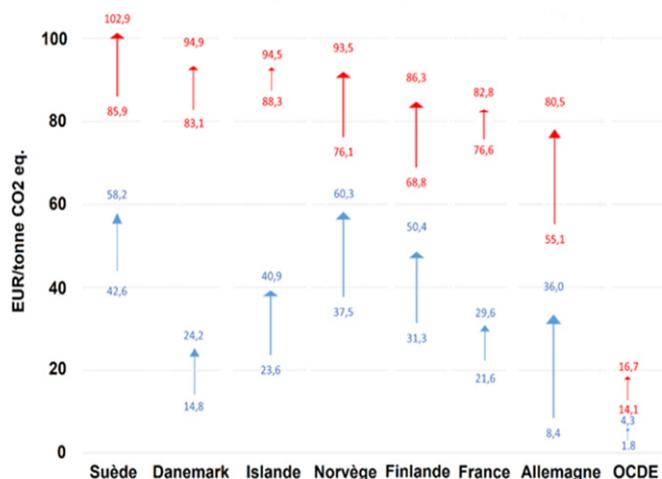


La tarification du carbone dans les pays nordiques

Julien GROSJEAN, Olivier CUNY, Christian GIANELLA, Pauline REYL

- Les pays nordiques (Danemark, Finlande, Islande, Norvège, Suède) ont très tôt introduit des objectifs de neutralité carbone et fait, de longue date, le choix de relever leur tarification nationale du carbone afin d'accélérer la réduction des émissions de gaz à effet de serre (cf. Graphique).
- Les effets de la tarification explicite élevée du carbone dans la zone nordique ont été importants. Les taxes carbone ont fortement contribué à réduire les émissions de CO₂ depuis le début des années 1990, en particulier dans les secteurs du chauffage et des transports, avec un rôle pionnier joué par la Suède.
- Comme dans le rapport Quinet en France, plusieurs pays ont estimé la valeur du carbone nécessaire à l'atteinte de leurs objectifs climatiques, puis, à l'instar du Danemark et de la Norvège, ils ont décidé, pour combler l'écart de prix du carbone (*carbon pricing gap*) nécessaire à l'atteinte de leurs objectifs climatiques, d'augmenter fortement en 2022 le taux nominal de leur taxe carbone nationale et d'imposer une double tarification (taxe carbone et quotas carbone européen) à certaines industries, se démarquant ainsi des autres pays européens.
- En parallèle, des mesures d'accompagnement ont été mises en place pour maintenir le pouvoir d'achat des ménages, ainsi que des subventions ciblées et des exonérations fiscales partielles pour certains secteurs industriels. Ces mesures ont contribué à l'acceptabilité de la tarification du carbone.
- Des solutions de substitution aux énergies fossiles dans l'industrie ont aussi été promues. Elles ont favorisé le développement de filières industrielles stratégiques, comme l'acier bas-carbone. Les bioénergies (réseaux de chaleur biomasse, liqueur noire) et l'électrification (procédés industriels électriques, électrolyseurs, électromobilité, pompes à chaleur) se sont ainsi imposées à la faveur de la hausse de la tarification du carbone. En 2023, des soutiens publics massifs et inédits ont été proposés pour la capture et le stockage du carbone, en particulier en Norvège et au Danemark, avec l'objectif de créer un hub nordique, qui serait pionnier au niveau mondial et pourrait être mobilisé pour la décarbonation de certaines activités industrielles de l'Union européenne.

Prix effectifs et explicites moyens du carbone des pays nordiques



→ Taux Effectif sur le Carbone (TEC) net moyen* en 2018 (bas de la flèche) et en 2021 (haut de la flèche)

→ Tarification explicite sur le carbone moyenne** en 2018 (bas de la flèche) et en 2021 (haut de la flèche)

* TEC net moyen : somme des prix des permis d'émission négociables, des taxes carbone et des droits d'accise sur les combustibles et les carburants, diminué du montant des subventions aux énergies fossiles.

** Tarification explicite sur le carbone moyenne : somme des prix des permis d'émission négociables et des taxes carbone.

Source : OCDE (2023).

1. Une tarification du carbone élevée et en progression

1.1 Le rôle pionnier des pays nordiques dans la tarification explicite du carbone depuis 1990

En matière de politiques publiques, la tarification des émissions de gaz à effet de serre (GES) peut être effectuée de manière explicite, par exemple *via* une taxe carbone nationale ou le prix des quotas carbone dans les Systèmes d'Echange de Quotas d'Emission (SEQUE, ou ETS pour *Emission Trading System* en Europe). La tarification explicite totale du carbone est la somme des prix des quotas d'émissions et de la taxe carbone. Introduit en 2005, le marché européen du carbone ETS s'applique aux émissions de GES¹ de certaines installations de l'industrie lourde, celles du secteur de la production d'électricité et de chaleur, et celles des compagnies aériennes et maritimes de l'Union européenne (UE), de la Norvège, de l'Islande et du Liechtenstein. L'ETS couvre près de 40 % des émissions de GES de l'UE. Le prix moyen du quota carbone ETS, stable autour de 25 €/tCO₂eq entre 2019 et 2020, a fortement augmenté jusqu'à 100 €/tCO₂eq entre 2021 et 2022 en raison de la réforme de l'ETS dans le cadre du Pacte Vert de l'UE². Le prix s'est ensuite établi à 84 €/tCO₂eq en moyenne en 2023. Cette évolution du prix explique en grande partie le renchérissement de la tarification explicite du carbone dans la zone nordique (cf. Graphique de 1^{ère} page).

S'agissant de l'autre composante de la tarification explicite du carbone, la fiscalité nationale du carbone, les pays nordiques ont été les premiers au monde à introduire une taxe sur le carbone explicitement désignée comme pigouvienne³, dès 1990 en Finlande, 1991 en Suède et en Norvège, et 1992 au Danemark. Le relèvement progressif de son taux durant les trente dernières années est à l'origine des taux nominaux record de taxe carbone observés aujourd'hui dans la zone, parmi les plus élevés au monde (122 €/tCO₂ en Suède, 90 €/tCO₂ en Norvège). En ce qui concerne l'assiette, la plupart des pays nordiques ne taxent pas directement les émissions de CO₂ mais appliquent le taux d'imposition à une unité physique de combustible (par exemple, le litre pour l'essence) en fonction de son contenu en carbone fossile (avec de fortes variations

de taux selon les types de combustibles et les secteurs d'utilisation).

En Finlande, l'assiette a été élargie pour couvrir les émissions liées à l'ensemble du cycle de vie du combustible (libérées lors de la production du combustible, de son transport, etc.). Le taux nominal de la taxe carbone finlandaise (77 €/tonne CO₂ pour les transports, 53 €/tCO₂ pour le chauffage) serait ainsi proche de 95 €/tCO₂ s'il était fixé, comme en Suède, sur la base plus étroite du carbone fossile contenu dans les combustibles destinés à la consommation. L'Islande, le Danemark et la Norvège ont élargi la taxe carbone aux fluorocarbures émetteurs de gaz à effet de serre, à l'instar de la France. Le relèvement des taux de la taxe carbone dans la zone nordique et la suppression d'exonérations ont donc aussi contribué de manière importante, avec la hausse du prix des quotas carbone de l'ETS, au relèvement de la tarification explicite du carbone.

