



Transition énergétique : faut-il craindre pour l'emploi ?

Les notes du conseil d'analyse économique, n° 80, novembre 2023

La transition énergétique va induire une transformation structurelle majeure des modèles de production et engendrer des répercussions macroéconomiques encore complexes à appréhender. Une inquiétude particulière concerne l'emploi. La transition sera-t-elle synonyme de destructions massives d'emplois et de délocalisations en raison de la hausse des coûts de production des entreprises et des pertes de compétitivité ? Ou, au contraire, sera-t-elle créatrice de croissance et de nouvelles opportunités, avec le développement de très nombreux emplois verts hautement qualifiés et rémunérés ? Pour éclairer ce débat, nous présentons, dans cette *Note*, une quantification des effets de la transition énergétique sur l'emploi, modélisée par l'instauration d'une taxe sur le carbone de 100 euros la tonne de CO₂.

Au niveau macroéconomique, cette taxe aura des répercussions limitées sur l'emploi en France : d'abord car les entreprises adapteront sans doute leur mix énergétique en conséquence ; ensuite car cette tarification du carbone sera très probablement adoptée au niveau européen, parallèlement à un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières. Il faut également tenir compte de la diversité des technologies et des mix énergétiques au sein de chaque secteur car la forte hétérogénéité entre entreprises implique de nombreuses réallocations de l'emploi au sein d'un même secteur, plus importantes que les réallocations entre secteurs : la somme des destructions et créations d'emplois intrasectorielles représenterait en effet 4 % de l'emploi total.

L'argument d'un impact négatif sur l'emploi ne doit donc pas nous détourner d'une trajectoire européenne crédible d'augmentation du prix du carbone, instrument essentiel pour la décarbonation. Notre principal instrument à ce titre, le marché européen du carbone, devrait être amélioré afin de s'assurer de son efficacité : en ciblant les entreprises et non pas les établissements — les réallocations de production sont en effet aisées à cette échelle — et en encadrant plus strictement les mesures compensatoires. Pour réussir cette transition, il faut accompagner les entreprises et les territoires les plus affectés en s'assurant que les difficultés d'accès au crédit n'empêchent pas les entreprises efficaces, dont le potentiel de transformation est important, de réaliser les investissements nécessaires à leur transition vers un mode de production moins carboné. Notre connaissance de la consommation énergétique des entreprises n'est cependant que partielle. Il est indispensable de se donner les moyens statistiques de l'étendre à l'ensemble des secteurs économiques, au-delà de la seule industrie manufacturière.

Si les arguments du « *job killing* » sont faibles, l'idée que la transition serait massivement créatrice d'emplois verts doit aussi être relativisée. Les emplois verts sont bien amenés à se développer mais ils ne représenteront qu'une part modeste de l'emploi total. Ces emplois exigent une variété de compétences clés plus large que les emplois neutres, mais, pour l'heure, ils ne sont pourtant pas mieux rémunérés à profession égale. Pour atteindre nos objectifs climatiques, il est donc essentiel de combler un déficit potentiel d'attractivité pour les métiers de la transition bas carbone.

Cette *Note* est publiée sous la responsabilité des auteurs et n'engage qu'eux.

^{a, b et d} Paris School of Economics, ^c London School of Economics.

Les auteurs sont tous membres du CAE à l'exception de Hélène Ollivier.

La température moyenne sur la planète a déjà augmenté de 1,2 °C par rapport aux niveaux préindustriels. En France, l'augmentation est de 1,9 °C sur la dernière décennie¹. Pour atteindre les objectifs intermédiaires de la loi européenne sur le climat en 2030 (-55 % d'émissions nettes), la France doit doubler le rythme de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre. Une action très ambitieuse est donc nécessaire. Les transformations structurelles indispensables pour y parvenir représentent un choc considérable tant les énergies fossiles ont façonné les modes de production actuels. Ce choc est d'ampleur comparable – quoique de nature différente – aux chocs de globalisation et de progrès technique biaisés que les économies développées ont connus – et relativement mal absorbés – dans les décennies passées. Il faut donc anticiper ses conséquences.

Sur le plan de l'emploi, les conséquences de la transition vers une économie décarbonée sont, à première vue, incertaines. Faut-il craindre un scénario de « *job killing* » où la transition entraînerait la disparition de pans entiers de l'activité économique et des destructions massives d'emplois ? Ou, au contraire, peut-on voir dans la transition bas carbone une promesse de créations massives d'emplois verts ? L'objet de cette *Note* est d'éclairer le sujet en proposant deux manières de réfléchir aux impacts de la transition. D'une part, nous examinons les conséquences d'une transition provoquée par un renchérissement du prix du carbone et donc du prix des énergies fossiles. En effet, la politique climatique consiste *in fine* à donner un prix au carbone qui n'en a pas spontanément. Ce prix peut être explicite quand il est matérialisé par une taxe carbone ou qu'il provient d'un marché de permis d'émissions négociable, ou implicite quand la politique prend la forme de réglementations ou d'interdictions. De fait, une interdiction a exactement le même effet qu'un prix du carbone infini ; une réglementation renchérit le prix des produits ou des technologies carbonés, d'autant qu'elle est plus contraignante. La politique climatique utilise tous ces instruments à la fois et introduit ainsi différents prix du carbone dans l'économie. Comme il est difficile de rendre compte, dans cette *Note*, de cette diversité, nous étudions, à titre illustratif, les effets d'un prix du carbone unique de 100 euros imposé à toute l'économie, sur la production et l'emploi. Nous tenons compte des réallocations qui pourront s'opérer au niveau intersectoriel, entre les secteurs très émetteurs et les autres, et au niveau intrasectoriel, entre les entreprises les plus efficaces sur le plan énergétique et les autres. D'autre part, nous examinons la nature des changements à attendre en termes de structure de métiers et de compétences.

L'impact de la tarification du carbone

L'ambition croissante de la politique climatique européenne et l'augmentation anticipée du prix du carbone soulèvent la question de leurs impacts macroéconomiques et macrosectoriels. En particulier, la forte hétérogénéité de l'intensité carbone entre les secteurs et les pays implique des effets différenciés et un réajustement des chaînes de valeurs internationales qui affectera la production et l'emploi. Dans cette première section, nous proposons une quantification des effets sectoriels de l'augmentation du prix du carbone en utilisant deux méthodologies : (1) une approche nationale prenant en compte le mix énergétique de chaque secteur en France et (2) une approche internationale fondée sur le prix relatif des biens et sur les échanges entre secteurs et pays.

L'impact en France, en tenant compte du mix énergétique

Pour simuler les effets de l'introduction d'une taxe carbone, nous utilisons un premier modèle de simulation (ThreeMe²) spécialement développé pour analyser les conséquences à moyen et long terme des politiques énergétiques et environnementales au niveau national. ThreeMe est un modèle néokeynésien et permet de prendre en compte l'existence d'équilibres sous-optimaux tels que la présence d'un chômage involontaire. Ce modèle, utilisé par des institutions telles que la Direction générale du Trésor, le ministère de la Transition écologique, France Stratégie et l'Ademe, présente l'avantage de considérer les mix énergétiques propres à chaque secteur, ce qui signifie qu'il intègre la possibilité de passer à des sources d'énergie moins émettrices de carbone en cas de hausse des prix des énergies carbonées. Le secteur de l'énergie est en effet désagrégé en quatre secteurs : électricité, gaz, charbon et pétrole. De plus, ce modèle permet d'examiner les effets de la redistribution des revenus engendrée par la taxe et de comparer des scénarios avec ou sans redistribution des recettes de la taxe aux ménages et aux entreprises³. Enfin, dans ce modèle, la consommation d'énergie des ménages est traitée comme un bien de consommation spécifique, complémentaire à la consommation de biens liés au transport et au chauffage.

Nous utilisons ce modèle pour simuler l'effet de l'introduction d'une taxe carbone de 100 euros par tonne de CO₂ émis à l'horizon 2030. La couverture de cette taxe étant nationale, les résultats que nous présentons ci-dessous doivent être comparés aux travaux traitant également d'une taxe nationale (cf. *infra*). L'impact de cette taxe varie grandement en

Les auteurs remercient l'équipe permanente du CAE pour le suivi de cette Note, en particulier Thomas Renault, conseiller scientifique, Floriane Jouy-Gelin, chargée d'étude, Jeanne Astier et Basile Blanc. Ils remercient également les membres du CAE pour leurs précieux conseils.

¹ Rapport annuel du Haut Conseil pour le climat (2023) : « Acter l'urgence, engager les moyens ».

