer à la contribution carbone puisque la mesure du contenu carbone des produits serait beaucoup plus robuste. Par ailleurs, l'obligation d'étiquetage et le développement de la comptabilité carbone en France et en Europe inciteront fortement les entreprises des pays partenaires à s'y mettre, pour justifier que le contenu carbone de leurs produits est plus faible que ce que donne la base de données. Il faudra un organisme certificateur labellisé par l'État français ou l'Union européenne pour valider leur comptabilité carbone sur la base des factures avec une possibilité d'investiguer sur site comme pour les labels RSE.

En outre, les entreprises françaises et européennes se fournissant auprès d'entreprises qui n'ont pas développé leur comptabilité carbone soit en Europe, soit

---

<sup>1</sup> Fleckinger P. et Prévet A. (2023), *op. cit.*

<sup>2</sup> En France par le collectif Carbones sur factures et aux États-Unis par l'Institut e-Liabilities. Voir Kaplan-Ramanna (2021) et Meunier (2023).

dans les pays tiers vont les inciter fortement à le faire. Sinon, elles changeront de fournisseurs car elles ne pourront justifier un contenu carbone plus faible que ce qu'indique la base de données. Si le contenu carbone est plus élevé que ce qu'indique la base de données, les entreprises ne seront pas incitées à développer leur comptabilité carbone mais avec la perspective de l'obligation, elles seront incitées à décarboner.

L'étiquetage carbone et la comptabilité carbone sont des mesures qui ont des faibles coûts de mise en œuvre pour les entreprises si la puissance publique aide à développer les bases de données et les logiciels pour faciliter la mise en œuvre. Des startups et des collectifs d'entreprises<sup>1</sup> sont déjà engagés dans cette voie pour élaborer une norme commune en matière d'empreinte carbone des produits et mettre en place un système d'échange de données automatisé. Au niveau des institutions internationales et des instituts de recherche académiques, des travaux sont en cours en ce sens<sup>2</sup>.

Les puissances publiques en France et dans les autres États membres pourront renforcer rapidement les conditions relatives au contenu carbone dans le cadre des achats publics, en s'appuyant d'abord sur l'étiquetage carbone puis rapidement sur la comptabilité carbone des entreprises. Ce sera un vecteur puissant pour inciter les entreprises à passer à la comptabilité carbone, et donc pour accélérer la décarbonation et la mise en place de la contribution carbone, compte tenu de l'importance des achats publics dans la demande finale.

## 6. Conclusion

La contribution carbone sur les produits finis avec hausse préalable des revenus des ménages présente le meilleur potentiel pour une transition écologique juste, rapide et efficace sans dégrader le pouvoir d'achat, l'emploi, la compétitivité, l'attractivité, la croissance potentielle et les finances publiques.

Parmi les autres mesures multisectorielles de décarbonation, la combinaison de la contribution carbone sur les produits finis avec une baisse des prélèvements obligatoires pour faire monter les revenus des ménages serait la seule qui ne

---

<sup>1</sup> Par exemple [PACT Pathfinder](#) ; et [Together for Sustainability](#).

<sup>2</sup> Voir par exemple OCDE (2023a), « National accounting systems as a foundation for embedded emissions accounting in trade-related climate policies », White Paper, novembre ; Reeve A. et Aisbet E. (2022) « [National accounting systems as a foundation for embedded emissions accounting in trade-related climate policies](#) », *Journal of Cleaner Production*, vol. 371, 15 octobre, N° 133678.

dégraderait pas la compétitivité et donc qui ne se traduirait pas par une baisse de l'emploi, de la base industrielle et des finances publiques. Au contraire, elle améliorerait l'attractivité et la compétitivité, et entraînerait donc une croissance de la base industrielle, de l'emploi et des finances publiques, tout en renforçant la souveraineté et la capacité technologique, ainsi que la capacité à développer les innovations nécessaires pour faire face aux enjeux sociétaux. Compte tenu de l'effet positif sur la base productive, sur l'investissement et les innovations, ainsi que sur les finances publiques donc sur la capacité d'investissement dans les infrastructures et le capital humain, il y a une bonne probabilité pour qu'une telle mesure puisse influencer positivement les gains de productivité, par contraste avec les autres mesures transversales de décarbonation qui pénalisent la compétitivité.

En orientant la demande vers les biens et les services à faible impact environnemental, elle permettra d'orienter le système de production et de consommation vers l'économie circulaire et donc vers un système économique durable beaucoup moins impactant sur l'environnement, tout en préservant voire en améliorant la qualité de vie.

En sécurisant et en rentabilisant les investissements de décarbonation, elle fera porter une plus large part des investissements sur le secteur privé et une moindre part sur la puissance publique.

Elle pourrait être mise en œuvre rapidement et donc en cohérence avec l'objectif de neutralité carbone en 2050, avec des effets rapides comme l'illustre la microsimulation. Cela permettrait de contribuer de manière substantielle – de l'ordre de la moitié – à atteindre l'objectif de la France de baisse de 138 millions de tonnes de carbone d'ici 2030. Par ailleurs, elle exercera une forte influence sur les pays tiers en faveur de la décarbonation, compte tenu de l'importance du marché européen et du fait que d'autres pays tiers pro-environnementaux pourront la mettre en place, car ce sera de leur intérêt. Ainsi, elle aura un impact puissant sur la décarbonation à l'échelle de la planète et sur la prise en compte des autres dimensions environnementales. Ce serait enfin un vecteur puissant pour développer de nouvelles innovations fondamentales en faveur de la préservation de l'environnement et donc de l'humanité, ainsi que pour leur diffusion à l'échelle mondiale.

## Taxation carbone sur les énergies fossiles

### Faits stylisés sur la base d'un modèle d'équilibre général<sup>1</sup>

---

Cette annexe présente une version adaptée – par Mathieu Boulot et Noémie Lisack de la Banque de France – du modèle d'équilibre général multi-secteurs et multi-pays développé par Devulder et Lisack (2020). Le scénario analysé est proche du système européen de SEQE et MACF avec la tarification carbone qu'impose l'achat des quotas correspond à une taxe, calibrée sur les émissions domestiques de CO<sub>2</sub> par les entreprises<sup>2</sup>, qui porte sur la consommation intermédiaire d'énergies fossiles. Le modèle est ensuite complété pour définir un équilibre général en ajoutant un ménage représentatif dans chaque pays, qui fournit de la main-d'œuvre de manière inélastique sur un marché du travail national sans friction et consomme des biens provenant de tous les pays<sup>3</sup>. Elle est payée par les entreprises européennes, qui sont supposées la répercuter dans leurs prix de vente alors que les recettes fiscales sont reversées à ce ménage représentatif pour éviter d'avoir la pression à la hausse des salaires et donc de plomber encore plus la compétitivité. Cependant, cette redistribution de la taxe au ménage n'existe pas dans le système européen actuel et donc les impacts négatifs illustrés ci-dessous sont plus importants en réalité que les chiffres donnés. Par ailleurs, le montant de la taxe simulé est de moitié inférieur à la situation actuelle, donc les impacts sont au moins deux fois plus élevés. Les taxes européennes ont deux composantes : une taxation des émissions de production domestiques au titre des quotas carbone<sup>4</sup> et une taxation sous forme d'achat du prix des quotas pour les émissions incorporées dans les importations en provenance du reste du monde<sup>5</sup>. Les taux de taxe sont fixes et calibrés sur la base des émissions carbone *ex ante*. Ces

---

<sup>1</sup> Cette annexe a été réalisée par Mathieu Boulot et Noémie Lisack (Banque de France).

<sup>2</sup> Les émissions directes des ménages (par exemple le chauffage) ainsi que les émissions de gaz à effet de serre autres que le CO<sub>2</sub> sont exclus du champ de la taxe.

<sup>3</sup> L'économie mondiale est représentée comme un ensemble de zones géographiques, composées chacune d'un grand nombre de secteurs interdépendants. La version du modèle utilisée dans ce chapitre comporte 4 zones : la France (FR), le reste de l'Europe (ROEU), les États-Unis (US) et le reste du monde (ROW), et 80 secteurs au sein de chaque zone (dont 10 secteurs producteurs d'énergie).

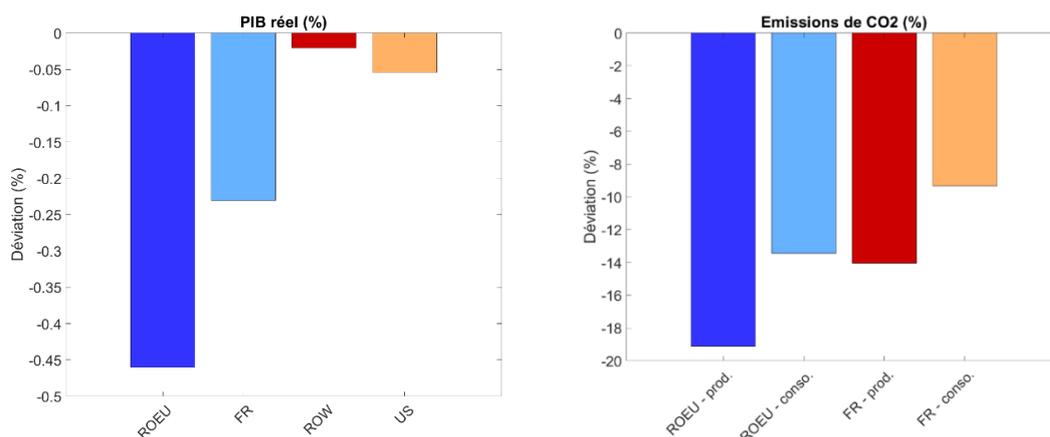
<sup>4</sup> Cette taxe couvre environ 45 % des émissions domestiques de CO<sub>2</sub> des entreprises européennes.