La plupart des pays nordiques se démarquent au niveau européen par leur choix d'imposer une double tarification du carbone (ETS et taxe carbone nationale) dans certains secteurs industriels déjà couverts par la directive ETS, dans le but d'en accélérer la décarbonation. Par exemple, la Norvège taxe le carbone des secteurs de l'aviation et de la production d'hydrocarbures aux taux de 56 et 63 €/tCO₂, respectivement. La tarification explicite totale du carbone pour ces secteurs (hors quotas ETS gratuits) est ainsi proche de 150 €/tCO₂. La Finlande impose également cette double tarification aux centrales thermiques (réseau de chaleur urbain, cogénération de l'industrie). Dans la plupart des autres États européens, les industries couvertes par l'ETS sont totalement exonérées de taxe carbone.

1.2 Une tarification effective nette du carbone parmi les plus élevées du monde

Afin d'estimer avec précision les efforts fiscaux pour le climat des États, l'OCDE définit le Taux Effectif sur le Carbone (TEC) net moyen⁴. Cet indicateur composite rend compte de la somme de la tarification explicite du

(1) Les émissions de CO₂, mais également les émissions de N₂O pour certains secteurs chimiques et d'hydrocarbures perfluorés (PFC) pour l'aluminium.

(2) Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires (2024) « [Marchés du carbone - SEQUE](#) ».

(3) Une taxe pigouvienne, du nom de l'économiste anglais Arthur Pigou, est une taxe s'appliquant à des agents économiques dont l'activité produit des externalités négatives sur la société. Elle est destinée à internaliser le coût social des activités économiques, par exemple dans le cas de la pollution.

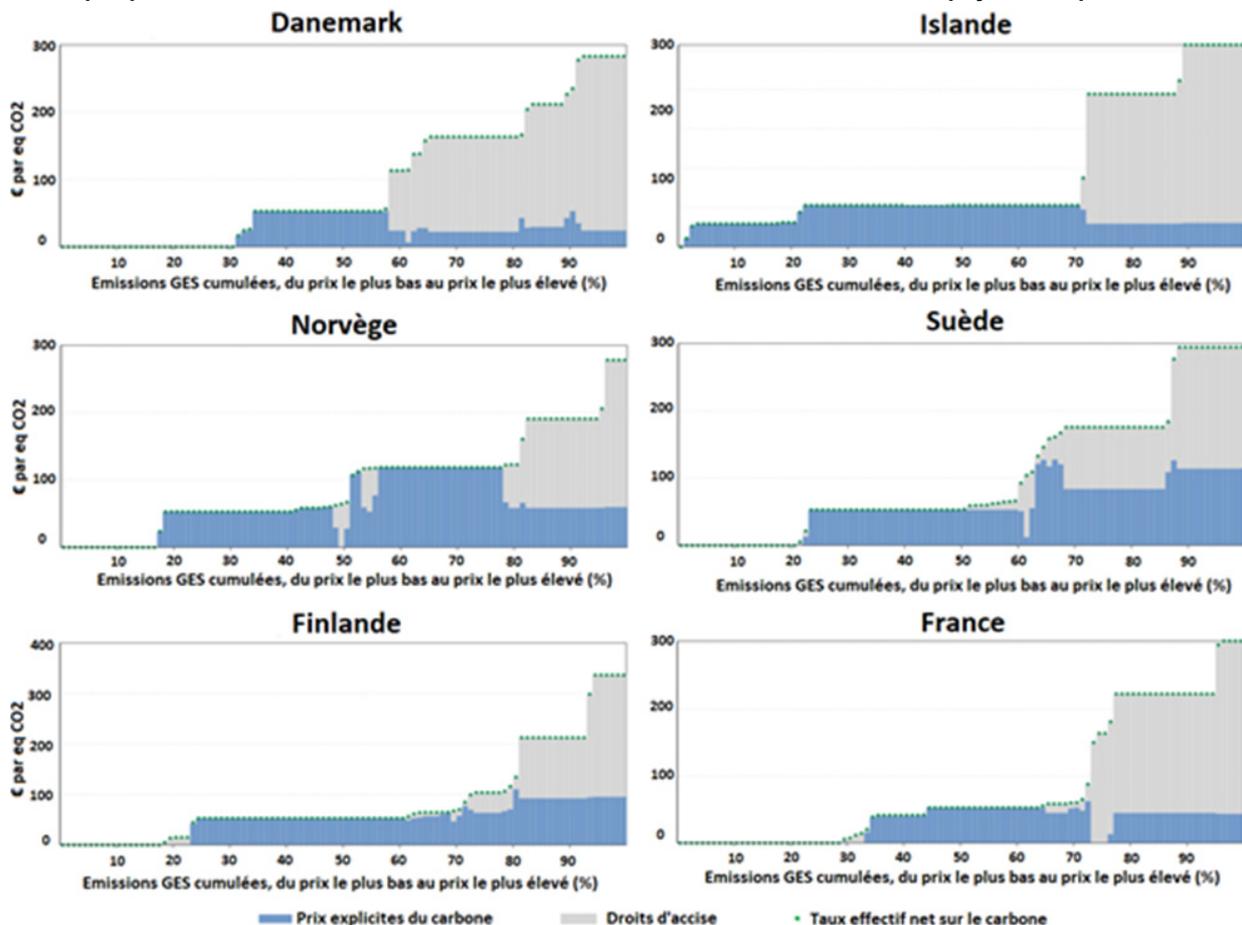
(4) OCDE (2022), « [Tarification du carbone : Passer des objectifs climatiques à l'action en faveur du climat](#) ».

carbone (c'est-à-dire les quotas carbone ETS⁵ – prenant en compte les quotas gratuits – et la taxe carbone) et de la tarification implicite du carbone liée aux accises énergétiques sur les combustibles comme la taxe sur l'énergie, en prenant en compte les taux réduits et exonérations. Les pays nordiques taxent les combustibles en fonction de leur densité énergétique (via la taxe sur l'énergie) et de leur effet climatique (via la taxe carbone), en vertu de la directive européenne sur la taxation de l'énergie. Cette forme duale des taxes sur les combustibles a été introduite dès les années 1990 dans la zone. Le TEC net moyen intègre également les prix « négatifs » du carbone liés aux subventions aux énergies fossiles. La TVA, assise sur des valeurs et non des unités physiques, est exclue du modèle. La tarification effective nette du carbone

permet de comparer efficacement les efforts des politiques climatiques fiscales des pays sur la base d'une métrique commune⁶.