² Callonnet G., Landa G., Malliet P., Reynès F. et Yeddir-Tamsamani Y. (2013) : « A full description of the ThreeME model: Multi-sector Macroeconomic Model for the Evaluation of Environmental and Energy policy », Ademe-OFCE.

³ Les recettes de la taxe carbone collectée sur les ménages leur sont intégralement redistribuées sous forme d'une réduction de l'impôt sur le revenu. Les recettes collectées sur les entreprises sont redistribuées via une baisse des charges sociales, au prorata de la masse salariale par secteur d'activité.

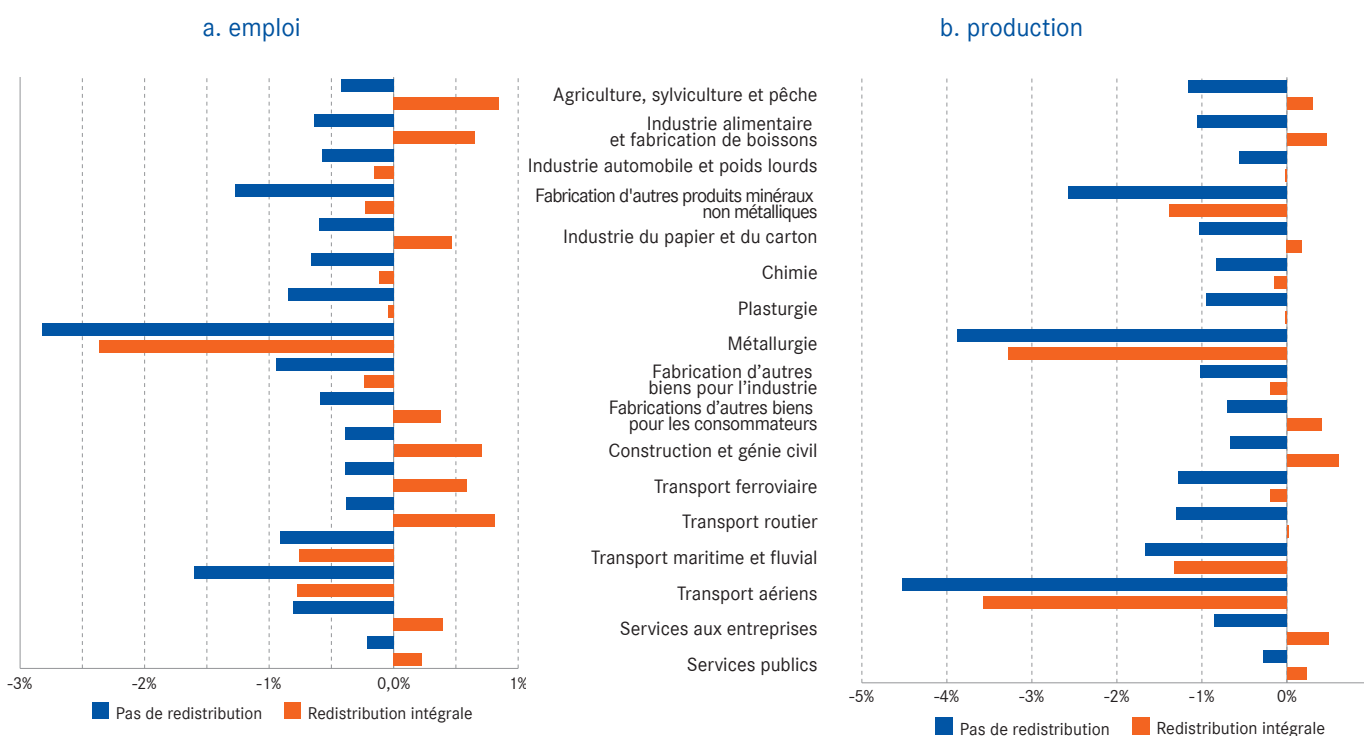
fonction de la redistribution ou non de ses revenus. Sans redistribution, cette taxe entraîne une diminution du PIB (-0,75 %), de l'investissement (-0,7 %), de la consommation (-1,2 %) et des exportations (-0,9 %), et augmente les importations (+1,1 %). Ce scénario correspond à l'affectation du produit de la taxe à la réduction de la dette publique, ce qui conduit à une réduction de la demande agrégée et produit donc un effet récessif. Lorsque les revenus de la taxe sont redistribués, son impact sur le PIB est positif (+0,3 %), avec une augmentation de la consommation (+0,6 %) et de l'investissement (+0,5 %), tandis que le solde extérieur se dégrade moins qu'il ne le fait sans redistribution. En réponse aux variations des prix relatifs de l'énergie liées à l'introduction d'une taxe carbone, les entreprises modifient leurs mix énergétiques en substituant les sources d'énergie les plus carbonées par celles qui le sont moins. Ces changements de mix énergétique en faveur d'énergies moins émettrices de carbone permettent de diminuer le niveau d'émissions sans trop réduire les quantités produites.

La désagrégation sectorielle du modèle nous permet de comparer l'impact de la taxe sur les différents secteurs, que ce soit avec ou sans redistribution des revenus (Figure 1). Sans

redistribution, les quantités produites et l'emploi diminuent dans l'ensemble des secteurs économiques. L'ampleur de ces diminutions dépend de l'intensité carbone spécifique à chaque secteur; elles vont de -2,8 % pour l'emploi dans la métallurgie à -0,4 % dans la construction et le génie civil. Au total, l'effet sur l'emploi à l'horizon 2030 est de -0,6 % (-167 000 emplois). En cas de redistribution des revenus de la taxe, qui nous semble le scénario le plus probable, les volumes de production des secteurs moins intensifs en carbone augmentent, de même que leurs niveaux d'emploi⁴. L'impact global sur l'emploi est alors positif: +0,3 % et +92 000 emplois.

Même dans le scénario le plus défavorable, ces effets agrégés sur l'emploi sont inférieurs aux destructions d'emplois induites par la concurrence exercée par les produits importés de Chine, estimées par Malgouyres⁵ à 294 000 dans l'ensemble de l'économie française (104 000 emplois détruits dans l'industrie manufacturière et 190 000 destructions indirectes dans le reste de l'économie) ou encore aux effets de la robotisation qui, selon Aghion *et al.*⁶, ont entraîné la destruction de 214 000 emplois en France entre 1994 et 2014.

Figure 1. Impact sur la production et l'emploi d'une taxe carbone de 100 euros la tonne



Source : Modèle ThreeME version 3. Reynés F., Callonnec G., Saussay A., Landa G., Malliet P., Gueret A., Hu J., Hamdi-Cherif M. et Gouédard H. (2021) : « ThreeME Version 3: Multi-sector Macroeconomic Model for the Evaluation of Environmental and Energy policy – A full description ».

⁴ Notons néanmoins que l'emploi peut augmenter dans certains secteurs qui semblent être à forte intensité carbone. Cela peut s'expliquer par les effets de la redistribution des revenus de la taxe, qui peuvent stimuler l'activité économique dans divers secteurs, même s'ils sont intensifs en carbone, en fonction de la manière dont les revenus sont réalloués et dépensés.

⁵ Malgouyres C. (2017) : « The impact of Chinese import competition on the local structure of employment and wages: Evidence from France », *Journal of Regional Science*, 57(3), p. 411-441.

⁶ Aghion P., Antonin C. et Bunel S. (2019) : « Artificial intelligence, growth and employment: The role of policy », *Économie et Statistique/Economics and Statistics*, n° 510-511-512, p. 150-164.

Le niveau de couverture de la taxe

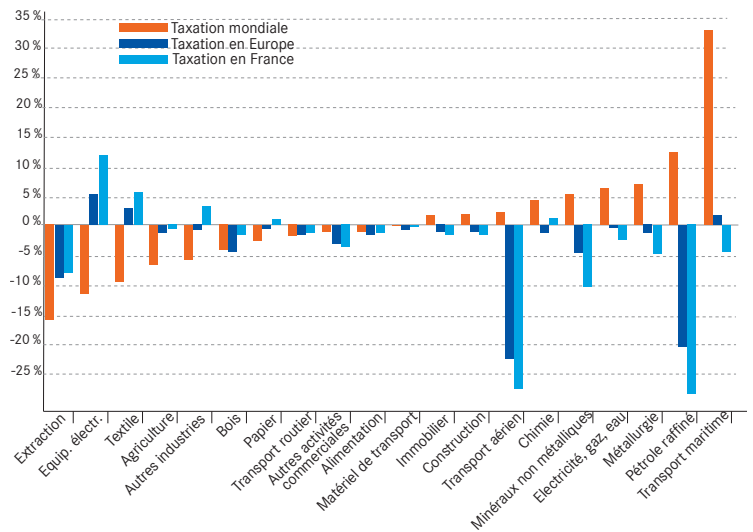
Avec le modèle ThreeMe, nous avons simulé une taxe intérieure de 100 euros par tonne de CO₂ émis, appliquée à l'ensemble des secteurs productifs ainsi qu'à la consommation finale d'énergie. Toutefois, cette simulation ne permet pas d'étudier d'autres scénarios dans lesquels la taxe s'appliquerait au-delà de nos frontières. Pour les explorer, nous avons également mobilisé un modèle multi-pays et multisectoriel⁷ permettant la comparaison de différents scénarios de taxation en fonction de la couverture géographique de la taxe, que ce soit au niveau national en France, au niveau de l'Union européenne (UE) ou à l'échelle mondiale⁸. L'élargissement de cette couverture modifie l'effet sur les entreprises françaises de deux manières. Premièrement, dans la mesure où les prix des biens importés intègrent également le coût de la taxe carbone, cela accroît l'exposition globale des entreprises à cette taxe. Deuxièmement, les prix des biens produits à l'étranger étant également impactés par la taxe carbone, la compétitivité des entreprises françaises s'en trouve renforcée. Ces deux mécanismes interagissent pour façonner l'impact global de la taxe sur les entreprises françaises, en fonction de sa couverture géographique.

