

Les Thémas de la DGE

Théma n° 35

décembre 2025

Garantir la compétitivité d'une industrie décarbonée par une tarification efficace du carbone

Milena GRADEVA (SCIDE), Quentin GALLE (SI)

Face à l'impératif climatique, l'Union européenne (UE) s'est fixé l'objectif de réduire d'ici 2030 ses émissions de gaz à effet de serre de 55 % par rapport à 1990, et d'atteindre la neutralité carbone à horizon 2050. Pour atteindre ses objectifs, elle s'est dotée du système de tarification des émissions de gaz à effet de serre le plus complet et le plus ambitieux au monde avec le système d'échange de quotas d'émission (SEQUE) européen.

Le prix du carbone crée une puissante incitation à se décarboner pour les entreprises industrielles. Cependant ces dernières sont exposées à la concurrence internationale d'entreprises basées dans des pays qui appliquent un prix du carbone plus faible, voire nul. La divergence entre le niveau de tarification carbone des pays tiers et de l'UE crée des risques de déplacement à l'étranger des émissions de gaz à effet de

serre. Ce phénomène de fuite de carbone est néfaste sur les plans climatique et industriel.

Afin d'appliquer un traitement équivalent aux entreprises européennes et aux importateurs, plusieurs dispositifs ont été mis en place. En particulier, la création d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) a été décidée et sera effective au 1^{er} janvier 2026. Son efficacité à lutter contre les fuites de carbone notamment à l'aval des chaînes de valeur et à l'export, pose d'importants enjeux opérationnels. Elle présente également des enjeux d'articulation avec les dispositifs existants pour les activités électro-intensives.

La France bénéficie d'un mix électrique parmi les plus décarbonés du monde, notamment grâce à son parc nucléaire. Cependant, elle ne possède que peu de ressources en énergies fossiles. La décarbonation de l'industrie déjà amorcée permettrait ainsi à la France de diminuer son impact environnemental tout en réduisant sa vulnérabilité en cas de choc sur le prix du gaz ou du pétrole. Au-delà d'être un impératif écologique, la décarbonation est un véritable levier de compétitivité, à la condition d'assurer une tarification du carbone équitable entre les producteurs européens et non-européens.

1 L'Union européenne s'est dotée de l'architecture de tarification carbone la plus complète au monde

A Le système d'échange de quotas d'émission (SEQE) est un système de plafonnement et d'échange de quotas d'émission visant à inciter à la décarbonation

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) représentent une externalité négative¹ des activités industrielles qui contribuent au réchauffement climatique sans en intégrer le coût. Par conséquent, le fonctionnement habituel du marché conduit à des niveaux d'émissions de GES incompatibles avec les objectifs climatiques internationaux, et une intervention publique est requise pour aligner les intérêts des acteurs privés avec ceux de la collectivité. Attribuer un prix aux externalités négatives de pollution, par le biais d'une taxe ou de droits à émettre,

¹ Une externalité négative correspond à une situation où la production ou la consommation d'un bien par un agent économique dégrade la situation d'autres acteurs sans que cela soit reflété dans les prix de marché. Ainsi, l'émission de GES entraîne un réchauffement climatique qui affecte l'ensemble des populations.

envoie un signal-prix aux acteurs privés qui les incite à internaliser ce coût social. Le prix du carbone peut toutefois ne pas être suffisant² pour corriger les défaillances du marché et la mobilisation d'autres instruments de politique publique peut être nécessaire pour compléter les outils de tarification carbone.

Le système d'échange de quotas d'émission (SEQE), principal outil de l'Union européenne (UE) pour limiter les émissions de GES, est un mécanisme combinant un système de plafonnement des émissions et un marché de quotas d'émission, qui s'appuie sur le principe pollueur-payeur. Un plafond établi au niveau de l'UE détermine la quantité maximale d'émissions annuelles pour l'ensemble des acteurs assujettis : grandes installations dans les secteurs de l'énergie et de l'industrie manufacturière³, aviation et, depuis 2024, transport maritime. Ce plafond baisse chaque année de façon linéaire pour atteindre l'objectif européen de -62 % d'émissions en 2030 par rapport au niveau de 2005 sur le périmètre du SEQE. La fixation d'un tel plafond est un outil puissant par son caractère obligatoire, qui permet de planifier la baisse des émissions. Répondre à cet impératif climatique ambitieux peut cependant représenter un défi économique et technologique pour l'industrie.

Le SEQE couvre les émissions de plusieurs gaz à effet de serre exprimées en équivalent CO₂ (CO₂e). Les entreprises assujetties sont tenues de restituer en fin d'année un nombre de quotas égal à leurs émissions annuelles. Un quota SEQE correspond à 1 tCO₂e d'émissions de gaz à effet de serre et son prix résulte de la confrontation entre ce plafond d'émissions décroissant et le niveau d'émissions des installations couvertes. Les quotas étant transférables, leur prix se fixe également par la confrontation entre offre et demande sur le marché. Ce mécanisme permet aux installations de rentabiliser et prioriser les réductions d'émissions : celles pour lesquelles la décarbonation est la moins coûteuse (coûts marginaux d'abattement faibles) vendent leurs quotas excédentaires à celles pour lesquelles elle est plus onéreuse (coûts marginaux d'abattement élevés), ce qui diminue le coût total de conformité. Cependant, un prix de marché présente de façon inhérente une volatilité plus importante qu'une norme ou une taxe, ce qui peut réduire la visibilité pour les entreprises et ainsi rendre leurs anticipations plus incertaines.