La tarification effective nette du carbone des pays nordiques (cf. Graphique de 1^{ère} page et Graphique 1) est aujourd'hui parmi les plus élevées au monde. Les TEC nets moyens sont proches de 100 €/ tCO₂eq⁷ pour les cinq pays de la zone nordique en 2021. Le Graphique 1 souligne par ailleurs le rôle significatif, en Suède et en Norvège notamment, des prix explicites dans la tarification effective totale du carbone. En 2021, plus de 40 % des émissions norvégiennes, danoises et suédoises étaient tarifées à un TEC net supérieur à 100 €/ tCO₂eq.

Graphique 1 : Distribution de la tarification effective nette du carbone dans les pays nordiques en 2021



Source : OCDE (2023).

- (5) Les quotas carbone attribués à titre gratuit ne sont pas soustraits du calcul de la tarification effective du carbone.
- (6) Dequied B. (2020), « La tarification du carbone est-elle alignée avec nos objectifs climatiques ? », CGDD (Commissariat Général au Développement Durable).
- (7) Ces taux seraient même bien supérieurs si l'OCDE compatibilisait les émissions issues des bioénergies comme nulles à l'instar de la méthodologie retenue pour les inventaires officiels des gaz à effet de serre de la CCNUCC (Convention-cadre des Nations unies sur les Changements climatiques) et celle du modèle ELFE (Estimation de la Fiscalité Énergétique) en France, développé par le CGDD afin de définir la tarification effective du carbone en reliant les données fiscales à celles de consommation énergétique. Les bioénergies étant dominantes dans les bouquets énergétiques nordiques et peu taxées sur le carbone et l'énergie, le TEC net est fortement réduit si leurs émissions sont compatibilisées dans le total des émissions nationales.

Au niveau sectoriel, la zone nordique a une tarification effective nette du carbone dans l'industrie et pour le chauffage des bâtiments qui est très supérieure à la plupart des pays, mais elle est proche de la moyenne européenne dans le secteur des transports. Le TEC net moyen de la zone pour l'industrie est deux fois supérieur à la moyenne européenne du fait de la double tarification du carbone (ETS et taxe carbone nationale) et de taxes sur l'énergie élevées. Il atteint 99 €/tCO₂eq au Danemark et 83 €/tCO₂eq en Norvège, contre 45 €/tCO₂eq en moyenne dans l'Union européenne⁸.

Dans le secteur du chauffage des bâtiments, le TEC moyen nordique est trois fois supérieur à la moyenne européenne, s'élevant même à 203 €/tCO₂eq en Suède et à 188 €/tCO₂eq au Danemark. La raison principale en est la décision des Nordiques d'introduire des taux de taxes sur l'énergie élevés pour le chauffage, en complément des taux élevés de taxe carbone. Dans les transports routiers, les pays nordiques présentent une taxation effective relativement proche de la moyenne européenne autour de 200 €/tCO₂eq⁹, car les taxes carbone élevées sur les carburants routiers sont compensées par des taxes sur l'énergie plus faibles, justifiées par le risque d'effets d'aubaine aux frontières.

1.3 Les budgets carbone nationaux appellent à augmenter encore la tarification du carbone

Plusieurs types d'outils économiques (taxes, subventions, etc.) et de mesures réglementaires (normes sur les émissions des biens d'équipement, des bâtiments, etc.) sont utilisés comme leviers de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour atteindre les objectifs nationaux de neutralité carbone. Parmi ces instruments, c'est à la tarification du carbone qu'a été donnée la priorité dans la zone nordique pour aligner l'action des agents économiques avec les objectifs climatiques du gouvernement. En France, le rapport Quinet¹⁰ avait estimé la valeur d'action pour le climat (ou valeur tutélaire¹¹ du carbone), soit la valeur pour la société des actions de réduction des émissions

de gaz à effet de serre permettant d'atteindre l'objectif de neutralité carbone d'ici 2050, à 250 €/tCO₂ en 2030. Plusieurs gouvernements nordiques, en particulier le Danemark et la Norvège, viennent d'effectuer un travail d'analyse similaire. Mais ils ont aussi estimé l'écart entre le niveau de tarification du carbone actuel et celui qui est nécessaire au respect du budget carbone national (ou « *carbon pricing gap* »), puis ils ont décidé de relever leur tarification du carbone en conséquence pour permettre que l'objectif climatique national soit atteint grâce à cet outil (cf. Graphique 2).

Ces pays viennent ainsi de se fixer une trajectoire inédite de relèvement de la tarification du carbone. En 2022, le Danemark, qui avait traditionnellement beaucoup recours à des taxes sur l'énergie, a annoncé une réforme de grande ampleur de la structure de la fiscalité sur le carbone pour réduire d'ici 2030 ses émissions GES de 70 % par rapport à 1990. La tarification danoise du carbone va devenir plus uniforme entre les industries couvertes ou non par l'ETS (cf. Graphique 2). La taxe carbone pour l'industrie hors ETS sera portée à 47 €/tCO₂ en 2025 puis à 100 €/tCO₂ en 2030. Le taux de la taxe carbone pour les secteurs industriels inclus dans l'ETS sera augmenté de 10 à 50 €/tCO₂ entre 2025 et 2030, ce qui relèverait la tarification explicite du carbone à plus de 150 €/tCO₂ pour certaines industries, le ministère danois des Finances estimant que le prix du quota ETS serait proche de 100 €/tCO₂ en 2030. Une double tarification du carbone plus faible sera accordée à certaines industries comme les cimenteries.

La Norvège a, quant à elle, annoncé la hausse de tarification du carbone la plus forte des pays nordiques dans le but de réduire ses émissions de 55 % d'ici 2030. Le taux nominal de la taxe carbone serait relevé à 200 €/tCO₂ d'ici 2030¹² pour le secteur hors ETS, ce qui dépasserait le record européen de la Suède. La Norvège a ainsi augmenté ce taux de 21 % au 1^{er} janvier 2023 portant la taxe à 90 €/tCO₂eq¹³, après une première augmentation de 30 % en 2022.

(8) Données OCDE (2023).

(9) Données OCDE (2023).