<sup>5</sup> Cette taxe aux frontières est payée par les importateurs et calibrée de sorte que la taxation totale pesant sur les biens importés reflète le prix du carbone européen.

taxes ne portent que sur les secteurs déjà couverts par le marché européen du carbone (EU-ETS).<sup>1</sup>

Sur la base de cette spécification stylisée, la taxe carbone n'affectant pas tous les secteurs uniformément, elle modifie les prix relatifs de certains intrants (par exemple les énergies fossiles) et introduit donc des distorsions dans les chaînes de valeur. Ces distorsions dégradent l'allocation des ressources dans l'économie et conduisent à une diminution de l'activité en Europe avec toutefois un impact positif sur les émissions carbone (Graphique A1). La production domestique française étant en moyenne plus décarbonée que la production européenne dans son ensemble, le PIB français (FR) (et ses émissions carbone) se contracterait toutefois moins que le PIB du reste de l'Europe (ROEU). Les États-Unis (US) et le reste du monde (ROW) seraient également marginalement affectés du fait des interdépendances commerciales entre les zones.<sup>2</sup>

**Graphique A1 – Impact sur le PIB réel (graphique de gauche) et sur les émissions de CO<sub>2</sub> (graphique de droite) en % d'écart au compte central**



Note: dans le graphique de droite le terme « production » désigne les émissions liées à la production domestique ; « consommation » désigne les émissions liées à la consommation domestique.

Source : Mathieu Boulot et Noémie Lisack (Banque de France)

<sup>1</sup> Les taux de taxe sont calibrés sur la base des émissions de carbone *ex ante* des secteurs, en prenant pour référence une hausse du prix de la tonne de CO<sub>2</sub> de 50 euros en UE (ce qui est en-deçà du prix actuel de 80 et 100 euros/tCO<sub>2</sub> pour les établissements industriels couverts). Les taxes sur les émissions incorporées importées sont fixées au niveau européen ; la taxe carbone domestique peut être modulée séparément en France et dans le reste de l'Europe.

<sup>2</sup> Les zones et secteurs sont connectés par des flux de biens finaux comme intermédiaires. La matrice inputs-outputs du réseau de production, qui représente la totalité des flux de biens et services entre secteurs et zones, est calibrée à l'aide de la base de données Exiobase3. Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la production domestique sont également calibrées à l'aide d'Exiobase3. Étant donné la matrice inputs-outputs et les émissions domestiques, les émissions incorporées (hors émissions directes des ménages, qui ne sont pas prises en compte dans l'analyse) sont calculées à l'aide de la méthodologie développée par Yamano et Guilhoto (2020).

La taxe carbone rehaussant les coûts des entreprises à la fois directement (les entreprises paient une taxe sur certains de leurs intrants) et indirectement (la taxe conduit les entreprises à augmenter leurs prix de vente, et donc le prix des intrants des autres entreprises), elle se traduirait donc également par une hausse du niveau général des prix en Europe (IPC) vis-à-vis des États-Unis et du reste du monde, c'est-à-dire par une appréciation du taux de change réel européen (autour de 1 %), ce qui entraîne une perte de compétitivité globale vis-à-vis des États-Unis et du reste du monde.

### ***Limites de l'évaluation***

Par construction, le modèle se concentre sur un canal précis de propagation d'une hausse du prix du carbone : les chaînes de valeur. À ce titre, il néglige d'autres canaux qui pourraient renforcer l'impact macroéconomique négatif de la taxe (*i.e.* frictions dans la réallocation des facteurs de production entre secteurs) ou au contraire le limiter (*i.e.* investissements dans l'efficacité énergétique). Par ailleurs, ce modèle ne permet pas de simuler l'impact d'une absence de redistribution de la taxe carbone vers les ménages, ce qui amplifierait l'impact négatif sur l'activité et la compétitivité des entreprises en raison de la pression à la hausse des salaires face à la hausse des prix.

## Du rôle de la politique monétaire

---

Comme le rappellent Angeli *et al.* (2022), la politique des banques centrales ne peut pas résoudre le changement climatique mais ce dernier aura clairement un impact sur la politique monétaire à court, moyen et long termes. Partant du principe que l'objectif principal d'une banque centrale comme la BCE ne change pas – la stabilité des prix à moyen terme –, il y aura plusieurs canaux par lesquels le changement climatique et la transition vers la neutralité carbone vont impacter la conduite de la politique monétaire.

Par essence, l'environnement macroéconomique dans lequel la banque centrale opère est tributaire des changements structurels qui mettent du temps à se matérialiser et auxquels la banque centrale doit faire face et s'adapter. Par son objectif de stabilité des prix, la banque centrale doit pouvoir distinguer les chocs cycliques de court terme des chocs structurels affectant durablement les équilibres macroéconomiques. À long terme, pour autant que l'objectif d'inflation soit atteint, le taux de politique monétaire doit être celui qui permette à la croissance économique observée d'être à son potentiel. En d'autres termes, la croissance tendancielle se rapproche du concept de taux d'intérêt d'équilibre réel, lequel est influencé par des changements structurels tels que le changement climatique et les politiques de transition climatiques.

Ce taux d'intérêt d'équilibre,  $R^*$ , peut aussi être vu comme le prix de marché qui équilibre la demande de capital – émanant des entreprises pour augmenter leurs capacités de production mais également des ménages et de l'État – et l'offre de capital générée par les ménages et l'État accumulant de l'épargne. Sur cette base conceptuelle,  $R^*$  est le taux de rendement sans risque sur les obligations d'État et, à l'équilibre, est égal au rendement marginal d'une unité de capital diminué de la prime de risque pour compenser les épargnants de l'incertitude de leurs placements caractérisée par la volatilité du rendement. La réaction de la banque centrale aux chocs climatique et de transition dépendra donc des variables que celles-ci affecteront, selon que ce soit la croissance à long terme ou la prime de risque.

L'augmentation de la probabilité des risques sanitaire et physique liés au changement climatique va augmenter l'incertitude du rendement du capital, ce qui va pousser à la hausse la prime de risque et à la baisse la demande d'investissement (en raison de la hausse des coûts de financement), alors que dans le même temps les ménages

augmenteront leur épargne de précaution. Cela poussera à la baisse  $R^*$  comme dans le cas d'une baisse de la productivité directe (perte en capital) ou indirectement à une réduction de l'usage des investissements polluants (au lieu d'innover). En revanche, la transition climatique peut avoir des effets plus nuancés sur le taux d'équilibre  $R^*$ . D'un côté, la transition vers la neutralité carbone va demander des investissements importants, donc la demande qui va augmenter  $R^*$ . Il en sera de même si les technologies dites « vertes » ont une productivité supérieure en moyenne. De l'autre, la prime de risque peut augmenter – ce qui affecterait à la baisse  $R^*$  – si les épargnants considèrent les investissements verts plus risqués en raison de rendements plus incertains<sup>1</sup>.

En ce qui concerne l'impact d'une politique de transition climatique (sous la forme d'une taxe ou de quotas d'émissions) sur le comportement de la banque centrale, trois scénarios peuvent être envisagés comme discutés dans Dees et al. (2023).

Le premier cas de figure est celui de la stagflation (scénario 1 dans Dees *et al.*, 2023). Dans ce scénario, une hausse abrupte, car retardée, du prix du carbone, combinée aux incertitudes par rapport au succès de la politique de transition, conduit à une détérioration des conditions de l'offre, ce qui génère une hausse de l'inflation mais une baisse de la croissance économique. Pour rester crédible et stabiliser à terme les anticipations d'inflation, la banque centrale n'aurait d'autre choix que de rendre plus restrictive sa politique monétaire, ce qui accentuerait le ralentissement économique. En revanche, en cas de déflation générée par une baisse de la demande (scénario 2), la politique monétaire serait accommodante afin d'atteindre son objectif de stabilité des prix. Par ailleurs, dans l'hypothèse d'une hausse de l'offre de capital (via une hausse de l'endettement public) qui s'accompagnerait d'une hausse des investissements, la politique monétaire serait également restrictive mais dans une moindre mesure que dans le cas de la stagflation, compte tenu des gains de productivité attendus des investissements, sauf que ces gains de productivité ne sont pas garantis comme le montre le rapport Pisani et Mahfouz (2023). Enfin, en cas de hausse des investissements privés sans effet d'éviction, la politique monétaire serait globalement neutre (scénario 3).