Les résultats de la simulation montrent des variations significatives de l'impact de cette taxe en fonction de sa couverture géographique (Figure 2). Pour les secteurs à faible intensité carbone, tels que les équipements électriques, l'application d'une taxe carbone au niveau national se traduit par une augmentation des quantités produites en raison de la réduction relative des coûts salariaux et du faible coût de la taxe. Lorsque la taxe est étendue au niveau européen ou mondial, les salaires français ne diminuent pas car la charge de la taxe est partagée, alors que le prix des consommations intermédiaires importées augmente en raison de l'effet de la taxe. Par conséquent, la quantité produite par ces secteurs diminue à mesure que la taxe est appliquée à une plus grande échelle.

À l'inverse, de nombreux secteurs à forte intensité carbone (chimie, métallurgie, etc.), affectés par la taxation du carbone à l'échelle française, bénéficieraient de son application à plus grande échelle. Ces secteurs ont une intensité carbone élevée relativement aux autres secteurs en France, mais faible par rapport aux mêmes secteurs dans d'autres pays où le mix énergétique est davantage carboné. Une taxe mondiale les rend donc plus compétitifs car l'augmentation de leurs coûts résultant de la taxe est plus faible que celle de leurs concurrents étrangers.

La perspective d'une taxe au niveau mondial est certes assez théorique. Mais il faut rappeler que le futur mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) qui sera mis en place à partir de 2026 jouera en partie ce rôle compensateur. Ce nouvel instrument, visant à soumettre les produits importés dans le territoire douanier de l'Union européenne à une tarification du carbone, permettra en effet de réduire

Figure 2. Impact d'une taxe carbone sur la production française selon sa couverture géographique



Note : Impact d'une taxation carbone de \$100/t de CO₂ émis sur la production des secteurs avec trois scénarios : taxation en France, en Union européenne ou à l'échelle mondiale.

Source : Méjean I. et Schoch M. (2023) : « Carbon pricing and its implications in input-output networks : the case of France », CAE, *Focus* n° 96, juin.

les différences entre les coûts subis par les producteurs en Europe et les coûts des producteurs situés dans des régions moins ambitieuses en matière de politique climatique⁹.

Si ce second modèle permet d'intégrer un niveau supranational de taxe en considérant l'énergie comme un bien homogène, il est moins adapté que le modèle ThreeMe, qui prend en compte la variété du mix énergétique de chaque secteur. Ensemble, ces deux modèles nous fournissent des informations cruciales pour comprendre l'impact d'une taxe carbone sur les différents secteurs de l'économie aux niveaux national, européen et mondial. Les effets estimés dans le modèle ThreeMe ou dans le modèle multi-pays et multisectoriel (scénario de taxation au niveau national ou européen) doivent donc être considérés comme une borne haute de l'impact sectoriel car ils ne tiennent pas compte de la mise en place du MACF ni d'évolutions technologiques.

Constat 1. L'augmentation du prix du carbone n'induit pas de destructions massives d'emplois : dans la plupart des scénarios, il n'y a pas, au niveau agrégé, d'impact notable sur l'emploi.

Hétérogénéités intrasectorielles

Si les analyses précédentes ont permis de saisir des effets limités d'une hausse du prix du carbone sur l'emploi, elles

⁷ Baqae D. et Farhi E. (2019) : « Networks, barriers, and trade », n° w26108, National Bureau of Economic Research.

⁸ Méjean I. et Schoch M. (2023) : « Carbon pricing and its implications in input-output networks : the case of France », CAE, *Focus* n° 96, juin.

⁹ Les secteurs suivants seront couverts par le MACF à partir de 2026 : le fer, l'acier, l'aluminium, le ciment, l'engrais, l'électricité et l'hydrogène.

omettent l'ampleur des hétérogénéités au sein des secteurs, en termes d'efficacité, de mix énergétique et donc d'émissions. Or cette hétérogénéité intrasectorielle influera nécessairement sur les effets d'une hausse du prix du carbone sur l'emploi puisqu'elle implique l'existence de mécanismes de réallocation au sein de chaque secteur. Afin d'étudier cette question, nous mobilisons les données sur les consommations énergétiques dans le secteur manufacturier, auxquelles nous adjoignons des informations sur les comptes des entreprises et sur leur main-d'œuvre¹⁰.

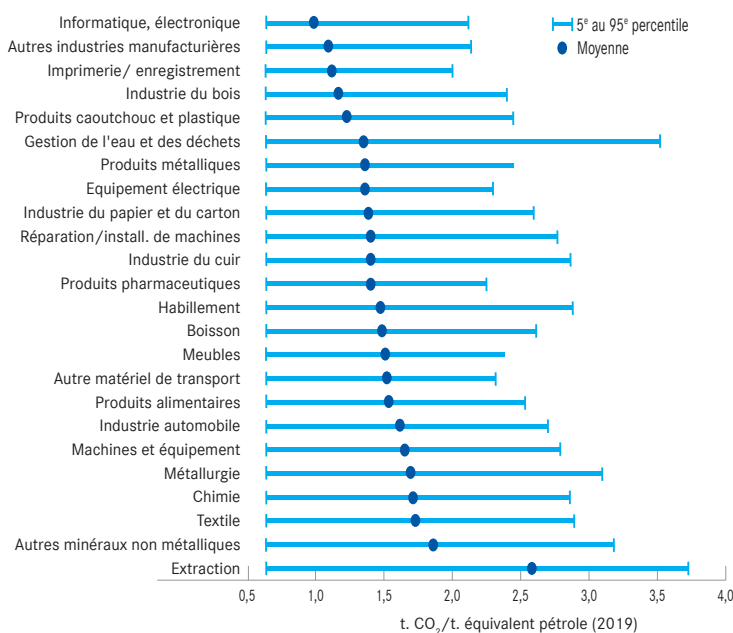
Les données de l'Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI) permettent de suivre, pour le secteur manufacturier, les consommations d'énergie (en volume et en valeur) ainsi que l'emploi¹¹. Ces données renseignent la manière dont une entreprise mobilise les différentes sources d'énergie (électricité, gaz, produits pétroliers hors carburant, etc.¹²). Celles-ci peuvent être ramenées à un équivalent commun (tonne équivalent pétrole ou kWh) qui sert à calculer un prix unitaire de l'énergie ainsi qu'un niveau d'émissions par unité d'énergie : les établissements émettent plus ou moins de gaz à effet de serre selon leur mix énergétique.

On constate ainsi la grande hétérogénéité des émissions par unité d'énergie entre les secteurs mais aussi au sein d'un même secteur (Figure 3). Étonnamment, les différences entre établissements d'un même secteur sont plus importantes que celles entre secteurs. C'est une donnée fondamentale dans les débats sur les efforts à venir de décarbonation : certes, les secteurs sont inégaux devant la tâche à accomplir mais les établissements qui les composent le sont tout autant, voire plus.

Constat 2. Il existe une forte hétérogénéité intrasectorielle des émissions par unité d'énergie dont il faudra tenir compte pour évaluer l'impact de la transition.

Par ailleurs, ces mêmes données permettent d'observer comment le mix énergétique d'un établissement, c'est-à-dire la part de chacune des énergies dans sa consommation totale, varie en fonction de l'évolution des prix. Sur notre période d'observation, de 2007 à 2019, les prix moyens ont beaucoup fluctué et ces variations ont constitué autant de chocs auxquels les

Figure 3. Hétérogénéité des émissions (secteur manufacturier)



Note : Le point bleu foncé montre la moyenne des émissions par unité d'énergie dans chaque secteur, le trait bleu la dispersion entre le 5^e et le 95^e percentile.