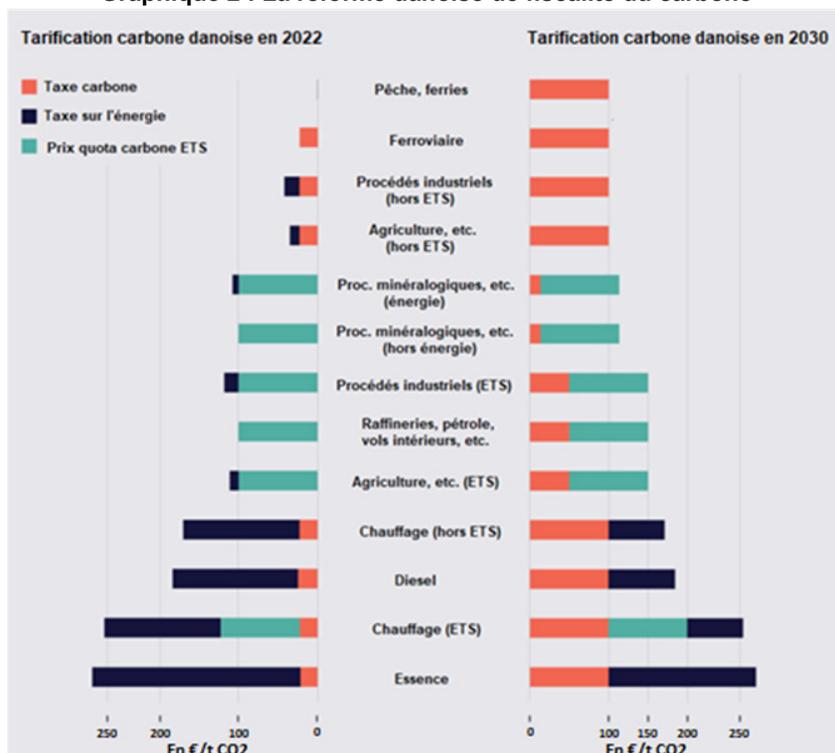
(10) France stratégie, Rapport Quinet (2019), « La valeur de l'action pour le climat ».

(11) La valeur tutélaire est la valeur que la collectivité accorde aux actions permettant d'éviter l'émission d'une tonne d'équivalent CO₂.

(12) 2400 NOK/tCO₂ (2024).

(13) 952 NOK/tCO₂ (2023).

Graphique 2 : La réforme danoise de fiscalité du carbone



Source : Ministère danois des Finances (2022).

Note : La réforme annoncée porte sur la structure des prélèvements et non sur leur niveau total. Le ministère danois des Finances fait l'hypothèse d'un prix du quota ETS de 100 €/tCO₂ en 2030.

2. Des effets importants sur les émissions de CO₂

2.1 L'efficacité d'une tarification forte pour décarboner les économies nordiques

Le rythme de décarbonation des économies nordiques est soutenu¹⁴. La transition énergétique, définie comme l'évolution d'un système énergétique fondé sur les énergies fossiles vers des énergies bas-carbone, est presque achevée dans la majorité des pays de la zone. L'Islande, la Norvège, la Suède et la Finlande sont actuellement les quatre pays les plus en avance en Europe pour la transition. La part des énergies bas-carbone dans la consommation finale d'énergie s'y élève à près de 80 % en moyenne, contre 23 % d'énergies renouvelables (EnR) dans l'UE en 2022¹⁵. Grâce au complément d'énergie bas-carbone apporté

par le nucléaire, la Suède a aujourd'hui les émissions GES par tête les plus faibles de l'UE (0,4 tCO₂/hab¹⁶).

La tarification du carbone a joué un rôle majeur dans ces bons résultats, souligné par de nombreux travaux de recherche sur le sujet¹⁷ qui confirment *ex-post* que taxer le carbone en augmentant le prix des énergies fossiles est un outil efficace¹⁸ de décarbonation¹⁹. L'introduction précoce de taxes carbone explique que leur efficacité climatique ait été bien plus étudiée dans la zone nordique que dans les autres pays européens.

Des estimations des effets des taxes carbone nordiques utilisant la méthode à contrôle synthétique ont été récemment développées^{20,21,22}. Cette méthode permet d'évaluer l'effet d'une politique publique isolée

(14) Grosjean J. et Duédal E. (2021), « Les stratégies nordiques pour le climat », *Trésor-Éco*, n° 185.

(15) Eurostat (2023). Les énergies renouvelables désignent l'ensemble de l'énergie produite à partir des ressources naturelles de la Terre, telles que la lumière du soleil, le vent, les ressources en eau (cours d'eau, marées et vagues), la chaleur de la surface terrestre ou la biomasse.

(16) EEA (2022).

(17) Köppl A. et Schratzenstaller M. (2022), "Carbon taxation: A review of the empirical literature", *Journal of Economic Surveys Wiley*.

(18) Rabier L. et al. (2023), « Rapport Intermédiaire Les enjeux économiques de la transition vers la neutralité carbone », DG Trésor.

(19) Parry I. (2019), "Carbon-pricing strategies could hold the key to meeting the world's climate stabilization goals", *IMF Finance & Development*.

(20) Fernando S. F. (2019), "The Environmental Effectiveness of Carbon Taxes: A comparative Case Study of the Nordic Experience", *World Bank Working Papers Series*, pp. 349.

(21) Andersson (2019), "Carbon Taxes and CO₂ Emissions: Sweden as a Case Study", *American Economic Journal*.

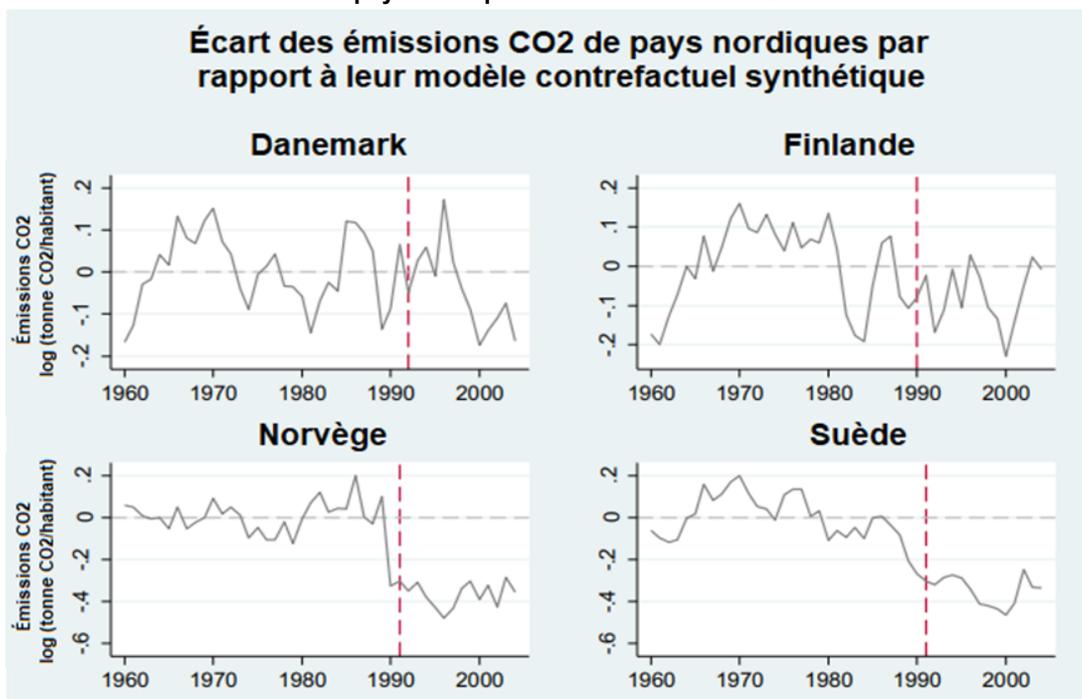
(22) Mideksa T. K. (2021), "Pricing for a Cooler Planet: An Empirical Analysis of the Effect of Taxing Carbon", *CESifo working papers*.

en comparant les résultats obtenus par le pays (dans le cas présent, la baisse des émissions de CO₂ dans un pays nordique ayant introduit une taxe carbone) à ceux d'un modèle contrefactuel synthétique (l'équivalent d'un pays nordique n'ayant pas de taxe carbone, construit à partir d'une moyenne pondérée d'un panel de pays de l'OCDE sélectionnés aux caractéristiques proches).