Les précédents scénarios postulent que la banque centrale vise à préserver sa crédibilité en mettant tout en œuvre pour atteindre son objectif de politique monétaire. Cependant, nous pourrions imaginer que, pour diverses raisons d'ordre politique, la

---

<sup>1</sup> Sous l'hypothèse que l'État devra s'endetter davantage (donc moins épargner) pour faire face aux investissements en infrastructure, la moindre épargne globale – à demande d'investissement inchangée – fera augmenter le taux d'équilibre  $R^*$ .

banque centrale soit tentée d'accommoder la hausse de l'inflation générée par la taxe carbone alors que la croissance économique baisse. Au-delà de l'impact négatif sur sa crédibilité, cette politique monétaire accommodante pourrait entraîner une moindre substitution du travail à l'énergie – via une hausse de l'emploi et des salaires – tout en rendant moins chers les investissements par rapport au travail à l'équilibre<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> C'est un résultat inverse de celui discuté dans l'encadré 6 du rapport thématique sur la compétitivité de Pisani-Ferry et Mahfouz (2023), obtenu sur la base d'une simulation du modèle CephreHANK réalisé par le Cepremap. Voir en particulier Cepremap (2023), « [Taxe carbone : quelles politiques macroéconomiques pour favoriser son acceptabilité ?](#) », *Note de l'Observatoire Macro*, n° 2023-01.

## Contribution carbone sur les produits finis de grande consommation : simulation des impacts micro sur les produits de l'agroalimentaire

---

Cette annexe présente une simulation micro de l'impact d'une taxation carbone sur les produits agroalimentaires achetés par les ménages en se fondant sur la thèse de Nicolas Chanut encadrée par Philippe Aghion et Xavier Jaravel<sup>1</sup>.

Au sein des catégories étroites de produits, il y a de fortes variations du contenu carbone. La microsimulation réalisée établit qu'une taxe carbone sur les produits finis génère d'importants gains d'efficacité. Car l'analyse montre qu'en faisant évoluer la consommation vers des produits moins carbonés déjà existants, il est possible de faire baisser l'empreinte carbone de manière conséquente et rapide, en évitant de juste se confronter aux délais qu'imposent les changements technologiques des modes de production. Ceci s'explique par le fait qu'un tiers des variations de l'intensité carbone entre produits et entre ménages provient de la variation du contenu carbone au sein des catégories détaillées de produits plutôt qu'entre catégories. Ainsi, l'évolution des prix et de la consommation par le biais de la taxe génère des effets de réduction des émissions carbone beaucoup plus rapides que les instruments concentrés sur l'évolution de l'offre.

En comparant différentes mises en œuvre, l'analyse conclut qu'une politique de taxation qui se concentre sur l'hétérogénéité de l'intensité carbone entre produits d'une même catégorie et entre différentes catégories en tenant compte de la substituabilité entre eux peut conduire à une réduction conséquente des émissions tout en accroissant l'utilité pour les ménages lorsque le niveau de la taxe est élevée<sup>2</sup>, avec redistribution de la taxe au même montant pour tous les ménages.

Les données utilisées sont celles de la base accessible Agribalyse développée par l'Ademe et l'Inrae qui couvre 2 500 catégories de produits agroalimentaires et mobilisent 14 indicateurs d'impact environnemental<sup>3</sup>. Pour chaque catégorie de

---

<sup>1</sup> Chanut N. (2022), *Essays in Public and Environmental Economics*, London School of Economics and Political Science, juin.

<sup>2</sup> Voir le graphique 1.8 page 50 de la thèse.

<sup>3</sup> Ademe, [Documentation scientifique et technique – Agribalyse](#).

produits et chaque indicateur, les données sont disponibles pour toutes les étapes de la chaîne de valeur : agriculture, transport, emballage, distribution et consommation. Cela inclut les émissions directes et indirectes de chaque produit. Par ailleurs, sont mobilisées les données de consommation issues d'un gros distributeur français : ce sont tous les achats de 800 000 clients entre 2017 et 2019. Pour les 800 000 produits couverts en France, cela correspond à 5,5 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> soit 1,3 % des émissions de la France en 2018. Ce sont 162 662 ménages qui ont été sélectionnés dans l'échantillon pour être suivis sur l'ensemble de la période. Ils dépensent en moyenne 125 euros par mois et ceci pour 93 % des mois sur la période d'étude.

Il ressort que les achats agroalimentaires sont fortement tournés vers des produits intensément carbonés. Les produits à plus forte intensité carbone<sup>1</sup> ont une part de marché plus importante, à la fois au niveau agrégé et au niveau des catégories fines de produits. Il y a donc une bonne marge de manœuvre pour une évolution de la consommation afin de réduire les émissions carbone même au sein de catégories très fines de produits.

Différentes raisons peuvent expliquer que les produits plus intensifs en carbone sont plus populaires. Ils peuvent être de meilleure qualité ou perçus comme tels, avec un meilleur goût. Leur emballage peut être plus séduisant. Leur position dans les rayons peut être avantageuse et les rendre plus visibles. Les consommateurs peuvent aussi avoir des habitudes de consommer des produits plus carbonés.

Au sein des catégories détaillées de produits, la variation d'intensité carbone explique une bonne part de la variation carbone des paniers de consommation. 57 % de la variance de l'intensité carbone de ces paniers est au sein des sous-groupes de produits et 32 % au sein d'un même produit. Ainsi, la différence de types de consommation entre produits d'une même catégorie explique une part importante des écarts d'émissions carbone par ménage. Cet écart s'explique par trois facteurs. Premièrement, les ménages peuvent faire leurs dépenses de nourriture sur différentes catégories de produits ayant diverses intensités moyennes en carbone. Par exemple, certains ménages peuvent être végétariens donc dépenser proportionnellement plus en légumes et céréales, ou bien consommer beaucoup de produits laitiers et donc dépenser plus de carbone en lait et fromage. Deuxièmement, au sein de chaque catégorie de produits, les ménages peuvent avoir des goûts différents, par exemple les fromages à pâte dure et molle, qui ont des intensités carbone différentes. Troisièmement, parmi les ménages qui ont les mêmes parts de consommation de tous les produits, certains font face à des prix plus élevés, ce qui les incite à réduire leur consommation et donc l'intensité carbone de leur panier de consommation.

---

<sup>1</sup> Ratio contenu carbone sur prix du produit.

On appelle les « déciles carbone » la répartition en dix groupes selon le montant des émissions carbone dans leur panier de consommation. Le premier décile carbone a une intensité carbone en moyenne inférieure de moitié au dernier décile carbone (0,425 par rapport à 0,875). C'est l'écart d'intensité carbone entre produits d'une même catégorie qui explique près de la moitié (46 %) de l'intensité carbone du panier de consommation moyen du premier et du dernier décile. Pour illustrer l'importance des différences de consommation entre déciles carbone, supposons que les ménages gardent les mêmes habitudes de consommation entre les différents rayons de commerce (maintien de la répartition réelle de leur budget en huiles, en céréales, en légumes, etc.), mais qu'au sein de chaque rayon, tous les ménages adoptent les mêmes habitudes de consommation que les ménages du décile carbone inférieur (par exemple au sein des céréales, la part du budget consacré au riz est celle du décile inférieur). Ces changements d'habitude de consommation réduiraient les émissions carbonées de 25 % de leur panier de consommation. Ainsi, inciter au sein d'une catégorie de produits à acheter les moins carbonés peut réellement obtenir une réduction significative des émissions carbone sans changer fondamentalement les modes de consommation. À un niveau plus fin, limiter le changement d'habitude de consommation au sein d'une même catégorie de produits plutôt qu'au sein d'un rayon entier réduirait tout de même les émissions carbone de 11 %, soit une baisse non négligeable des émissions carbone sans changement fondamental de consommation des produits. En effet, les écarts d'intensité carbone des mêmes produits alimentaires sont très importants : de 95 % entre produits au sein d'un même rayon commercial, de 169 % pour des sous-groupes de produits et de 342 % pour un même type de produits alimentaires<sup>1</sup>. Ainsi, une politique publique qui conduirait à cibler des produits moins carbonés au sein d'une catégorie étroite de produits aurait un impact significatif. En effet, une des conclusions clés de cette étude est que la mise en œuvre de la taxe en fonction du contenu carbone de chaque produit a un effet positif beaucoup plus important car elle optimise la mobilisation des fortes élasticités de substitution entre produits très substituables. Ainsi, orienter la demande vers des produits moins carbonés au sein de chaque catégorie n'impacte que très faiblement le bien-être tout en générant une bonne réduction des émissions carbone.

Pour un prix de la tonne carbone de 50 euros, les taux de taxe médian et moyen des produits seraient respectivement de 2,4 % et 3,4 % et pour un prix de la tonne carbone de 150 euros, cela pourrait être respectivement 7,3 % et 10,3 %. Avec un prix de la taxe carbone de 50 euros, 5 % des produits auraient une taxe supérieure à 9 %. Avec un prix de la taxe carbone de 150 euros, 5 % des produits auraient une taxe supérieure à 27 %.