Sources : Données Fare, DADS Postes et EACEI (2008-2020); calculs des auteurs

entreprises ont dû répondre. Nous étudions leur réponse en distinguant les chocs temporaires, dont l'effet s'amenuise progressivement, des chocs permanents. Ces derniers nous intéressent particulièrement car le prix des énergies carbonées est probablement appelé à augmenter de manière permanente durant la transition bas carbone. Nos résultats indiquent que, lorsque les prix de l'énergie augmentent de manière durable de 1 %, les entreprises réduisent leur consommation d'énergie de 1,2 %¹³. Leurs émissions baissent alors de 2,2 % ce qui indique un passage vers des énergies moins carbonées. Les revenus et la valeur ajoutée sont aussi revus à la baisse (respectivement -0,5 % et -0,8 %). En matière d'emploi, une hausse permanente de 1 % des prix unitaires de l'énergie se traduit par une baisse de l'emploi d'environ 0,3 %, tandis que les salaires vont absorber une partie du choc et chuter de 0,8 %¹⁴. Ces résultats sont en cohérence avec les travaux existants même si nos élasticités sont plus élevées du fait de la distinction que nous opérons entre chocs transitoires et chocs permanents¹⁵.

¹⁰ Fontaine F. et Marullaz C. (2023) : « Choc de l'énergie, prix du carbone et emploi », CAE, Focus n° 102, novembre.

¹¹ Le champ de l'EACEI concerne les établissements de plus de 20 salariés du secteur manufacturier. L'échantillon est exhaustif pour les établissements de plus de 250 salariés et réalisé par sondage en deçà. Environ 8 500 établissements sont interrogés chaque année, soit environ 40 % des établissements concernés.

¹² Les énergies suivantes sont référencées dans les données de l'EACEI : l'électricité, la vapeur, le gaz naturel, le butane et le propane, les autres gaz de réseau, la houille, la lignite-charbon pauvre, le coke de houille, le coke de pétrole, le fioul lourd et le fioul domestique.

¹³ Pour l'ensemble des tableaux de résultats et davantage de détails sur la méthodologie, voir Fontaine F. et Marullaz C. (2023) : *op.cit.*

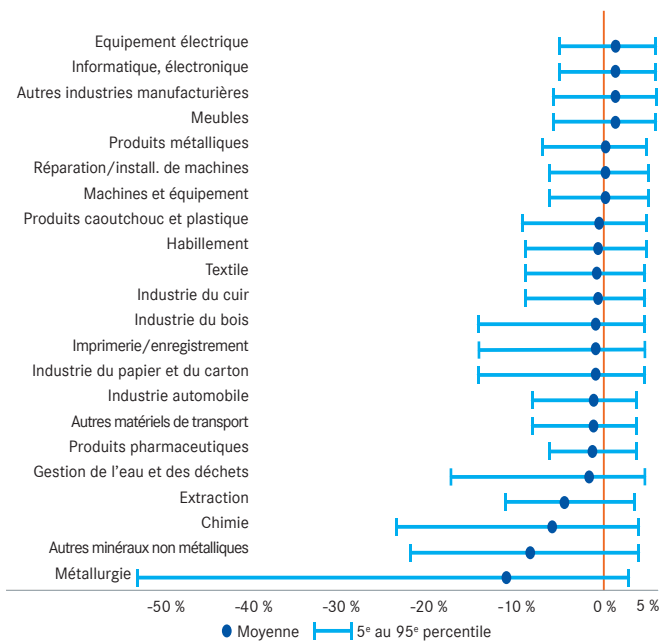
¹⁴ Ces estimations incluent des effets fixes industries, taille, zone d'emploi, VA par travailleur et intensité énergétique (catégories définies avant la période d'estimation).

¹⁵ Marin G. et Vona F. (2021), Bretschger et Jo (2023), Fontagné L. et al. (2023) trouvent, sur les mêmes données (avec des périodes un peu différentes), des baisses d'emploi entre 0,1 % et 0,15 %, voire des effets peu significatifs statistiquement. Ces ordres de grandeur correspondent à ce que nous pouvons trouver pour des chocs transitoires (-0,1 % et faiblement significatif). Marin G. et Vona F. (2021) : « The impact of energy prices on socioeconomic and environmental performance: Evidence from French manufacturing establishments, 1997-2015 », *European Economic Review*, vol. 135(C) ; Bretschger L. et Jo A. (2021), : « Complementarity between Labor and Energy: A Firm-Level Analysis », *Economics Working Paper Series 21/364*, ETH Zurich ; Fontagné L., Martin P. et Orefice G. (2023) : « The Many Channels of Firm's Adjustment to Energy Shocks: Evidence from France », *CESifo Working Paper n° 0548*.

Notons, en outre, qu'il n'y a pas d'indication que l'emploi des travailleurs les moins qualifiés soit davantage affecté¹⁶.

En utilisant l'estimation des effets d'un choc permanent du prix de l'énergie, il est possible de simuler quel pourrait être l'impact d'une augmentation du prix du carbone de 100 € la tonne sur l'emploi. Pour cela, nous calculons les émissions de chaque établissement à partir de son mix énergétique en 2019 pour déduire comment cette taxe modifie le prix unitaire de l'énergie¹⁷. L'augmentation calculée sera d'autant plus importante que l'établissement est très émetteur et que le prix de son énergie est faible. En cohérence avec notre stratégie empirique, nous calculons ensuite la variation relative du prix de l'énergie de chaque établissement par rapport à l'augmentation moyenne du secteur¹⁸. Ainsi certains établissements à la production peu carbonée vont voir leur prix relatif baisser tandis que d'autres vont le voir augmenter ; c'est à cette variation du coût relatif de l'énergie que va correspondre l'effet sur l'emploi présenté dans la Figure 4.

Figure 4. Effets sur l'emploi d'une augmentation du prix du carbone de 100 €/tonne



Note : Effets simulés de la taxe relative (taxe - taxe moyenne) pour une élasticité de l'emploi aux prix de l'énergie de -0,3 et en prenant en compte les différences d'émissions entre établissement. On représente l'effet sur l'emploi de chaque secteur et l'effet sur les établissements (établissement moyen, 5^e et 95^e percentile).

Sources : Données Fare, DADS Postes et EACEI (2008-2020) et calculs des auteurs.

Par construction, l'effet moyen sur les variations (en %) de l'emploi au niveau de l'établissement est nul¹⁹. L'effet global sur l'emploi va donc dépendre de la taille relative des établissements qui seront affectés négativement et positivement par la taxe. Sur ce point, nous constatons que les établissements les plus affectés négativement sont aussi les plus grands. Cela entraîne un effet global négatif sur l'emploi d'environ -1,5 %. Cet effet est assez faible, surtout si l'on considère que nos estimations ne sont pas à même de prendre en compte les ruptures technologiques qui pourraient avoir lieu. En ce sens, ces effets sont de moyen terme.

Si certains secteurs sont plus affectés que d'autres, en particulier la métallurgie, la transformation des minéraux non métalliques (comme le verre), la chimie et l'extraction, d'autres connaissent une croissance, certes mesurée, de leur emploi. Il est important de remarquer que, dans tous les secteurs, certaines entreprises, moins émettrices, vont bénéficier de réallocations d'emploi à la faveur du renchérissement du coût du carbone et ainsi grandir. Si l'on calcule l'ampleur des réallocations induites comme la somme des créations et des destructions rapportée à l'emploi, on obtient le chiffre de 4,1 % de l'emploi total : omettre l'hétérogénéité intrasectorielle conduirait donc à sous-évaluer les réallocations, dont le nombre serait divisé par deux (2 %) si on le calcule à partir des effets moyens par secteur d'activité. Quoiqu'il en soit, ce chiffre reste raisonnable au regard du taux de réallocation annuel de l'emploi en France, de l'ordre de 20 %²⁰.