Les résultats confirment que la taxe carbone a eu des effets très nets sur la baisse des émissions dans les pays nordiques ayant une taxe élevée, la Norvège et la Suède, comme indiqué par le Graphique 3. Durant la période étudiée 1990-2004 (avant l'entrée en vigueur de l'ETS en 2005), le Danemark et la Finlande avaient une taxe carbone inférieure de près de 50 % à celles

de la Suède et de la Norvège²³. Ce différentiel expliquerait que les études n'identifient pas d'effet significatif dans ces deux pays²⁴. Les variations importantes de l'effet de la taxe entre pays nordiques seraient dues également aux niches fiscales spécifiques (en particulier, les taux réduits pour certaines industries par exemple pour les grands émetteurs danois) et, de manière globale, aux taux effectifs sur le carbone plus faibles au Danemark et en Finlande. En cumulé sur la période 1990-2004, les taxes carbone nordiques auraient permis une réduction maximale cumulée de 52 tCO₂/hab en Norvège, soit près du double des émissions actuelles annuelles du pays, selon la modélisation de Fernando.

Graphique 3 : Modélisation à contrôle synthétique (SCM) des effets des taxes carbone des pays nordiques sur les émissions GES



Source : Fernando S. (2019), Banque mondiale.

2.2 Un effet particulièrement marqué sur le chauffage

La revue la plus exhaustive des travaux de recherche sur la tarification du carbone a été réalisée par Döbbling-Hildebrant²⁵. Les effets de la taxe carbone, puis de la double tarification du carbone avec l'ETS, ont probablement été les plus forts dans le secteur du

chauffage des bâtiments. En Suède, une réduction de près de 80 % des émissions des bâtiments résidentiels a été obtenue depuis 1990²⁶, grâce à l'introduction de la taxe carbone, qui a rendu les bioénergies (biomasse-bois) plus compétitives que les énergies fossiles pour l'approvisionnement du réseau de chaleur urbain, et à l'exonération de la taxe carbone pour les bioénergies²⁷. En conséquence, la taxe carbone a permis de doubler

(23) Haugland *et al.* (1993) "A comparison of carbon taxes in selected OECD countries", OECD Environment Monographs n° 78.

(24) Fernando S. F. (2019), *op. cit.*

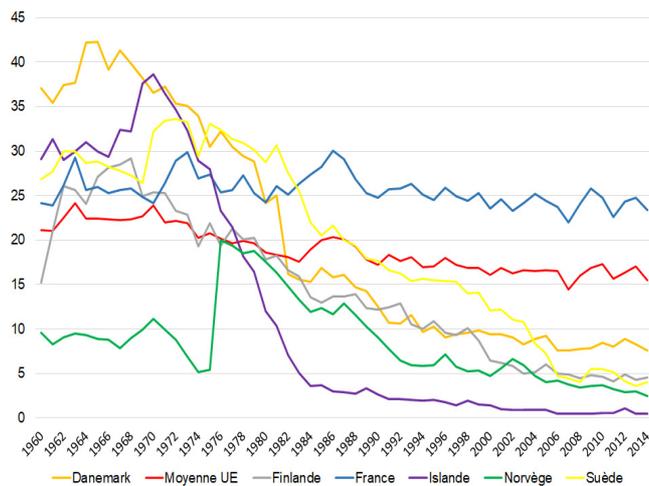
(25) Döbbling-Hildebrant N. *et al.* (2024), "Systematic review and meta-analysis of ex-post evaluations on the effectiveness of carbon pricing", *Nature Communications*.

(26) Akerfeldt S. *et al.* (2011), "CO₂ Taxation in Sweden: 20 Years of Experience and Looking Ahead", Swedish government.

(27) Bohlin F. (1998), "The Swedish carbon dioxide tax: effects on biofuel use and carbon dioxide emissions", Elsevier, *Biomass and Bioenergy*, vol. 15, pp. 283-291.

l'utilisation des bioénergies pour le réseau de chaleur entre 1990 et 1995, ce qui s'est traduit par la réduction des émissions GES du réseau de près de 1,5 MtCO₂ par an (soit 2,5 % des émissions totales nationales)²⁸. Un verdissement similaire du réseau de chaleur par les bioénergies (remplacement du charbon et des hydrocarbures) a été observé au Danemark et en Finlande²⁹. Il a contribué aux bons résultats en matière de décarbonation du secteur du bâtiment dans la zone nordique (cf. Graphique 4).

Graphique 4 : Émissions de CO₂ des bâtiments résidentiels

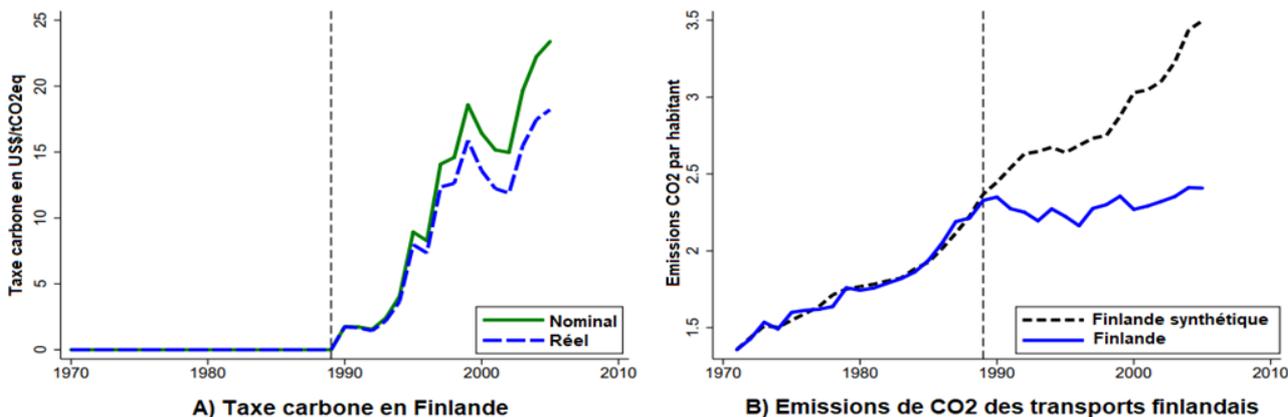


Source : Banque mondiale (2022).