---

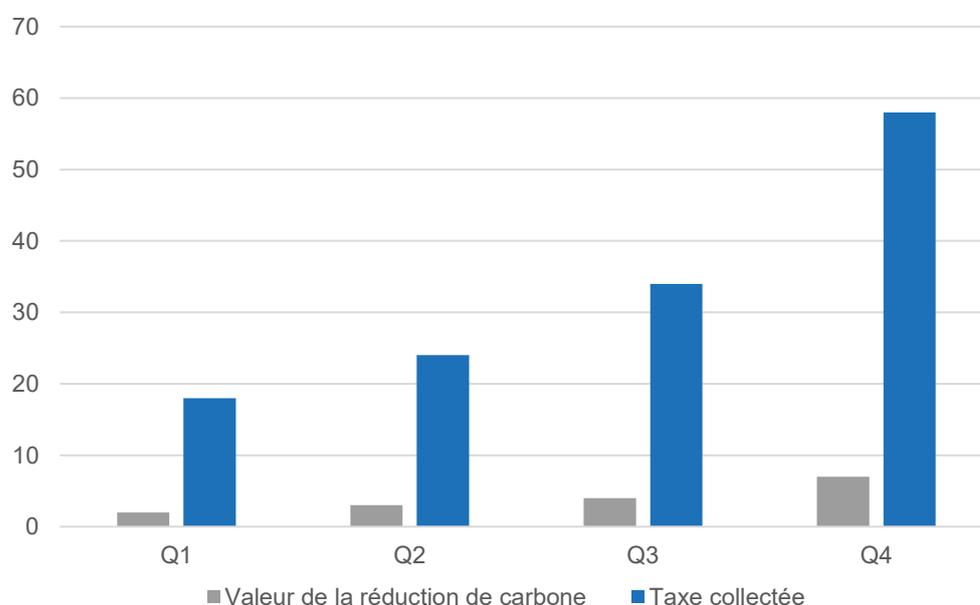
<sup>1</sup> Voir l'annexe 1A et les graphiques 1C12 et 1C13 de Chanut N. (2022), *op. cit.*

L'analyse empirique démontre qu'une taxe carbone de 50 euros au niveau du contenu carbone de chaque produit réduirait les émissions carbone de 10,9 % soit de l'ordre de trois fois plus important que si le niveau de taxe était défini par catégorie de produits. Ce serait une réduction de 11,3 % des émissions des ménages du quartile de revenu inférieur et de 10,1 % pour le quartile supérieur. Cela est dû au fait qu'au niveau fin des produits, les ménages des quartiles inférieurs tendent à avoir des élasticités prix pour substituer les produits plus élevées que les ménages des quartiles supérieurs. Ainsi, avec une valeur de la tonne carbone similaire pour tous les produits, la réduction de pourcentage de l'empreinte carbone est très proche à travers les différents quartiles.

L'analyse du panel montre que les ménages aux revenus les plus élevés contribuent plus que proportionnellement aux recettes de la taxe et à la réduction de l'empreinte carbone du fait de leur plus haut niveau de dépenses.

Il y a une très faible relation négative entre l'intensité carbone et le montant des dépenses par ménage. En comparant les dépenses des ménages dans l'échantillon, un montant de dépenses mensuelles supérieur de 10 % est associé à une baisse de 0,003 point de l'intensité carbone. Ainsi, il ressort que les ménages avec des plus hauts niveaux de dépenses en nourriture, donc les ménages plus aisés, n'ont pas une moindre empreinte de carbone.

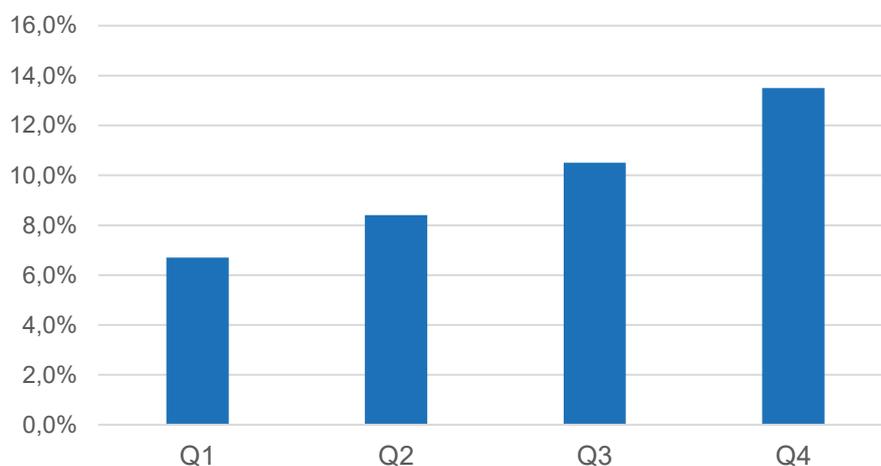
**Graphique A2 – Revenus de la taxe et baisse des émissions carbone en euros**



Note : chiffres moyens par quartile en euros par ménage pour une taxe de 50 euros la tonne sur l'ensemble des produits agroalimentaires en fonction du contenu carbone de chaque produit.

Source : Chanut N. (2022)

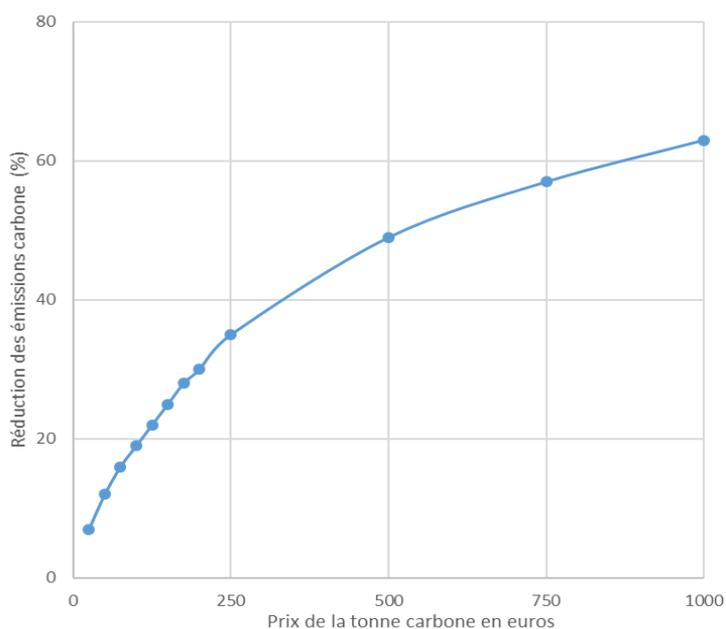
**Graphique A3 – Réduction des émissions carbone pour une taxe de 50 euros la tonne en fonction des quartiles d'intensité carbone (en %)**



Note : pourcentage moyen par quartile d'intensité carbone (intensité carbone en rapportée au montant de leur dépenses) de réduction des émissions carbone suite à la mise en place d'une taxe de 50 euros la tonne de carbone en fonction du contenu carbone de chaque produit.

Source : Chanut N. (2022)

**Graphique A4 – Réduction des émissions en fonction du montant de la taxe carbone (en %)**



Note de lecture : réduction des émissions carbone en fonction du montant de la taxe carbone sur les produits de l'agro-alimentaire. Le premier point commence à 25 euros la tonne puis ensuite 25 euros supplémentaires pour chacun des points jusqu'à 250 euros la tonne.

Source : Chanut N. (2022)

Ces micro-simulations illustrent l'impact conséquent qu'une taxation carbone sur les produits finis pourrait avoir pour contribuer efficacement et rapidement à la réduction des émissions en orientant la demande vers les produits moins carbonés.

## Références bibliographiques

- Abrell J., Faye A.N. et Zachmann G. (2011), « [Assessing the impact of the EU ETS using firm level data](#) », Bruegel Working Paper, n° 2011/08, juillet.
- Acemoglu D. (2002), « [Directed technical change](#) », *The Review of Economic Studies*, vol. 69(4), octobre, p. 781-809.
- Acemoglu D., Akcigit U., Hanley D. et Kerr W. (2016), « Transition to clean technology », *Journal of Political Economy*, vol. 124 (1), février, p. 52-104.
- Acemoglu D., Aghion P., Bursztyn L. et Hémous D. (2012), « The environment and directed technical change », *American Economic Review*, vol. 102(1), février, p. 131-166.
- Ademe, OFCE et TNO (2013), [A full description of the Three-ME model: Multi-sector macroeconomic model for the evaluation of environmental and energy policy](#), Working Paper.
- Agence internationale de l'énergie (2021), [Achievements of Energy Efficiency Appliance and Equipment Standards and Labelling Programmes](#), rapport, septembre.
- Agence internationale de l'énergie (2021), [Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector](#), mai.
- Aghion O., Dechezleprêtre A., Hémous D., Martin R. et Van Reenen J. (2016), « Carbon taxes, path dependency and directed technical change: Evidence from the auto industry », *Journal of Political Economy*, vol. 124(1), p. 1-51.
- Albertini J. P. (2014), « [L'expérimentation de l'affichage environnemental en France : contexte et résultats](#) », *Responsabilité et environnement*, vol. (1), p. 28-34.
- Albrizio S., Koźluk T. et Zipperer V. (2014), « [Empirical evidence on the effects of environmental policy stringency on productivity growth](#) », *OECD Economics Department Working Papers*, n° 1179.
- Alexeeva-Talebi A. (2011), « [Cost pass-through in strategic oligopoly: Sectoral evidence for the EU ETS](#) », *Discussion Paper*, n° 10-056, ZEW - Centre for European Economic Research.
- Alestra C., Cette G., Chouard V. et Lecat R. (2022), « [Growth impact of climate change and response policies: The advanced climate change long-term \(ACCL\) model](#) », *Journal of Policy Modeling*, vol. 44(1), janvier-février, p. 96-112.
- Alestra C., Cette G., Chouard V. et Lecat R. (2020), « Long-term growth impact of climate change and policies: the Advanced Climate Change Long-term (ACCL) scenario building model », *Working Paper de la Banque de France*, n° 759.
- Alla A. (2022), « European Union's emissions trading system and productivity: Firm-level evidence for France, Italy and Spain », *Document de travail*, n° 2022/3, DG Trésor, septembre.