Les résultats peuvent aussi être présentés par zone d'emploi (Figure 5). On observe alors de grandes disparités, en particulier entre les zones situées au nord-est et le reste de la France. Néanmoins, seule une quinzaine de zones connaissent une baisse de l'emploi industriel de plus de 6 % (en rouge sur la carte). Les différences sectorielles entre zones d'emploi n'expliquent qu'un tiers de ces disparités qui sont essentiellement dues à la concentration d'entreprises au mix énergétique défavorable dans certaines zones, indépendamment de leur secteur d'appartenance. C'est une dimension importante pour guider le ciblage des politiques publiques (cf. *infra*). Ces disparités géographiques méritent en effet une grande attention, d'autant que l'on sait que la mobilité territoriale des personnes se heurte à de nombreux obstacles, parfois difficiles à surmonter. Dans le cadre du Fonds pour une transition juste (FTJ) de l'Union européenne, doté de 17,5 Md€, des aides sont allouées en privilégiant les territoires les plus touchés par le processus de transition bas carbone : une enveloppe de 937 millions d'euros est réservée à la France pour la période 2021-2027. Les territoires

¹⁶ À la suite d'un choc de prix de l'énergie, nous pouvons estimer la manière dont la part de chaque catégorie socioprofessionnelle évolue dans l'emploi des établissements : la part des employés et des ouvriers non qualifiés augmente (1,9 % et 5 %), tandis que celle des travailleurs qualifiés et de l'encadrement baisse (-0,6 % et -0,9 %). De même, ce ne sont pas les établissements les plus intensifs en main-d'œuvre non qualifiée qui sont les plus touchés.

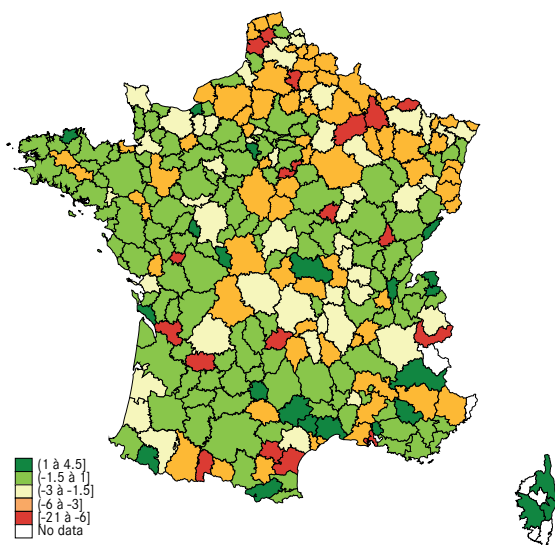
¹⁷ Les émissions de procédés ne sont pas prises en compte dans notre calcul car les données spécifiques à chaque entreprise ne sont pas disponibles.

¹⁸ Le *Focus* n° 102 (*op. cit.*) présente aussi les effets d'une variation du niveau absolu des prix de l'énergie.

¹⁹ Nous analysons une variation de prix propre à chaque établissement en écart à la variation moyenne des autres établissements. La moyenne des écarts de prix est donc nulle.

²⁰ Bock S., Elewa A. et Guillou S. (2023) : « Comprendre le tissu productif marchand en France : une analyse de la décennie passée », *OFCE Policy brief* 119, 22 septembre.

Figure 5. Impact d'une taxe carbone sur l'emploi par zone d'emploi



Note : Effets simulés de la taxe relative (taxe - taxe moyenne) pour une élasticité de l'emploi aux prix de l'énergie de -0,3 et en prenant en compte les différences d'émissions entre établissement. La carte représente l'effet moyen, pondéré par l'emploi, pour chaque zone.

Sources : Données Fare, DADS Postes et EACEI (2008-2020) et calculs des auteurs

éligibles se trouvent dans six régions métropolitaines avec pour plus gros bénéficiaires les départements du Nord et du Pas-de-Calais, des Bouches-du-Rhône, le Grand Est et la Normandie. Précisons que les résultats de cette simulation n'intègrent pas les effets des projets d'implantation soutenus par le programme France 2030, comme celui des trois gigafactories pour la fabrication des batteries pour véhicules électriques sur les territoires des Hauts-de-France à l'horizon 2026.

Quelles politiques publiques ?

Fixer un prix plancher dynamique du carbone

Au total, les effets de la taxe carbone sur l'emploi sont limités. L'argument de pertes massives d'emplois, démenti ici, ne doit donc pas nous détourner d'une trajectoire ambitieuse de réduction des émissions de CO₂ qui passe par une tarification du carbone et la mise en place de réglementations et de normes en faveur de la transition.

Recommandation 1. Mettre en place un prix plancher dynamique du carbone reflétant son coût social, a minima 150 euros/tCO₂ aujourd'hui, et environ 250 euros en 2030.

Il y a certes encore des incertitudes sur l'évaluation du coût social du carbone à l'horizon 2030, mais l'estimation d'une valeur tutélaire du carbone (ou valeur de l'action pour le climat)²¹ permet de donner un ordre de grandeur : les travaux conduits dans le cadre de la commission Quinet aboutissent à une valeur d'environ 250 euros la tonne en 2030²².

Le design de notre principal instrument : le marché SEQE

Les évaluations précédentes portent sur l'augmentation d'une taxe carbone qui toucherait toutes les entreprises régulées de la même manière. Cependant, en pratique, deux approches existent pour établir un prix sur le carbone. Une taxe carbone, d'une part, qui fixe un coût sur les émissions de carbone et augmente progressivement pour encourager la réduction des émissions de CO₂. Un marché du carbone, d'autre part, où des entreprises se voient attribuer ou peuvent acheter des permis d'émission représentant des quotas d'émissions à ne pas dépasser. Si une entreprise émet moins de carbone que son quota ne le prévoit, elle peut vendre l'excédent sur le marché à une entreprise qui dépasse son quota. Dans ce système, la diminution du nombre de permis émis au fil du temps permet d'augmenter le prix des quotas et de réduire les émissions. Dans l'Union européenne, c'est ce type de marché qui a été mis en place. Connu sous le nom de système européen d'échange de quotas d'émissions (SEQE ou European Union Emission Trading Scheme - EU ETS en anglais), il constitue notre principal instrument pour l'établissement d'un prix sur le carbone.

La mise en place du marché du carbone européen s'est traduite par de nombreuses exemptions ou mesures différenciées, et d'importantes mesures compensatoires ont été mises en œuvre aux échelles européenne et nationale, notamment à travers l'allocation gratuite de quotas d'émissions de CO₂ et le soutien à l'investissement dans des technologies moins polluantes. Dans les textes établissant le SEQE, il est prévu, par exemple, que les États membres compensent l'absence d'application du SEQE à certains établissements manufacturiers par une réglementation nationale équivalente. Pour éviter les distorsions de concurrence induites par la réglementation, il faut donc s'assurer que la politique nationale (taxe carbone) évolue à un rythme comparable à celui prévu par le marché européen, mais également que les investissements subventionnés par l'État ne soient pas entièrement accaparés par des firmes régulées par le SEQE. De plus, alors que les secteurs industriels reçoivent pour l'essentiel des allocations gratuites de quotas, ce n'est pas le cas du secteur électrique qui peut répercuter le coût du carbone dans ses prix (également appelés coûts indirects du carbone) sans craindre le transfert des entreprises vers des pays où la législation est moins contraignante. Les revenus des enchères sur les quotas²³

²¹ Cette notion de valeur de l'action pour le climat est un outil pour l'évaluation des investissements et des politiques publiques, et ne préjuge pas en soi de la bonne combinaison de mesures à mettre en place. Nous utilisons ici cette notion pour estimer une fourchette haute pour le prix du carbone.

²² France stratégie (2019) : *La valeur de l'action pour le climat*, Rapport de la commission présidée par Alain Quinet.

²³ Les revenus sont redistribués aux États membres qui doivent en consacrer au moins 50 % à des actions en faveur de l'environnement.

subventionnent ensuite des investissements visant à réduire les consommations d'énergie fossile de certaines installations industrielles et financent des aides en faveur des secteurs exposés à un risque significatif de transfert en raison des coûts indirects du SEQE. Certaines de ces aides et mesures compensatoires sont donc dirigées vers des industries très émettrices et semblent contrecarrer l'objectif initial de réduction des émissions de CO₂. Aujourd'hui, il n'est malheureusement pas possible de mesurer précisément ces effets par manque de données disponibles.

En outre, les entreprises régulées ont la possibilité de mettre en place des stratégies visant à réduire le coût induit par la politique environnementale, comme cela est mis en lumière dans un *Focus* associé à cette *Note*²⁴ : les entreprises régulées ont transféré une partie de leurs émissions de leurs usines directement soumises au SEQE vers celles qui ne le sont pas, ce qui est une manière de contourner la contrainte.