2.3 Une accélération de la décarbonation des transports

Les effets de la taxe carbone sur les émissions du secteur des transports ont été importants en Suède et en Finlande, comme indiqué par les modélisations par contrôle synthétique³⁰. La taxe carbone suédoise, assise sur le contenu en carbone fossile des carburants routiers (0,22 €/litre sur le diesel et 0,25 €/l sur l'essence en 2023), aurait permis de réduire les émissions des transports de 9,4 % entre 1990 et 2005 par rapport à la trajectoire d'émissions d'une « Suède synthétique » construite par Andersson (2019) à partir des émissions observées dans 14 pays similaires n'ayant pas introduit de taxe carbone. Les modélisations de Mideksa (2021) pour la Finlande montrent de même que la taxe carbone finlandaise a un effet important dans le secteur des transports (cf. Graphique 5), dans lequel elle aurait permis de réduire les émissions de 27 % entre 1990 et 2003.

Graphique 5 : Effets de la taxe carbone sur les émissions des transports en Finlande



Source : CESIFO/T. Mideksa (2021).

(28) Haugland *et al.* (1993), *op. cit.*

(29) Grosjean J. (2021), « Les stratégies des pays nordiques en matière de rénovation énergétique des logements », *Annales des Mines, Réalités industrielles*.

(30) Andersson (2019) et Mideksa (2021), *op. cit.*

2.4 Les effets de la taxe carbone sur les émissions de l'industrie

La taxe carbone a permis des réductions importantes d'émissions de GES dans l'industrie en Norvège³¹, au Danemark^{32,33} et en Suède^{34,35}. L'analyse par régression effectuée par Brännlund *et al.* sur la base des séries de relevés des coûts énergétiques des industriels et de leurs émissions réelles montrent que l'industrie suédoise a réduit ses émissions de 10 % sur

la période 1991-2004, alors que sa production a augmenté de 35 %, surtout sous l'effet de la taxe carbone. S'agissant du Danemark, Bjørner et Jenssen ont estimé que l'introduction de la taxe carbone dans l'industrie danoise, couplée à des subventions à la rénovation énergétique, a permis des réductions significatives des émissions grâce notamment à une meilleure efficacité énergétique. Ils ont estimé l'élasticité-prix de la demande énergétique à $-0,44$ durant les années qui ont suivi l'introduction de la taxe.

3. Des mesures d'accompagnement pour renforcer l'acceptabilité et l'efficacité de la tarification

3.1 Les mesures pour les entreprises

S'agissant des politiques publiques de décarbonation, la stratégie « *push-pull* »³⁶ visant à subventionner les solutions de décarbonation (« *pull* ») en même temps que croît la tarification effective du carbone (« *push* ») a été adoptée dans les pays nordiques. Cette stratégie a joué un rôle important dans le maintien de la compétitivité de l'industrie.

De fortes exonérations fiscales ont, en particulier, encouragé l'utilisation des bioénergies et l'électrification des procédés industriels. Pour les bioénergies, les taux réduits de taxes carbone (au prétexte qu'elles ne contiennent pas de carbone fossile) et de taxes énergétiques les ont rendues plus compétitives que les énergies fossiles dans certaines industries à l'instar du réseau de chaleur. Les déchets forestiers (branches, cimes, etc.) et la liqueur noire (lessive résiduelle de l'industrie papetière) ont ainsi contribué à la décarbonation de l'industrie. Les taux réduits pour les bioénergies représentent une dépense fiscale significative, par exemple, de près de 0,1 % du PIB³⁷ en Suède dans les années 2010. De même, l'électrification des processus de production a été soutenue *via* l'outil fiscal. En Finlande, la taxe sur l'électricité pour l'industrie a été réduite au minimum européen (0,5 €/MWh). Une exonération totale de cette

taxe a même été accordée en Suède durant 5 ans aux industries électro-intensives s'engageant à mettre en œuvre des travaux de rénovation énergétique dans le cadre du programme PFE³⁸.

En sus des exonérations fiscales, la mise en place de subventions directes pour financer des équipements de décarbonation a été largement utilisée. La réforme fiscale verte au Danemark s'est par exemple accompagnée de la création d'un fonds vert de grande taille (7,2 Mds€, soit 2,1 % du PIB) pour soutenir notamment l'industrie. En Suède, plusieurs programmes de subventions (Klimatklivet, Industriklivet, etc.) ont été introduits dans les années 2010 dans le respect des règles européennes sur les aides d'État. Ils cofinancent en particulier les projets phares CemZero (ciment bas-carbone obtenu par le remplacement du charbon par un plasma électrique) et Hybrit (production d'acier décarboné par remplacement du coke dans les hauts fourneaux par de l'hydrogène vert issu d'électrolyseurs bas-carbone)³⁹. Ces projets devraient réduire les émissions nationales de 5 et 10 %, respectivement.

De manière générale, l'ensemble de ces outils (tarification du carbone, soutiens ciblés *via* des exonérations fiscales et des subventions, etc.) sont à l'origine d'un recul marqué de la part des énergies

(31) Larsen B. et Nesbakken R. (1997), "Norwegian Emissions of CO₂ 1987-1994, A Study of Some Effects of the CO₂ Tax", *Environmental and resource economics*.

(32) Bjørner et Jensen (2002), "Energy taxes, voluntary agreements and investment subsidies—a micro-panel analysis of the effect on Danish industrial companies' energy demand", Elsevier, *Resource and Energy Economics*, Vol. 24, pp. 229-249.

(33) Hajek *et al.* (2019), "Analysis of carbon tax efficiency in energy industries of selected EU countries", Elsevier, *Energy Policy*, vol. 134.

(34) Brännlund *et al.* (2014), "Carbon intensity in production and the effects of climate policy—Evidence from Swedish industry", Elsevier, *Energy Policy*, vol. 67, pp. 844-857.

(35) Andersen M. (2004), "Vikings and virtues: A decade of CO₂ taxation", *Climate Policy*.

(36) Allaux C. (2012), « Processus de décision et comportements pro-environnementaux : l'impact des politiques publiques environnementales », *Revue française d'administration publique*, n° 144.

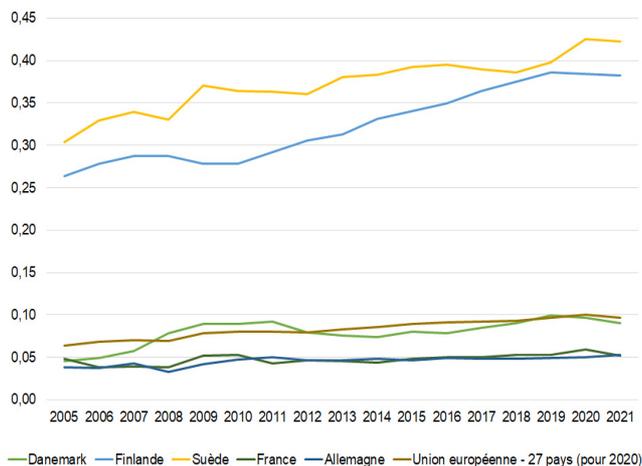
(37) Comptes de l'État suédois (2015).