Alpay E., Buccola S. et Kerkvliet J. (2002), « Productivity growth and environmental regulation in Mexican and US food manufacturing », *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 84(4), p. 887-901.

Ambec S., Cohen M.A., Elgie S. et Lanoie P. (2013), « The Porter hypothesis at 20: Can environmental regulation enhance innovation and competitiveness? », *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 7(1), p. 2-22.

Andersson J. J. (2019), « [Carbon taxes and CO<sub>2</sub> emissions: Sweden as a case study](#) », *American Economic Journal: Economic Policy*, vol. 11(4), novembre.

Andrade P., Coibion O., Gautier E. et Gorodnichenko Y. (2022), « No firm is an island? How industry conditions shape firms' expectations », *Journal of Monetary Economics*, vol. 125, p. 40-56.

Arquié A. et Grjebine T. (2023) « [Vingt ans de plans sociaux dans l'industrie : quels enseignements pour la transition écologique ?](#) », *La Lettre du CEPII*, n° 435, mars.

Banque mondiale (2023), *State and Trends of Carbon Pricing 2023*, mai.

Baranzini A., Goldemberg J. et Speck S. (2000), « A future for carbon taxes », *Ecological economics*, vol. 32(3), p. 395-412.

Baranzini A., Van den Bergh J. C., Carattini S., Howarth R. B., Padilla E. et Roca J. (2017), « Carbon pricing in climate policy: seven reasons, complementary instruments, and political economy considerations », *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, vol. 8(4), e462.

Barro R. J. et Sala-i-Martin X. (2004), *Economic Growth*, Cambridge, MA, MIT Press.

Bartram, S. M., Hou, K. et Kim, S. (2022), « Real effects of climate policy: Financial constraints and spillovers », *Journal of Financial Economics*, vol. 143, p. 668-696.

Becker, R.A. (2011), « Local environmental regulation and plant-level productivity », *Ecological Economics*, vol. 70, p. 2513-2522.

Bellora C. et Fontagné L. (2023), « [EU in search of a carbon border adjustment mechanism](#) », *Energy Economics*, vol. 123, juillet.

Ben-David I., Jang Y., Kleimeier S. et Viehs M. (2021), « Exporting pollution: where do multinational firms emit CO<sub>2</sub>? », *Economic Policy*, vol. 36(107), juillet, p. 377-437.

Bentata P. et Marques N. (2021) « [Les impôts de production contre les salaires, l'emploi et la croissance](#) », Paris-Bruxelles, Institut économique Molinari, novembre.

Berman E. et Bui L.T.M. (2001), « Environmental regulation and labor demand: evidence from the South Coast Air Basin », *Journal of Public Economics*, Elsevier, vol. 79(2), p. 265-295.

Bistline J., Mehrotra N. et Wolfram C. (2023), « Economic implications of the climate provisions of the Inflation Reduction Act », *Brookings Papers on Economic Activity*, printemps.

- Blanchard O., Gollier C. et Tirole J. (2022), « [The portfolio of economic policies needed to fight climate change](#) », *Working Papers*, n° 22-18, Peterson Institute for International Economics, novembre.
- Blanchard O. et Tirole J. (2021), [Les Grands Défis économiques](#), Commission internationale, France Stratégie.
- Böhringer C., Carbone J. C. et Rutherford T. F. (2018) « Embodied Carbon Tariffs », *The Scandinavian Journal of Economics* », vol. 120(1), p. 183-210.
- Böhringer C., Carbone J. C. et Rutherford T. F. (2012), « Unilateral climate policy design: Efficiency and equity implications of alternative instruments to reduce carbon leakage », *Energy Economics*, 34, S208-S217.
- Botzen W. J. W., Deschenes O. et Sanders M. (2019), « The economic impacts of natural disasters: A review of models and empirical studies », *Review of Environmental Economics and Policy*, Association of Environmental and Resource Economists, vol. 13(2), p. 167-188.
- Bouët A. (2023), « [L’Inflation Reduction Act – Comment l’Union européenne peut-elle répondre ?](#) », *CEPII Policy Brief*, n° 2023-40.
- Bourgeois A. et Montornès J. (2023), « [Produire en France plutôt qu’à l’étranger, quelles conséquences ?](#) », note Insee CNP, novembre.
- Bourgeois A., Lafrogne-Joussier R., Lequien M. et Ralle P. (2022), « [Un tiers de l’empreinte carbone de l’Union européenne est dû à ses importations](#) », *Insee Analyses*, n° 74, juillet.
- Bovenberg A.L. et Heijdra B.J. (1999), « [Environmental abatement and intergenerational distribution](#) », Tilburg University, Center for Economic Research Working Paper, n° 1998-100, juillet.
- Branger F. et Quirion P. (2014), « Would border carbon adjustments prevent carbon leakage and heavy industry competitiveness losses? Insights from a meta-analysis of recent economic studies », *Ecological Economics*, vol. 99, mars, p. 29-39.
- Broberg T., Marklund P.-O., Samakovlis E. et Hammar H. (2012), « Testing the Porter hypothesis: The Effects of environmental investments on efficiency in Swedish industry », *Journal of Productivity Analysis*, vol. 40(1), p. 43-56.
- Brown J. H., Martinsson G. et Thomann C. (2022), « Can environmental policy encourage technical change ? Emissions taxes and R & D investment in polluting firms », *Review of Financial Studies*, vol. 35(10), p. 4518-4560.
- Bureau D., Henriët F. et Schubert K. (2019) « [Pour le climat : une taxe juste, pas juste une taxe](#) », *Les notes du Conseil d’analyse économique*, n° 50, mars.
- Burke M. et Emerick K. (2016), « Adaptation to climate change: evidence from US agriculture », *American Economic Journal: Economic Policy*, vol. 8, n° 3, août, p. 106-140.
- Burke M., Hsiang S.M. et Miguel E. (2015), « Global non-linear effect of temperature on economic production », *Nature*, vol. 527, p. 235-239.

CAE et OMB (2023), « Methodologies and considerations for integrating the physical and transition risks of climate change into macroeconomic forecasting for the President's budget », White Paper, mars.

Calel R. et Dechezleprêtre A. (2016), « Environmental Policy and Direct Technological Change: Evidence from the European Carbon Market », *Review of Economics and Statistics*, vol. 98(1).

Carantino B., Lancesseur N., Nakaa M. et Valdenaire M. (2020), « Effets économiques du changement climatique », *Trésor-Éco*, n° 262, Direction générale du Trésor, juillet, p. 1-8.

Carbone J. C. et Rivers N. (2017), « The impacts of unilateral climate policy on competitiveness: evidence from computable general equilibrium models », *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 11(1), janvier, p. 24-42.

Casey G. (2023), « Energy efficiency and directed technical change: Implications for climate change mitigation », *Review of Economic Studies*, mars.

Cavallo, E.A. et Noy, I. (2011), « The economics of natural disasters: A survey », *IDB Working Paper*, n° 35, Inter-American Development Bank, avril.

Chan H., Li S., et Zhang F. (2013), « Firm competitiveness and the European Union emissions trading scheme », *Energy Policy*, vol. 63, p. 1056-1064.

Chateau J., Jaumotte F. et Schwerhoff G. (2022), « Climate policy options: A comparison of economic performance », *IMF Working Papers*, n° 22/242, décembre.

Clausing K.A. et Wolfram C. (2023), « Carbon border adjustments, climate clubs, and subsidy races when climate policies vary », Peterson Institute for International Economics, *Working Paper*, n° 23-3, mai.

Cludius J., de Bruyn S., Schumacher K. et Vergeer R. (2020), « Ex-post investigation of cost pass-through in the EU ETS - an analysis for six industry sectors », *Energy Economics*, vol. 91, p.1-19.

Cohen M. A. et Vandenberg M. P. (2012), « The potential role of carbon labeling in a green economy », *Energy Economics*, vol. 34, p. 53-63.