Depuis sa mise en place en 2005, le SEQE a été fortement critiqué en raison de plafonds d'émission trop élevés et de

nombreuses exemptions sectorielles ayant conduit à des prix des quotas d'émissions très bas (inférieurs à 10 euros par tonne de CO₂ de 2012 à 2017 par exemple) et à la suite de la révélation d'une fraude à la TVA carbone ayant entraîné une perte fiscale d'environ 1,6 Md€ pour le budget de l'État²⁵. Certaines imperfections ont été corrigées lors des phases III (2013-2020) et IV (2021-2030) avec le mécanisme de réserve de stabilité du marché (MSM) et le facteur de réduction linéaire (LRF) qui permettent de réduire davantage l'offre de quotas. Le prix des quotas d'émissions est ainsi récemment remonté, dépassant les 40 euros pour la première fois en 2021 pour atteindre entre 80 et 100 euros aujourd'hui. En outre, une réforme importante du marché du carbone a été adoptée en 2023, qui devrait conduire à une plus grande efficacité du système du fait de son extension, d'une part, et de la réduction progressive de ses quotas gratuits, d'autre part (voir encadré). Ces changements vont dans le bon sens, mais des points de vigilance subsistent en ce qui concerne le risque de volatilité du prix des quotas d'émissions que ces différentes réformes pourraient engendrer.

Le système européen d'échange de quotas d'émissions (SEQE)

Les marchés carbone, également nommés systèmes d'échange de quotas d'émissions ou systèmes de permis d'émissions négociables (SEQE ou EU ETS en anglais), sont des outils réglementaires conçus pour atteindre les objectifs de réduction d'émissions de gaz à effet de serre. En 2005, l'Union européenne a mis en place un marché du carbone pour mesurer, contrôler et réduire les émissions de son industrie et de ses producteurs d'électricité.

Le SEQE couvre actuellement près de 45 % des émissions de l'UE, dont 1 264 installations émettrices localisées en France. Afin de prévenir le risque de perte de compétitivité des entreprises régulées par rapport à leurs concurrentes étrangères, le marché du carbone a procédé en plusieurs phases et a alloué des quotas gratuits dans la quasi-totalité des secteurs industriels. Dans la phase I, de 2005 à 2007, les entreprises recevaient des quotas gratuits correspondant à leurs émissions passées et pouvaient en vendre sur le marché (si leurs coûts d'abattement étaient inférieurs au prix du quota) ou en acheter. L'impossibilité de mise en épargne de ces quotas entre la phase I et II a fait chuter leur prix à zéro en 2007. Pour les phases suivantes (phase II de 2008 à 2012 et phase III de 2013 à 2021), le plafond de quotas a été progressivement réduit et les règles d'allocation des quotas gratuits ont été harmonisées entre tous les États (en fonction de l'intensité d'émissions des 10 % d'établissements les plus performants par secteur). Pour lutter contre la volatilité des prix, le mécanisme de réserve de stabilité du marché, mis en place en 2019, permet désormais de retirer automatiquement des quotas en cas d'excédent, dans une fourchette prédéfinie, et de les réintégrer en cas de pénurie. Les quotas sont amenés à diminuer à nouveau lors de la phase IV (2021-2030) avec l'introduction du facteur de réduction linéaire qui réduit chaque année le nombre de quotas attribués aux entreprises (-4,3 % pour la période 2024-2027 et -4,4 % à partir de 2028).

En 2023, les États membres et le Parlement européen ont convenu d'accélérer la transition énergétique dans l'UE en se fixant différents objectifs : diminuer d'au moins 12 % la consommation d'énergie finale à horizon 2030, baisser les émissions de gaz à effet de serre de 55 % d'ici 2030 par rapport à 1990 (Fit for 55), puis atteindre la neutralité carbone avant 2050. Ces mesures impliquent de réformer le marché européen du carbone : dorénavant, le système s'appliquera aussi aux logements et (peu à peu) au transport maritime et aérien intracommunautaire. En outre, un second marché du carbone, dit ETS2, sera dédié aux carburants routiers et au chauffage des bâtiments, accompagné d'un Fonds social pour le climat à partir de 2026, destiné à aider les ménages vulnérables et les microentreprises dans leur transition énergétique.

Un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières concernera les importations contribuant le plus au réchauffement (acier, aluminium, ciment, électricité) tandis que les quotas d'émissions gratuits alloués aux industriels opérant dans l'UE seront progressivement supprimés d'ici 2034. Les revenus acquis par les États membres à partir des échanges de quotas d'émissions devront servir à soutenir des projets liés au climat et à l'énergie, ainsi que l'accompagnement social de la transition énergétique.

²⁴ Barrows G., Calel R., Jégard M. et Ollivier H. (2023) : « Estimation de l'effet du marché du carbone européen sur l'industrie manufacturière européenne », *Focus* n° 101, novembre.

²⁵ Cour de comptes (2012) : « La fraude à la TVA sur les quotas de carbone », Rapport public annuel, p. 147-196.

Recommandation 2. Encadrer plus strictement les mesures compensatoires au regard des objectifs de réduction de CO₂ et assujettir l'ensemble des établissements de chaque entreprise soumise au marché européen du carbone.

Accompagner la transition

Les impacts différenciés d'une taxe carbone sur l'emploi au sein des secteurs et des territoires invitent à favoriser des politiques publiques visant plus que quelques entreprises dans un nombre limité de secteurs. Les entreprises que l'on souhaite atteindre doivent être efficaces en termes de valeur ajoutée et pouvoir faire évoluer leur mode de production vers des modes moins carbonés. Leur défaut d'investissement dans la transition énergétique doit s'expliquer par des imperfections de marché et, à ce titre, trois frictions nous semblent particulièrement importantes.

La première correspond à un problème d'information, notamment pour les petites et moyennes entreprises. Il peut en effet être difficile pour leurs dirigeants d'identifier les actions permettant de décarboner efficacement leurs activités. Étant donné la diversité des mix énergétiques et les spécificités de chaque entreprise, un diagnostic technique individualisé est nécessaire (bilan carbone, plan de décarbonation, audits de performance énergétique des bâtiments, plan d'optimisation des flux d'eau, d'énergie et de déchets, etc.). Les accompagner implique la mise en place d'un réseau local d'experts et de conseillers pour faire connaître les dispositifs d'accompagnement puis réaliser les diagnostics. C'est notamment l'objectif des actions menées par Bpifrance dans le cadre de son Plan Climat avec une forte montée en charge d'ici 2028.

La seconde imperfection vient du manque de visibilité sur la politique climatique et sur l'évolution du prix du carbone dans les années à venir, qui entraîne une incertitude sur la rentabilité des investissements. D'où la première recommandation de cette *Note* de maintenir une trajectoire du prix du carbone ambitieuse et prévisible dans le cadre d'un marché européen du carbone.

Enfin, certaines entreprises peuvent être soumises à des contraintes de crédit qui limitent leur capacité à investir dans des technologies vertes ou moins carbonées. Les pouvoirs publics ont donc mis en place des systèmes de prêts et de garanties bancaires qui, par rapport aux subventions, limitent les effets d'aubaine et l'aléa moral lorsque la garantie n'est que partielle, et se concentrent sur les entreprises pour lesquelles l'investissement a un sens économique. En outre, ils peuvent s'accompagner d'une politique de taux préférentiel dès lors que les entreprises sous-estiment la valeur sociale de leur investissement. Ainsi, les prêts verts de la BPI ont

représenté 1 Md€ en 2022 distribué à 900 entreprises, à comparer aux 140 000 entreprises françaises (hors microentreprises), des PME en grande majorité, dont 25 000 dans l'industrie. Si l'emploi est très concentré dans les grandes entreprises et les entreprises intermédiaires, les PME représentent un tiers de l'emploi et ne doivent donc pas être négligées. L'accès de l'ensemble des entreprises aux dispositifs de prêts et de garanties doit être favorisé, ce qui suppose à nouveau qu'elles aient une visibilité claire sur les bénéfices attendus et donc sur la trajectoire du prix du carbone.

Recommandation 3. Conduire l'ensemble des entreprises vers une plus grande efficacité énergétique en mobilisant encore davantage les dispositifs d'accompagnement et de financements proposés par les différents acteurs. Une attention particulière devra être accordée aux territoires identifiés comme les plus à risque.

Par ailleurs comme on a pu le mettre en lumière, l'hétérogénéité des émissions par unité d'énergie entre les entreprises est un élément majeur durant cette phase de transition. Notre connaissance dans ce domaine n'est cependant que parcellaire. La seule base annuelle de données sur les consommations d'énergie actuellement disponible est très incomplète : elle ne couvre que 40 % des établissements du secteur manufacturier et pas les autres secteurs de l'économie. Or, des données exhaustives et précises sont indispensables pour mesurer l'impact des politiques publiques liées à la transition énergétique, et identifier les entreprises et les territoires fragiles qu'il faudra accompagner en priorité. Cela permettrait aussi de poser les jalons d'une comptabilité « carbone » permettant de retracer le carbone tout au long de la chaîne de valeur de chaque bien.