(38) Agence suédoise de l'Énergie – Programme pour l'efficacité énergétique dans les industries à forte intensité énergétique (PFE) (2005).

(39) Report of the High Level Commission on Carbon Pricing and Competitiveness (2019), Carbon Pricing Leadership Coalition.

fossiles dans la consommation énergétique des industries nordiques. La part d'énergies renouvelables dans le mix énergétique de l'industrie en Suède et en Finlande a augmenté de plus de 12 points de pourcentage entre 2005 et 2021, alors qu'elle est restée stable autour de 5 % en Allemagne et en France (cf. Graphique 6).

Graphique 6 : Part d'énergies renouvelables dans la consommation énergétique finale de l'industrie



Source : Eurostat (2023).

Des niches fiscales plus ciblées ont aussi été créées, en exception au principe de tarification uniforme du carbone. Le gaz naturel utilisé dans l'industrie norvégienne couverte par l'ETS (hors industrie de production hydrocarbures) est, par exemple, soumis à des taux très réduits de taxe carbone (2,9 €/tCO₂ seulement pour la plupart de ces industries, voire un taux nul pour certaines industries chimiques). Au Danemark, la hausse de la tarification du carbone s'est accompagnée d'exonérations pour les secteurs les plus exposés à la concurrence internationale. La double tarification danoise du carbone (ETS et taxe carbone) est ainsi très réduite pour les traitements de minerais, afin d'éviter la fermeture des cimenteries qui sont pourtant responsables de 5 % des émissions nationales. Dès le début des années 1990, la Suède et la Finlande ont accordé des exonérations partielles de taxes énergétiques à l'industrie, dont plusieurs ont été supprimées depuis lors, en ligne avec les recommandations de l'OCDE. Au total, les évaluations empiriques disponibles *ex post*, après le milieu des années 2000 lorsque le prix de l'ETS était bas,

montrent que les tarifications du carbone dans les pays nordiques n'auraient pas eu d'effets négatifs significatifs sur la compétitivité dans certaines industries où les surcoûts ont été couverts par des exemptions et des avantages fiscaux⁴⁰.

3.2 Le soutien au captage et au stockage du carbone

La hausse de la tarification du carbone s'est récemment accompagnée d'une stratégie publique de soutien inédit au captage et au stockage du carbone (CCS), avec l'idée de fournir une solution supplémentaire à l'industrie pour se décarboner et de construire en même temps une expertise industrielle stratégique pour les années à venir. La tarification du carbone a contribué à la décision de plusieurs industriels nordiques de capter et stocker le CO₂⁴¹, puisque la réglementation européenne prévoit qu'une entreprise soumise à l'ETS n'est pas tenue de restituer des quotas ETS pour les émissions lorsque celle-ci sont stockées en conformité avec des modalités strictes. Le différentiel de prix entre la tarification explicite du carbone et le coût du CCS détermine les décisions des entreprises de recourir ou non au CCS.

La Norvège mise ainsi depuis longtemps sur le CCS. Depuis 1996 où des subventions aux projets de CCS ont été mises en place, elle a déjà stocké plus de 30 MtCO₂ (soit presque autant que les émissions annuelles nationales) à Mongstad⁴², Sleipner et Snøhvit (aquifères salins). S'appuyant sur la longue expérience norvégienne des forages d'hydrocarbures en mer du Nord, le gouvernement souhaite, depuis 2015, créer une filière industrielle transfrontalière au travers du grand projet pilote « Longship », en s'appuyant sur la joint-venture « Northern Light » de majors pétrolières pour le transport par caroduc et le stockage à 2 600 mètres sous la mer. Le site d'Øygarden (au nord de Bergen) devrait être opérationnel d'ici la fin 2024 et environ 15 % des émissions nationales pourraient y être stockées chaque année dès 2026 (pour une capacité totale de stockage représentant trois fois les émissions annuelles nationales). L'investissement total de 2,7 Md€ (0,5 % du PIB) est porté à près de 70 % par l'État⁴³. Le coût du CCS est estimé entre 85 et 130 €/tCO₂⁴⁴.

(40) OCDE (2019), "Carbon Pricing and Competitiveness: Are they at Odds?", Environnement, *Working Paper* n° 152.

(41) OCDE (2019), "How carbon taxation can help deploy CCS in natural gas production".

(42) Norwegian Petroleum (2023), "Carbon Capture and Storage".

(43) Gouvernement norvégien (2021), "Questions and answers about the Longship project".

(44) Ministère norvégien de l'Environnement (2023), "Industriell karbonfjerning - potensial, kostnader og mulige virkemidler".

À l'instar de la Norvège, le Danemark lance cette année trois appels d'offres pour le CCS d'un montant total de 4,7 Mds€ d'ici 2025 (1,2 % du PIB). L'objectif est de stocker 10 % des émissions nationales d'ici 2030⁴⁵ et de faire du pays un hub européen du CCS. Comme en Norvège, le coût total du CCS (captage, liquéfaction,

transport, stockage) y est estimé à 80-155 €/tCO₂⁴⁶, rendant cette solution presque compétitive par rapport au prix moyen du quota ETS en 2023 (84 €/tCO₂eq). Le potentiel danois de CCS représenterait plus de 500 fois les émissions nationales⁴⁷.

Encadré 1 : Le projet islandais de stockage du CO₂ dans la roche basaltique

En Islande, le projet Carbfix, lancé en 2006 par l'énergéticien Reykjavik Energy, le CNRS et les universités d'Islande et de Columbia, transforme à faible coût le CO₂ en roche volcanique. Le but initial était de stocker les émissions de sulfure d'hydrogène (H₂S) de la centrale géothermique de Hellisheidi. Des essais y ont prouvé que le CO₂ issu de la centrale, capturé à l'aide de solvants à la sortie des cheminées, puis dissous dans de l'eau, pouvait aussi se minéraliser en roche volcanique lorsqu'il était injecté dans le sous-sol. La minéralisation devrait réduire les risques de migration du CO₂ par rapport aux sites CCS traditionnels qui injectent le CO₂ dans des aquifères ou des anciens réservoirs d'hydrocarbures. L'objectif affiché est de stocker 1 Md tCO₂ d'ici 2030 (soit plus de 3 fois les émissions annuelles de la France), mais pour l'instant seulement 100 ktCO₂ ont été stockées depuis 2014.