Colmer J., Martin R., Muûls M. et Wagner U.J. (2022), « Does pricing carbon mitigate climate change ? Firm-level evidence from the European Union emissions trading scheme », CEPR Discussion Paper, n° 16982, février.

Commissariat général au développement durable - CGDD (2016), « Le modèle Vulcain : une approche en équilibre général calculable de l'économie circulaire et de l'énergie », *Économie et Évaluation*, n° 147, mai.

Commins N., Lyons S., Schiffbauer M. et Tol R. S. (2011), « Climate policy and corporate behavior », *The Energy Journal*, vol. 32/4, p. 51-68.

Commission européenne (2021), *Impact assessment report - Accompanying the document Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism*, SWD(2021)643, juillet.

- Commission européenne (2020), « Stepping up Europe's 2030 climate ambition - investing in a climate-neutral future for the benefit of our people - impact Assessment », SWD; p. 176. final Part 1/2 and 2/2.
- CompNet (2023), *Firm Productivity Report*, quatrième rapport, juillet.
- Conseil national de productivité (2022), *Productivité et compétitivité : analyses conjoncturelles et structurelles post-Covid*, troisième rapport, mai.
- Conseil national de productivité (2019), *Productivité et compétitivité : où en est la France dans la zone euro ?* » premier rapport, juillet.
- Cordonnier L. (2022), *Information et engagement climatique*, Fondation Descartes.
- Cui L., Ding Y. et Li X. (2023), « Environmental regulation competition and carbon emissions », *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 20(1), janvier, p. 736-764.
- D'Arcangelo F.M., Pavan G. et Calligaris S. (2022), « The impact of the European carbon market on firm productivity: Evidence from Italian manufacturing firms », FEEM Working Paper, n° 24.
- 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.
- Dechezleprêtre A., Fabre A., Kruse T., Planterose B., Sanchez A., Stantcheva C. et Stantcheva S. (2023), « Fighting climate change: International attitudes toward climate policies », *NBER Working Paper*, n° 30265, juillet.
- Dechezleprêtre A., Nachtigall D. et Venmans F. (2018), « The joint impact of the European Union emissions trading system on carbon emissions and economic performance », OECD Economics Department Working Papers, décembre.
- Decreux Y. et Valin H. (2007), « MIRAGE, updated version of the model for trade policy analysis with a focus on agriculture and dynamics », CEPII Working Paper, n° 2007-15.
- Dees S., de Gaye A., Thubin C. et Wegner O. (2023), « Transition vers la neutralité carbone : quels effets sur la stabilité des prix ? », *Bulletin de la Banque de France*, n° 245/3, mars-avril.
- Delahais A. et Robinet A. (2023), « Coût de l'inaction face au changement climatique en France : que sait-on ? », *Document de travail*, n° 2023-01, France Stratégie.
- Dell M., Jones B. F. et Olken B. A. (2012), « Temperature shocks and economic growth: evidence from the last half century », *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 4(3), juillet, p. 66-95.
- Dell M., Jones B. F. et Olken B. A. (2014), « What do we learn from the weather? The new climate-economy literature », *Journal of Economic Literature*, vol. 52, n° 3, septembre, p. 740-798.
- Demmou L., Costa H., Franco G. et André C. (2023), « Rising energy prices and productivity: short-run pain, long term gain? », *OCDE Working Paper*, février.

- Devulder A. et Lisack N. (2020), « [Carbon tax in a production network: Propagation and sectoral incidence](#) », Working Papers, n° 760, Banque de France, avril.
- D'Haultfœuille X., Dürrmeyer I. et Février P. (2016) « [Disentangling sources of vehicle emissions reduction in France: 2003-2008](#) », *International Journal of Industrial Organization*, vol. 47, juillet.
- Douenne T. (2019), « [Les effets de la fiscalité écologique sur le pouvoir d'achat des ménages: simulation de plusieurs scénarios de redistribution](#) », *Focus*, n° 30, Conseil d'analyse économique, mars.
- Écalle F. (2023), « [Finances publiques et action pour le climat](#) », FIPECO, novembre.
- Edenbrandt A.K. et Lagerkvist C.J. (2021) « [Is food labelling effective in reducing climate impact by encouraging the substitution of protein sources?](#) », *Food Policy*, vol. 101, mai.
- Ellis J., Nachtigall D. et Venmans F. (2020), « Carbon pricing and competitiveness : are they at odds? », *Climate Policy*, DOI: 10.1080/14693062.2020.1805291.
- Epaulard A. (coord.) (2023), [Les incidences économiques de l'action pour le climat. Productivité](#), rapport thématique in Pisani-Ferry J. et Mahfouz S. (2023), [Les incidences économiques de l'action pour le climat](#), rapport à la Première ministre, France Stratégie.
- Estrada (F.), Tol (R.S.J.) et Botzen (W.) (2023), « Economic consequences of the spatial and temporal variability of climate change », University of Sussex, avril, [mimeo](#).
- Estrada A. et Santabarbara (2021), « Recycling carbon tax revenues in Spain. Environmental and economic assessment of selected green reforms », Banco de Espana, n° 2119.
- Evans S., Mehling M. A., Ritz R. et Sammon P (2020), « Border carbon adjustments and industrial competitiveness in a European Green Deal », Cambridge WP in Economics 2036.
- Felbermayr G. et Gröschl J. (2014). « Naturally negative: The growth effects of natural disasters, » *Journal of Development Economics*, Elsevier, vol. 111(C), p. 92-106.
- Feng S., Krueger A. B. et Oppenheimer M. (2010), « Linkages among climate change, crop yields and Mexico-US cross-border migration », *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, vol. 107, n° 32, août.
- Ferrari A. et Landi V. (2022), « Will the green transition be inflationary? Expectations matter », Working Paper, n° 2726, Banque centrale européenne.
- Fleckinger P. et Prévet A. (2023), « [Décarbonation, réindustrialisation et entreprises de taille intermédiaire](#) », Etilab, Mines Paris PSL, novembre.
- Fonds monétaire international (2021), « Investment Funds: Fostering the transition to a green economy », in *Global Financial Stability Report*, Chapter 3.
- FMI (2022), « Near-term macroeconomic impact of decarbonisation policies », WEO, chapter 3.

- FMI (2020), « Mitigating climate change, growth and distribution friendly strategy », WEO, chapter 3.
- Fontagné L. (coord.) (2023), *Rapport thématique sur la compétitivité* dans Pisani-Ferry et Mahfouz (2023), *Les incidences économiques de l'action pour le climat*, rapport à la Première ministre, France Stratégie.
- Fontagné L., Martin P. et Orefice G. (2023), « [The many channels of firm's adjustment to energy shocks : Evidence from France](#) », *Cesifo Working Papers*, n° 10548, mai.
- Fontagné L., Grieco F. et Weber P.F. (2022), « Climat et multilatéralisme : l'option d'un prix plancher du carbone », Bloc-notes Eco, billet n° 287, Banque de France.
- France Stratégie (2020), *Les politiques industrielles en France – Evolutions et comparaisons internationales*, rapport, novembre.
- Franco C. et G. Marin (2017), « The effect of within-sector, upstream and downstream environmental taxes on innovation and productivity », *Environmental and Resource Economics*, vol. 66 (2), p. 261-291.
- Gammans M., Mérel P. et Ortiz-Bobea A. (2017), « Negative impacts of climate change on cereal yields : statistical evidence from France », *Environmental Research Letters*, vol. 12, n° 5, mai.
- Geels F.W., Schwanen T., Sorrell S., Jenkins K. et Sovacool B. K. (2018) « Reducing energy demand through low carbon innovation: a sociotechnical transitions perspective and thirteen research debates », *Energy Research & Social Science*, vol. 40, p. 23-35.
- GIEC (2023), *Sixième rapport d'évaluation*.
- Girard P.L., Le Gall C., Meignan W. et Wen P. (2022), « Croissance et décarbonation de l'économie », Trésor Eco, n° 315, DG Trésor, octobre.
- Gnanou Y., Malliet P., Haalebos R. et Nicolas E. (2022), « [La fiscalité carbone aux frontières et ses effets redistributifs : Étude des effets redistributifs sur les revenus des ménages français d'une taxe carbone aux frontières](#) », HAL Open Science.
- Gouardo C. et Lengart F. (2019), « [Où réduire le poids de la dépense publique ?](#) », *La Note d'analyse*, n° 74, France Stratégie, janvier.
- Gray W. et Shadbegian R. (1995), « Pollution abatement costs, regulation, and plant-level productivity », *NBER Working Paper*, n° 4994, National Bureau of Economic Research.
- Greenstone M., List J.A. et Syverson C. (2012), « The effects of environmental regulation on the competitiveness of U.S. manufacturing », *NBER Working Paper*, n° 18392, National Bureau of Economic Research.
- Hamamoto M. (2006), « Environmental regulation and the productivity of Japanese manufacturing industries », *Resource and Energy Economics*, vol. 28(4), p. 299-312.

Hanna R. F., Gross R. et Parrish B. (2016), « Best practice in heat decarbonisation policy: a review of the international experience of policies to promote the uptake of low-carbon heat supply », UK Energy Research Centre, Working Paper.