Recommandation 4. Créer pour l'ensemble des entreprises et des secteurs une base de données reportant les consommations et les dépenses énergétiques des entreprises, alimentée par les remontées systématiques des fournisseurs d'énergie.

Les emplois verts

Les arguments d'une destruction massive d'emplois, souvent mis en avant par les opposants à la politique climatique, semblent très fragiles comme l'ont montré nos évaluations macro- et microéconomiques²⁶. Mais peut-on pour autant espérer que les plans d'investissements dans la transition bas carbone entraînent la création de très nombreux « emplois verts » hautement qualifiés et bien rémunérés ?

²⁶ C'est également ce que relève le rapport thématique sur le marché du travail de la mission Pisani-Ferry / Mahfouz.

Comment définir les emplois verts ?

Le Bureau of Labor Statistics américain²⁷ propose une distinction particulièrement utile pour affiner le périmètre des emplois verts. Selon une première perspective, dite « *output-based* », un emploi peut être qualifié de « vert » s'il est associé à une activité ayant une faible intensité carbone. Cette approche qui permet de distinguer les secteurs les plus avancés dans la décarbonation et ceux qui nécessitent les investissements les plus importants, présente une limite majeure : les activités les moins intensives en carbone sont pour la plupart concentrées dans le secteur des services. Or, elles sont par nature moins directement affectées par la transition bas carbone. Ainsi, un avocat ou un cadre du secteur financier, bien que travaillant dans un secteur à faible intensité carbone, ne participe pas nécessairement de façon directe à la décarbonation de l'économie.

Les premières estimations réalisées par des instituts statistiques nationaux (BLS, 2013 et Eurostat, 2016²⁸) se focalisaient sur cette approche sectorielle, consistant à mesurer le caractère « vert » d'un secteur d'activité dans son ensemble. Elle présente en effet l'avantage de reposer sur des données disponibles dans la plupart des pays de façon standardisée et facilement comparable. Elle masque toutefois l'hétérogénéité très importante au sein de la plupart des domaines d'activité – seuls quelques rares secteurs, comme les énergies renouvelables, peuvent être considérés comme « verts » dans leur ensemble.

Une seconde perspective, dite « *process-based* », se concentre non pas sur l'intensité carbone d'une activité, mais sur son rôle actif dans la décarbonation de l'économie. L'accent est alors mis sur les emplois qui, par leur nature, contribuent à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ce sont précisément ces activités qui sont susceptibles de croître avec la transition bas carbone. Reste toutefois à identifier les professions qui, au sein de l'économie, contribueront de manière centrale à la décarbonation. Dans le reste de cette *Note*, nous nous focalisons sur cette définition « *process-based* » des emplois verts.

Des travaux plus récents²⁹ ont développé cette approche par professions. Ces contributions reposent principalement sur la classification américaine O*NET, qui répertorie de façon systématique les tâches spécifiques nécessaires à l'accomplissement d'une des plus de 900 professions composant

sa taxonomie. Cette classification est particulièrement bien adaptée à l'étude des emplois verts depuis l'introduction, grâce au programme de recherche Green Economy de O*NET, d'une nouvelle liste de 1 369 tâches spécifiquement vertes. Il devient alors possible d'attribuer à chaque profession un score mesurant le degré de « verdure », en estimant la part des tâches spécifiques identifiées comme vertes³⁰.

Les emplois verts en France

En adoptant cette mesure par profession, l'Observatoire national des emplois et métiers de l'économie verte en France (Onemev) propose une taxonomie de deux types de professions associées à la transformation verte de l'économie : vertes et verdissantes. Les métiers verts sont ceux ayant directement une finalité environnementale (garde forestier, ouvrier dans le secteur de la production et de la distribution d'énergie renouvelable, etc.). En revanche, les métiers verdissants n'ont pas d'objectif environnemental direct mais peuvent intégrer des problématiques environnementales (architecte, installateur d'isolation thermique, chef de chantier, etc.). L'Onemev estime que les métiers verts représentent approximativement 0,5 % de l'emploi en France et ceux en cours de verdissement environ 14 %³¹. Le premier chiffre – fondé sur une liste de 10 métiers verts – sous-estime la part réelle des emplois verts car il ne prend pas en compte certains emplois liés à la décarbonation qui ne sont pas uniquement identifiés comme ayant une finalité environnementale directe (par exemple, le métier de plombier n'est pas considéré comme « vert » alors que l'on souhaiterait comptabiliser les plombiers installant des pompes à chaleur dans les emplois « verts »). À l'inverse, le chiffre de 14 % d'emplois verdissants – fondé sur une liste de 52 professions que l'on trouve principalement dans le secteur de la construction, de la fabrication et du transport – surestime grandement la part réelle de l'emploi en lien avec la transition, en comptabilisant par exemple tous les plombiers, tous les maçons ou encore tous les conducteurs de taxi dans cette catégorie³².

L'approche par profession est plus précise que les approches sectorielles antérieures, mais souffre donc de limites importantes et ne permet pas d'identifier précisément l'existence de profils de compétences spécifiquement vertes. Par ailleurs, généralement, les taxonomies professionnelles entrent trop peu dans les détails au sein des groupes de professions.

²⁷ Bureau of Labor Statistics (2013) : « BLS green jobs overview », *Monthly Lab. Rev.*, 136, 3.

²⁸ Eurostat (2016) : Production, value added and employment by industry groups in the environmental goods and services sector.

²⁹ Vona F., Marin G., Consoli D. et Popp D. (2018) : « Environmental regulation and green skills: an empirical exploration », *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5(4), p. 713-753 ; Marin G. et Vona F. (2021) : « The impact of energy prices on socioeconomic and environmental performance: Evidence from French manufacturing establishments, 1997-2015 », *European Economic Review*, 135, 103739 ; Elliott R. J., Kuai W., Maddison D. et Ozgen C. (2021) : *Eco-Innovation and Employment: A Task-Based Analysis*.

³⁰ Vona F., Marin G., Consoli D. et Popp D. (2018) : id.

³¹ La proportion d'emplois verts et verdissants est estimée à 20 % dans le secteur manufacturier et dans le secteur du transport, 10 % dans la recherche et développement et 6 % dans l'agriculture. Source : FMI (2022) : *Country Report*, n° 22/19 [France], janvier.

³² Valero A., Li J., Muller S., Riom C., Nguyen-Tien V. et Draca M. (2021) : « Are 'green' jobs good jobs? How lessons from the experience to-date can inform labour market transitions of the future », *LSE Policy publication*, octobre.

On pourrait citer l'exemple des ingénieurs chimistes, qui peuvent se trouver, selon qu'ils sont employés dans la pétrochimie ou dans le développement de nouveaux matériaux isolants, aux deux extrêmes de la transition bas carbone.

Résoudre ces difficultés nécessite d'observer l'hétérogénéité au sein de chaque profession composant le marché du travail. La disponibilité récente de larges bases de données d'offres d'emploi associée aux nouvelles technologies de traitement automatique du langage naturel (*natural language processing*) permet d'identifier les emplois liés à la transition bas carbone de manière bien plus fine. Des travaux récents ont mis en œuvre ces méthodes sur données anglo-saxonnes³³, qui ont permis d'analyser plusieurs centaines de millions d'offres d'emploi en ligne. Ils estiment à environ 1 % la part des emplois verts aux États-Unis et au Royaume-Uni, un chiffre à rapprocher du 0,5 % en France, tel que calculé par l'Onemev.

Constat 3. Les emplois verts représentent aujourd'hui entre 0,5 % et 1 % de l'emploi. Ils sont amenés à se développer mais ne constitueront qu'une part modeste de l'emploi total.

Caractéristiques générales des emplois verts

L'exploitation des travaux sur les offres d'emploi permet également de mieux caractériser les emplois verts. La nature commune des principaux résultats de part et d'autre de l'Atlantique tend à indiquer qu'il s'agit là de faits stylisés s'appliquant indépendamment des contextes nationaux spécifiques – du moins pour ce qui concerne les pays développés.

Profils de compétences

Les offres d'emploi pour des postes liés à la transition bas carbone tendent à exiger une variété de compétences clés plus large que les emplois « neutres ». Cela indique que les emplois de la décarbonation sont, de manière systématique, plus exigeants en termes de compétences. Ces observations se vérifient tant sur données américaines que britanniques et semblent révéler une caractéristique intrinsèque des profils de compétences « verts ».

Plus précisément, les emplois bas carbone nécessitent davantage de capacités techniques, managériales et sociales que les autres emplois. De plus, on observe une demande accrue en compétences informatiques et cognitives de haut niveau, en lien avec la transformation numérique en cours. Il semble donc que l'écart de compétences dû à la transition

vers une économie bas carbone soit plus important et diversifié que ce que suggéraient les analyses réalisées au niveau des professions³⁴.