Le prix faible de cette solution de stockage, de l'ordre de 20 €/tCO₂, semble attractif, mais il faut y ajouter des coûts de transport importants du CO₂ jusqu'à l'Islande. Le Parlement islandais ayant adopté la directive européenne sur le CCS (2009/31), les industries de l'Union européenne couvertes par l'ETS pourraient choisir de stocker ainsi une partie de leur CO₂ pour réduire leurs émissions. Pour faire face à la demande, un terminal de CCS (projet Coda) devrait être construit et opérationnel d'ici 2026 avec une capacité de stockage de 3 MtCO₂ par an d'ici 2031, subventionné pour un tiers de son coût par le Fonds européen pour l'Innovation financé par une partie des recettes de la mise aux enchères des quotas ETS^a.

a. Carbfix (2022).

Une difficulté soulevée par les politiques en faveur du CCS est que, les émissions de CO₂ biogénique⁴⁸ des industries couvertes par l'ETS étant compatibles comme nulles, leur faible tarification n'incite pas à les stocker. Ceci amène les pays nordiques à devoir subventionner le bio-CCS, c'est-à-dire la capture et le stockage de CO₂ biogénique, issu par exemple de centrales thermiques à biomasse. La Norvège et le Danemark explorent ainsi la possibilité d'une aide publique spécifique pour le bio-CCS⁴⁹. La Suède prévoit de soutenir le bio-CCS *via* des subventions importantes (0,7 % du PIB cumulé d'ici 2045⁵⁰) et devrait introduire un dispositif d'enchères : les industriels ayant des projets de bio-CCS indiqueraient les volumes à stocker et le coût estimé, et seuls les industriels présentant les coûts les plus compétitifs pourraient bénéficier de l'aide publique – laquelle tient

compte également du coût du transport vers les sites de stockage internationaux –, estimée entre 95 et 170 €/tCO₂⁵¹ durant 15 ans. Les acteurs retenus devraient alors vendre aux enchères leur « émissions négatives » sur un marché dédié et le niveau de l'aide serait ajusté en fonction du prix final d'achat par des tiers, conformément aux règles européennes sur les aides d'État.

3.3 Les mesures pour les ménages

La hausse de la tarification du carbone s'est accompagnée d'ajustements de la fiscalité pour préserver le pouvoir d'achat des ménages. Par exemple en Suède, dans le cadre de la grande réforme fiscale verte du début des années 2000, la totalité de la

(45) Ministère danois de l'énergie et du climat (2022), "Status on CCS in Denmark".

(46) Dansk Affaldsforening (2020), "CO₂-fangst fra danske affaldsenergianlaeg".

(47) Total Énergies (2023), "Carbon Capture and Storage".

(48) Le carbone biogénique est le carbone fixé par la plante suite à la photosynthèse à partir du CO₂ de l'air. Il est libéré par exemple lors de combustion de déchets forestiers dans les centrales de cogénération.

(49) Ministère norvégien du climat (2023).

(50) Ministère suédois du Climat (2022).

(51) Agence suédoise de l'Énergie (2021), "Förslag på utformning av ett stödsystem för bio-CCS".

hausse de la tarification sur le carbone a été neutralisée sur le plan budgétaire par une baisse simultanée de la fiscalité sur le travail dans le cadre d'un « Green Tax Shift »⁵². Le surcoût de la transition verte pour les distributeurs d'énergie a aussi été réduit dans la facture des consommateurs suédois grâce à la baisse de taxes à la consommation. De cette manière, la transition verte nordique a été menée en grande partie par les distributeurs d'énergie. En réponse aux décisions fiscales de l'État, ceux-ci ont verdi leurs sources d'approvisionnement, comme la chaleur urbaine, désormais produite majoritairement par les bioénergies, ou les carburants routiers, tel le diesel suédois qui contenait plus de 40 % de biodiesel en 2023, sans que cela ait d'effets économiques majeurs en aval sur les ménages et les entreprises, grâce aux rééquilibrages fiscaux.

De même, la réforme fiscale en cours au Danemark prévoit que la hausse de la taxe carbone pour les secteurs non-industriels (transports, chauffage, etc.) sera largement neutralisée par une baisse de la taxe énergie afin de ne pas nuire au pouvoir d'achat (cf. Graphique 2). Même si la charge fiscale moyenne des ménages est peu affectée, la taxe carbone est plus efficace que la taxe énergie pour réduire les émissions,

car elle égalise le coût d'abattement marginal entre les combustibles (Baranzini⁵³).

En Norvège, pour les secteurs hors-ETS, l'essentiel de la hausse de la taxe carbone sur les carburants a été compensée : pour moitié en réduisant la taxe sur les carburants liée à l'usage des routes et pour le reste à travers des ajustements fiscaux sur l'assurance des véhicules.

Ces différentes mesures ont favorisé l'acceptation de la tarification du carbone dans la zone nordique malgré son niveau élevé. S'y ajoute le fait que les taxes carbonées n'y sont que faiblement régressives, étant donné le faible niveau des inégalités dans ces pays, où l'indice de Gini⁵⁴ était relativement bas au début des années 1990, ce qui a aussi contribué à leur acceptabilité⁵⁵. Plus récemment, le débat sur l'acceptabilité d'une tarification carbone supplémentaire semble néanmoins relancé dans certains pays nordiques. Une enquête de l'OCDE de 2022⁵⁶ identifie ainsi que le soutien à une taxe carbone avec transferts forfaitaires est désormais relativement faible au Danemark (45 %, soit le plus faible taux d'acceptabilité après l'Allemagne sur les 12 pays à haut revenu analysés).

(52) Grosjean J. et Duédal E. (2021), « Les stratégies nordiques pour le climat », *Trésor-Éco*, n° 185.

(53) Baranzini A. et Zhang Z. (2004), "What do we know about carbon tax? An inquiry into their impacts on competitiveness and distribution of income", Elsevier, *Energy Policy*, vol. 32, pp. 507-518.

(54) L'indice de Gini est un indicateur synthétique rendant compte du niveau d'inégalité (revenus, salaires, etc.).

(55) Sterner T. *et al.* (2021), "Understanding the Resistance to Carbon Taxes", Resources for the Future, *Working Paper* 21-18.

(56) Dechezleprêtre A. *et al.* (2022), "Fighting climate change: International attitudes toward climate policies", *OECD Economics Department Working Papers*, No. 1714 – cf. pp. 62, Figure A4.

Éditeur :

Ministère de l'Économie,
des Finances
et de la Souveraineté
industrielle et numérique
Direction générale du Trésor
139, rue de Bercy
75575 Paris CEDEX 12

**Directeur de la
Publication :**

Dorothee Rouzet

Rédacteur en chef :

Jean-Luc Schneider
(01 44 87 18 51)
tresor-eco@dgtresor.gouv.fr

Mise en page :

Maryse Dos Santos
ISSN 1777-8050
eISSN 2417-9620

Derniers numéros parus

Juillet 2024

N° 345 Mésange vert : un outil pour évaluer les effets de chocs économiques sur les émissions de carbone françaises

Pierre-Louis Girard

Juin 2024

N° 344 Les enjeux économiques de l'orientation scolaire et universitaire

Blaise Leclair, Agathe Veniez

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



Direction générale du Trésor



@DGTresor

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

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