Haut Conseil pour le climat (2023), *Acter l'urgence, engager les moyens*, rapport annuel.

Hart (2019), « To everything there is a season: carbon pricing, research subsidies, and the transition to fossil-free energy », *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, vol. 6(2), mars.

Hassan M., Oueslati W. et Rousselière D. (2021), « Energy taxes and economic growth in OECD countries: a simultaneous equations approach », *Journal of Environmental Economics and Policy*, vol. 11(2), p. 172-95.

Hassan M., Oueslati W. et Rousselière D. (2020), « Environmental taxes, reforms and economic growth: an empirical analysis of panel data », vol. 44 (3), p.1-16.

Hassan M., Oueslati W. et Rousselière D. (2019), « Exploring the link between energy based taxes and economic growth », *Environmental Economics and Policy Studies*, vol. 22(1), p. 67-87.

Hassan M. et Rousselière D. (2021), « Does increasing environmental policy stringency lead to accelerated environmental innovation ? A research note », *Applied Economics*, vol. 54(17), p. 1989-98.

Hassler J., Krusell P. et Olovsson C. (2021), « Directed technical change as a response to natural resource scarcity », *Journal of Political Economy*, vol. 129(11), novembre, p. 3039-3072.

Heal G. et Park J. (2016), « [Temperature stress and the direct impact of climate change: a review of an emerging literature](#) », *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 10, n° 2, août.

Henriet F., Maggiar N. et Schubert K. (2014), « A stylized applied energy – Economy model for France », *The Energy Journal*, vol. 35(4), p. 1-37.

Hensel J., Mangiante G. et Luca Moretti L. (2023), « Carbon pricing and inflation expectations: Evidence from France », *CESifo Working Papers*, n° 10552/2023, juillet.

Hildingsson R. et Knaggård A. (2022) « [The Swedish carbon tax: A resilient success](#) », chapitre 12, in de la Porte C. et al., *Successful Public Policies in the Nordic Countries: Cases, Lessons, Challenges*, Oxford.

Hille E. et Möbius P. (2018), « Environmental policy, innovation and productivity growth: Controlling the effects of regulation and endogeneity », *Environmental and Resource Economics*, vol. 73, p. 1315-1355.

Hornibrook S., May C. et Fearn A. (2015), « Sustainable development and the consumer: Exploring the role of carbon labelling in retail supply chains », *Business Strategy and the Environment*, vol. 24(4), p. 266-276.

- Hsiang S. M. (2010), « Temperatures and cyclones strongly associated with economic production in the Caribbean and Central America », *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, vol. 107, n° 35, août.
- Jaffe A.B., Peterson S.R., Portney P.R. et Stavins R.N. (1995), « Environmental regulation and the competitiveness of U.S. manufacturing: What does the evidence tell us? », *Journal of Economic Literature*, vol. 33(1), p. 132-163.
- Jean S. et Tersen D. (2023), « [Climat et commerce pour un multilatéralisme commun](#) », Terra nova.
- Jondeau E., Leveuge G., Sahuc J.-G. et Vermandel G. (2023), « Environmental subsidies to mitigate net zero transition costs », *Working Paper*, n° 910, Banque de France, mars.
- Kahn M.E., Mohaddes K., Ng R.N.C., Pesaran M.H., Raissi M. et Yang J.-Ch. (2019), « [Long-term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis](#) », *IMF Working Paper*, n° WP/19/215, octobre.
- Kalantzis F. et Niczyporuk H. (2021), « Can European businesses achieve productivity gains from investments in energy efficiency? », Working Paper, vol. 2021/07, European Investment Bank.
- Kalkuhl M. et Wenz L. (2020), « The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 103, 102360.
- Känzig D. R. (2023), « The unequal economic consequences of carbon pricing », *NBER Working Paper*, n° 31221, mai.
- Kaplan R.S. et Rammana K. (2021), « Accounting for climate change », *Harvard Business Review*, novembre-décembre.
- Klemetsen M. E., Rosendahl K. E. et A. L. Jakobsen (2020), « The impacts of the EU ETS on Norwegian plants' environmental and economic performance », *Climate Change Economics*, vol. 11(01).
- Kolev G. (2021), « [Carbon border adjustment and other trade policy approaches for climate protection](#) », *Intereconomics*.
- Koźluk T. et Zipperer V. (2014), « Environmental policies and productivity growth », *OECD Journal: Economic Studies*, vol. 2014(1), p. 155-85.
- Krob D., Legendre A. et Rauzy A. (2023), « Modélisation de l'écosystème français du CO<sub>2</sub> », Wordlab, à paraître.
- Kruse T., Dechezleprêtre A., Saffar R. et Robert L. (2022), « Measuring environmental policy stringency in OECD Countries: An update of the OECD composite EPS indicator », *OECD Working Paper*, n° ECO/WKP(2022)4, mars.
- Labandeira X., Labeaga J.M. et Rodríguez M. (2004), « Green tax reforms in Spain », *European Environment*, vol. 14, p. 290-299.

Lafrogne-Joussier R., Martin J. et Mejean I. (2023), « La transmission directe des coûts des intrants importés et de l'énergie aux prix de production : un impact très variable d'une entreprise à l'autre », *Insee Analyses*, n° 84.

Lafrogne-Joussier R., Martin J. et Mejean I. (2022), « Supply shocks in supply chains: Evidence from the early lockdown in China », *IMF Economic Review*, vol. 71, p. 170-215.

Lanoie P., Patry M. et Lajeunesse R. (2008), « Environmental regulation and productivity: Testing the Porter hypothesis », *Journal of Productivity Analysis*, vol. 30, p. 121-128.

Lanoie P., Laurent-Lucchetti J., Johnstone N. et S. Ambec (2011), « Environmental policy, innovation and performance: New insights on the Porter Hypothesis », *Journal of Economics and Management Strategy*, vol. 20(3), p. 803-842.

Lé M. (2022), « L'adaptation des économies au changement climatique : les enseignements tirés de la recherche économique », *Bulletin de la Banque de France*, n° 239/5, janvier-février.

Leroutier M. (2022), « [Carbon pricing and power sector decarbonization: Evidence from the UK](#) », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 111, janvier.

Lesterquy P. (2021), « [L'importance du lien entre changement climatique, et population pour le développement économique](#) », *Bulletin de la Banque de France*, n° 236/5, juillet-août.

Levinson A. (2019) : « Energy efficiency standards are more regressive than energy taxes: Theory and evidence », *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, vol. 6, n° S1, mars.

Lexcelent P. (2018), « Commande publique responsable : un levier insuffisamment exploité », Conseil économique social et environnemental, mars.

L'Heudé W., Chailloux M. et Jardi X. (2021) « Un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières de l'Union européenne », *Trésor Eco*, n° 280.

Liu T., Wang Q. et Su B. (2016), « A review of carbon labeling: Standards, implementation, and impact », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 53, p. 68-79.

Lundgren T., Zhang S. et Zhou W. (2015), « Energy efficiency in Swedish industry. A firm-level data envelopment analysis », *CERE Working Paper*, n° 2015.3.

Lohmann P. M. *et al.* (2022), « Do carbon footprint labels promote climatarian diets? Evidence from a large-scale field experiment », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 114.

Löschel A., Lutz B.J. et Managi S. (2019), « The impacts of the EU ETS on efficiency and economic performance – An empirical analyses for German manufacturing firms », *Resource and Energy Economics*, vol. 56, p. 71-95.

Lutz B. J. (2016), « Emissions trading and productivity: Firm-level evidence from German manufacturing », *Discussion Paper*, n° 16-067.

- Mahapatra S. K., Schoenherr T., et Jayaram J. (2021), « An assessment of factors contributing to firms' carbon footprint reduction efforts », *International Journal of Production Economics*, vol. 235, 108073.
- Malliet P. (2020) « La contribution des émissions importées à l'empreinte carbone de la France », Sciences Po publications.
- Marin G. et F. Vona (2021), « The impact of energy prices on socioeconomic and environmental performance: Evidence from French manufacturing establishments, 1997-2015 », *European Economic Review*, vol. 135.
- Marin G., Marino M. et Pellegrin C. (2018), « The impact of the European Emission Trading Scheme on multiple measures of economic performance », *Environmental and Resource Economics*, vol. 71, p. 551-582.
- Martínez-Zarzoso I. et Bengochea A. (2019), « Does environmental policy stringency foster innovation and productivity in OECD countries? », *Energy Policy*, vol. 134.
- McAusland C. et Najjar N. (2015), « Carbon footprint taxes », *Environmental and Resource Economics*, vol. 61/1, p. 37-70.
- Méjean A., Pottier A., Zuber S. et Fleurbaey M. (2023), « Opposite ethical views converge under the threat of catastrophic climate change », *Ecological economics, Ecological Economics*, vol. 212.
- Metcalf G.E. et Stock J.S. (2023), « The macroeconomic impact of Europe's carbon taxes », *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 15(3), p. 265-86.
- Meunier F. (2023) , « [La comptabilité carbone généralisée – Un décompte carbone fait au niveau des produits](#) », Institut Messine.
- Millischer L., Evdokimova T. et Fernandez O. (2022), « [The carrot and the stock: In search of stock-market incentives for decarbonization](#) », *IMF Working Paper*, n° 22-231, novembre.
- Misch F. et Wingender P. (2021), « Revisiting carbon leakage », *IMF Working Paper* n° 2021/107, Fonds monétaire international, août.
- Monjon S. et Quirion P. (2011), « [Addressing leakage in the EU ETS: Border adjustment or output-based allocation?](#) », *Ecological Economics*, vol. 70(11), p. 1957-1971.
- Mörsdorf G. (2021), « A simple fix for carbon leakage? Assessing the environmental effectiveness of the EU carbon border adjustment », *IFO Working Papers*, n° 350, IFO Institute-Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich, avril.
- Murty M.N. et Kumar S. (2003), « Win–win opportunities and environmental regulation: testing of porter hypothesis for Indian manufacturing industries », *Journal of Environmental Management*, vol. 67(2), p. 139-144.
- Newbery D. (2018), « [Policies for decarbonizing a liberalized power sector](#) », *Economics, Discussion Paper*, n° 2018-29, mars.