Enfin, il convient de souligner des différences notables entre les groupes professionnels en ce qui concerne les écarts de compétences et les besoins de reconversion. Par exemple, pour certaines professions comme l'ingénierie, la transition vers des activités à faible émission de carbone implique un approfondissement des compétences existantes – et donc une spécialisation accrue. À l'inverse, d'autres professions, telles que les managers d'entreprises, sont appelées à diversifier leurs compétences – les compétences techniques liées aux technologies de décarbonation ne faisant pas nécessairement partie de leur palette traditionnelle. Les solutions de reconversion devront donc être adaptées aux besoins spécifiques de chacun des métiers touchés par la décarbonation.

Ces faits stylisés se trouvent confirmés par l'Onemev en France. Les employeurs français visent principalement des travailleurs spécialisés pour pourvoir les postes verts, tout en se focalisant sur des professions généralement peu qualifiées. Seuls 54 % des emplois verts nécessitent un niveau baccalauréat ou supérieur, comparés aux 62 % pour l'ensemble des métiers. Par ailleurs, en 2019, une proportion plus élevée d'offres d'emploi vert ciblait des ouvriers qualifiés et spécialisés. Cela pourrait être dû à la forte concentration d'offres dans la construction (46 %) et le transport (23 %). « Qualifié » fait ici référence à la maîtrise de tâches spécialisées et pas nécessairement à un niveau d'étude élevé.

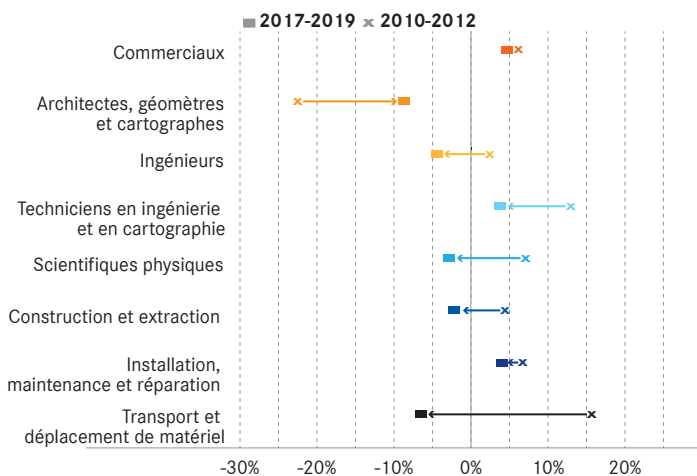
L'existence d'une prime salariale verte ?

L'analyse des profils de compétences établit que la variante verte d'une profession exige des compétences spécifiques, ce qui pourrait conduire à mieux la rémunérer. Le recours aux bases d'offres d'emploi permet d'estimer l'existence ou non de cette « prime verte » au sein d'une profession donnée. Si elle était bien présente au début des années 2010, plus récemment, elle s'est fortement réduite tant aux États-Unis qu'au Royaume-Uni, indépendamment du niveau de qualification, jusqu'à devenir indétectable dans la plupart des professions concentrant les emplois verts (Figure 6).

³³ Saussay A., Sato M., Vona F. et O'Kane L. (2022) : « Who's fit for the low-carbon transition? Emerging skills and wage gaps in job ad data », *Working paper*; Sato M., Cass L., Saussay A., Vona F., Mercer L. et O'Kane L. (2023) : « Skills and wage gaps in the low-carbon transition: comparing job vacancy data from the US and UK », report; Curtis E. M. et Marinescu I. (2023) : « Green Energy Jobs in the United States: What Are They, and Where Are They? », *Environmental and Energy Policy and the Economy*, 4(1), p. 202-237.

³⁴ Vona F., Marin G. et Consoli D. (2019) : « Measures, drivers and effects of green employment: evidence from US local labor markets, 2006–2014 », *Journal of Economic Geography*, 19(5), p. 1021-1048.

Figure 6. Prime salariale verte dans les principaux groupes de métiers concentrant les emplois verts (États-Unis, 2010-2019)



Source : Saussay et al. (2023)

Lecture : Dans le secteur du transport, entre 2010 et 2012, la prime moyenne s'établissait autour de 15 % du salaire.

Constat 4. Les emplois verts se concentrent dans les professions qui ne sont pas hautement qualifiées, mais qui exigent des compétences spécifiques. Pourtant, celles-ci ne sont pas ou peu rétribuées. Cette incohérence provoque un déficit d'attractivité qui devra être levé pour atteindre nos objectifs climatiques.

Si, au début des années 2010, les emplois à faible empreinte carbone offraient une prime salariale dans la plupart des secteurs – jusqu'à 15 % – ce n'est plus le cas aujourd'hui. Pour illustration, prenons le secteur de la finance verte : les emplois y restent mieux rémunérés que la moyenne des emplois hautement qualifiés, mais sont toutefois moins bien rétribués que la moyenne du secteur financier dans son ensemble.

La prime salariale observée sur la période initiale pouvait traduire une pénurie de compétences « vertes », et donc la difficulté pour les employeurs de recruter les profils adaptés. A

contrario, la quasi-disparition de cette prime pourrait découler du nombre trop faible de recruteurs potentiels d'emplois verts, ce qui leur permet de ne pas avoir à rétribuer les compétences vertes spécifiques.

Quelle qu'en soit la cause, il y a une contradiction directe entre l'exigence de compétences spécifiques vertes et l'absence d'une rémunération plus élevée qui viendrait les rétribuer, qui risque de conduire à un déficit d'attractivité. Ce constat est d'autant plus important que la majorité des emplois verts se concentrent dans des professions qui ne sont pas hautement qualifiées et qui rencontrent déjà des difficultés de recrutement. S'il devait se confirmer, ce déficit d'attractivité pourrait constituer un défi majeur à l'accélération du rythme de réduction des émissions au cours de la prochaine décennie.

On en observe d'ores et déjà les conséquences en France : la demande d'emplois verts a augmenté au fil du temps, sans que l'offre de main-d'œuvre n'ait accompagné cette dynamique. Les entreprises signalent en effet connaître des difficultés à pourvoir les postes verts : elles indiquaient, en 2019, que 60 % des projets de recrutement liés à l'économie verte étaient difficiles, contre 50 % en moyenne pour l'ensemble du marché du travail.

À ce stade, le marché ne semble pas envoyer les signaux salariaux à même de résoudre le manque d'attractivité des emplois verts parmi les professions peu qualifiées. La puissance publique pourrait avoir un rôle à jouer pour pallier ce déficit. Des aides ciblées pourraient venir revaloriser le salaire de métiers indispensables à la transition bas carbone mais confrontés à des problèmes de recrutement. Il convient toutefois de souligner les limites de cette approche. Pour en garantir l'efficacité, ces aides devraient être très ciblées sur les seuls métiers en tension pour la décarbonation. Or ces emplois sont, comme on l'a décrit plus haut, souvent difficiles à distinguer de leurs équivalents « neutres ». Par ailleurs, si la faible prime verte observée découle effectivement d'un pouvoir de monopsonie des employeurs du secteur, il y aurait un risque de capture des subventions publiques aux emplois verts. Il sera néanmoins nécessaire de relever défi de leur attractivité pour atteindre nos objectifs climatiques.



**conseil d'analyse
économique**

Le Conseil d'analyse économique, créé auprès de la Première ministre, a pour mission d'éclairer, par la confrontation des points de vue et des analyses de ses membres, les choix du gouvernement en matière économique.

Président délégué Camille Landais

Secrétaire générale Hélène Paris

Conseillers scientifiques

Jean Beuve, Claudine Desrieux,
Maxime Fajeau, Thomas Renault

Économistes/Chargés d'études

Circé Maillet, Madeleine Péron,
Ariane Salem

Membres Emmanuelle Auriol, Antoine Bozio, Sylvain Chassang, Anne Epaulard, Gabrielle Fack, François Fontaine, Maria Guadalupe, Fanny Henriet, Xavier Jaravel, Sébastien Jean, Camille Landais, Isabelle Méjean, Thomas Philippon, Xavier Ragot, Katheline Schubert, David Sraer, Stefanie Stantcheva, Jean Tirole

Correspondants

Dominique Bureau, Anne Perrot, Aurélien Saussay,
Ludovic Subran

Les Notes du Conseil d'analyse économique
ISSN 2273-8525

Directeur de la publication Camille Landais

Rédactrice en chef Hélène Paris

Réalisation Hélène Spoladore

Contact presse Hélène Spoladore

helene.spoladore@cae-eco.fr – Tél. : 01 42 75 77 47