OCDE (2022), « [Pricing Greenhouse Gas Emissions: Key findings for carbon pricing in the United States](#) ».

OCDE (2023a), « [National accounting systems as a foundation for embedded emissions accounting in trade-related climate policies](#) », White Paper, novembre.

OCDE (2023b), « [Carbon Management: Bioeconomy and Beyond](#) », Publication OCDE, 30 novembre.

Ono T. (2003), « Environmental tax policy and long-run economic growth », *The Japanese Economic Review*, vol. 54(2), p. 203-17.

Peng H., Qi S. et Cui J. (2021), « [The environmental and economic effects of the carbon emissions trading scheme in china: the role of alternative allowance allocation](#) », *Sustainable Production and Consumption*, vol. 28, octobre, p. 105-115.

Petrick S. et U. J. Wagner (2014), « The impact of carbon trading on industry: Evidence from German manufacturing firms », Kiel Working Paper, n° 1912.

Pisani-Ferry J. et Mahfouz S. (2022), « Les enjeux économiques de la transition climatique », *La Note d'analyse*, France Stratégie, novembre.

Pisani-Ferry J. et Mahfouz S. (2023), [Les incidences économiques de l'action pour le climat](#), rapport à la Première ministre, France Stratégie.

Pommeret A. (coord.) (2023), *Rapport thématique sur la sobriété* dans Pisani-Ferry et Mahfouz (2023).

Poore J. et T. Nemecek (2018), « Reducing food's environmental impacts through producers and consumers », *Science*, vol. 360, n° 6392, p. 987-992, juin.

Porter M. E. (1991), « America's green strategy », *Scientific American*, vol. 264/4.

Porter M. E. et van der Linde C. (1995), « Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship », *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 9(4), p. 97-118.

Pottier A., Combet E., Cayla J.M., de Lauretis S. et Nadaud F. (2020), « Qui émet du CO<sub>2</sub> ? Panorama critique des inégalités écologiques en France », FAERE Working Paper, n° 2020.15.

Poupard A., Fetet M. et Postic S. (2022), « [Les comptes mondiaux du carbone en 2022](#) », I4CE.

Quinet A. (2019), *La valeur de l'action pour le climat. Une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques*, rapport, France Stratégie, février.

Rabe B. G. et Borick C. P. (2012), « Carbon taxation and policy labeling: Experience from American states and Canadian province », *Review of Policy Research*, vol. 29(3), p. 358-382.

Raddatz C. (2009), « The wrath of God: Macroeconomic costs of natural disasters », *Policy Research Working Paper*, n° WPS 5039.

- Reeve A. et Aisbet E. (2022), « [National accounting systems as a foundation for embedded emissions accounting in trade-related climate policies](#) », *Journal of Cleaner Production*, vol. 371, 15 octobre, n° 133678.
- Rexecode (2023), « L'enquête sur la compétitivité française 2022 ».
- Rexhäuser S. et Rammer C. (2014), « Environmental innovations and firm profitability: Unmasking the Porter Hypothesis », *Environmental & Resource Economics*, vol. 57(1), p. 145-167.
- Rogge K.S. et Schleich J. (2018), « Do policy mix characteristics matter for low-carbon innovation? A survey-based exploration of renewable power generation technologies in Germany », *Research Policy*, vol. 47(9), p. 1639-1654.
- Rubashkina Y., Galeotti M. et Verdolini E. (2015), « Environmental regulation and competitiveness: empirical evidence on the Porter Hypothesis from European manufacturing sectors », *Energy Policy*, vol. 83, p. 288-300.
- Ryan S. P. (2012), « [The costs of environmental regulation in a concentrated industry](#) », *Econometrica*, vol. 80(3), p. 1019-1061.
- Sadeghzadeh J. (2014), « The impact of environmental policies on productivity and market competition », *Environment and Development Economics*, vol. 19(5), p. 548- 565.
- Sartor O. et Sourisseau S. (2022), « La proposition de la Commission européenne sur le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) : analyse des modalités d'application », *Policy Paper*, Ademe.
- Schlenker W. et Roberts M. J. (2009), « Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change », *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, vol. 106, n° 37, septembre.
- Schlenker W. et Lobell D. B. (2010), « Robust negative impacts of climate change on African agriculture », *Environmental Research Letters*, vol. 5, n° 1.
- Schubert K., Pommeret A. et Ricci F. (2023), « [Confronting the carbon pricing gap: second best climate policy](#) », *Working Paper*, n° 2023-13, Paris School of Economics.
- Sierzchula W., Bakker S., Maat K. et Van Wee B. (2014), « The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption », *Energy Policy*, vol. 68, p. 183-194.
- Siriwardana M. et Meng X. (2011), « The impact of a carbon tax on the Australian economy: results from a CGE model », *Business, Economics and Public Policy Working Papers*, n° 2011-2.
- Sogalla R. (2023), « [The new European carbon adjustment mechanism](#) », *DIW Weekly Report*, n° 22.
- Stede J., Pauliuk S., Hardadi G. et Neuhoff K. (2021), « Carbon pricing of basic materials: Incentives and risks for the value chain and consumers », *DIW Discussion Papers*, n° 1935.

Stergiou E., Rigas N. et Kounetas K.E. (2023), « Environmental productivity growth across European industries », *Energy Economics*, vol. 123, juillet.

Taghizadeh-Hesary F. et Yoshino N. (2020), « [Sustainable solutions for green financing and investment in renewable energy projects](#) », *Energies*, vol. 13(4), 788.

Taufique K. M. R., Nielsen K. S., Dietz T., Showm R., Stern P. C. et Vandenberg M. P. (2022), « Revisiting the promise of carbon labelling », *Nature Climate Change*, vol.12.

Trotignon R. et Redoulès O. (2023), « L'architecture de l'ajustement carbone aux frontières menace l'objectif de réindustrialisation », Rexecode, Repères # 06, 7 juin.

Wang Q., Hubacek K., Feng K., Wei Y. M. et Liang Q. M. (2016) « Distributional effects of carbon taxation », *Applied Energy*, vol. 184, p. 1123-1131.

Wang M., Zhao J. et Bhattacharya J. (2015), « Optimal health and environmental policies in a pollution-growth nexus », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 71, p. 60-179.

Wilson C., Guivarch C., Kriegler E., van Ruijven B., van Vuuren D. P., Krey V., Schwanitz V. L. et Thompson E.L. (2021), « Evaluating process-based integrated assessment models of climate change mitigation », *Climatic Change*, vol. 166(3), p. 1-22.

Wu P., Xia B., Pienaar J. et Zhao X. (2014), « The past, present and future of carbon labelling for construction materials – a review », *Building and Environment*, vol. 77, p. 160-168.

Yamano N. et J. Guilhoto (2020), « CO<sub>2</sub> emissions embodied in international trade and domestic final demand: methodology and results using the OECD Inter-Country Input-Output Database », OCDE, *Science, Technology and Innovation Working Papers*, n° 2020/11, Publications de l'OCDE.

Yang M., Yuan Y., Yang F. et Patiño-Echeverri D. (2021), « Effects of environmental regulation on firm entry and exit and China's industrial productivity: a new perspective on the Porter Hypothesis », *Environmental Economics and Policy Studies*, vol. 23(4), p. 915-944.

Yang Y. et Zhang H. (2021), « [The value-added tax reform and labor market outcomes: firm-level evidence from China](#) », *China Economic Review*, vol. 69, Issue C, p. 1-19.

Zhao X., Liu C. et Yang M. (2018), « The effects of environmental regulation on China's total factor productivity: An empirical study of carbon-intensive industries », *Journal of Cleaner Production*, vol. 179(1), p. 325-334.



RETROUVEZ  
LES DERNIÈRES ACTUALITÉS  
DU CONSEIL NATIONAL DE PRODUCTIVITÉ SUR :



<https://strategie.gouv.fr/reseau-france-strategie/conseil-national-de-productivite-cnp>