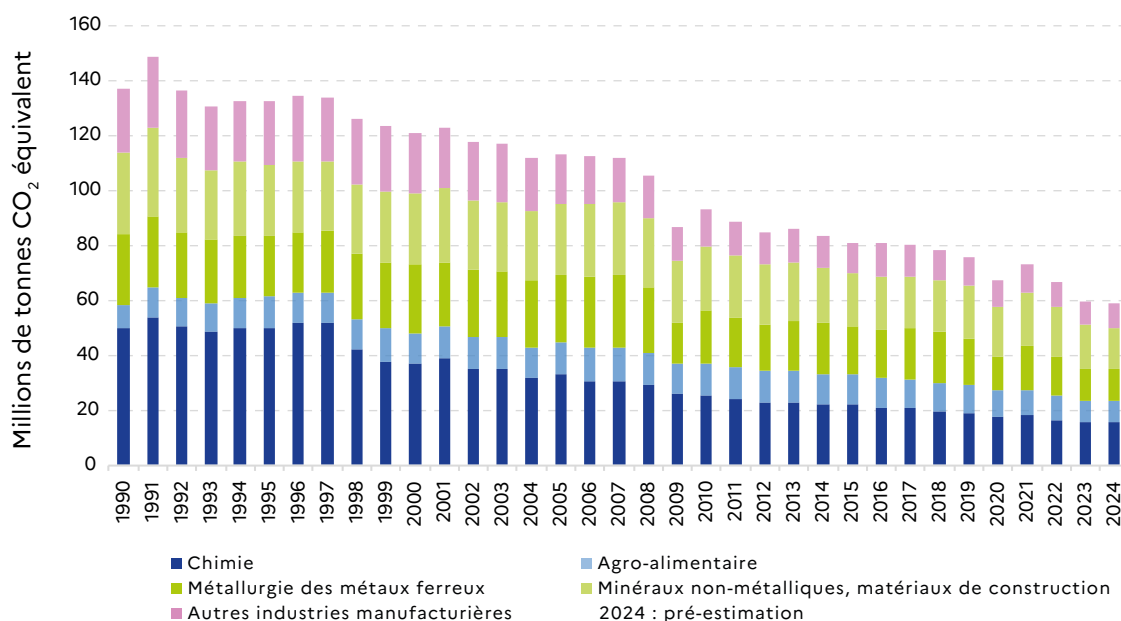
Environ 40 % des émissions de GES de l'UE et 71 % des émissions de l'industrie en France entrent dans le champ du SEQE. Selon la Commission

2 L'incertitude sur la trajectoire de la tarification des GES peut induire un risque de sous-investissement des entreprises ; l'innovation, source d'externalités positives, nécessite des interventions publiques pour pallier les imperfections du marché ; des défaillances de coordination en cas de projets mobilisant un grand nombre d'acteurs variés sont également possibles. Voir Gradeva M. et Dillies V., « France 2030 : une réponse économique aux enjeux de demain », *Les Thémas de la DGE*, n°5, 2022.

3 En France, cela représente près de 1 100 installations dont environ 600 relèvent d'entreprises manufacturières.

européenne, ces émissions ont baissé de près de 50 % en 2024 par rapport à 2005, grâce notamment à la décarbonation de la production d'électricité. En France, sur le périmètre de l'industrie manufacturière, la baisse est également significative, de 57 % par rapport à 1990 et de 48 % par rapport à 2005 (cf. Figure 1) et largement portée par le secteur de la chimie.

Figure 1: Évolution des émissions directes de l'industrie manufacturière depuis 1990 par secteur (en MtCO₂e)



Sources : CITEPA, SECTEN 2025 ; calculs DGE

B Les accises énergétiques portant sur le volume d'énergie incitent à la baisse de la consommation de combustibles carbonés

Les accises énergétiques sont appliquées sur l'achat de combustibles et d'électricité, et donc à tous les consommateurs d'énergie, entreprises comme ménages. Elles poursuivent le plus souvent un objectif de rendement. Leur fonctionnement les rapproche des impôts de production puisqu'elles sont dues en fonction du volume d'énergie consommé, indépendamment des revenus générés par l'activité, lorsqu'il s'agit d'entreprises. Si elles n'amplifient pas les cycles de hausse ou baisse des prix, elles peuvent toutefois représenter un facteur de perte de compétitivité, en particulier pour les secteurs industriels fortement consommateurs d'énergie qui font face à la concurrence de producteurs implantés dans des pays où le prix de l'énergie est moindre. En conséquence, des tarifs d'accise réduits, encadrés au niveau européen, sont prévus pour certaines activités industrielles fortement consommatrices d'énergie. Ils permettent d'éviter la superposition des dispositifs et de ne pas entraver la compétitivité des productions industrielles.

Les accises peuvent parfois jouer aussi un rôle comportemental : en rendant plus coûteux certains biens, elles contribuent à modifier les pratiques des agents économiques, dans ce cas, en les incitant à réduire leur consommation d'énergie. Pendant la période 2014 - 2018, les accises ont connu des évolutions dans ce sens avec une volonté affichée de les faire évoluer en tenant partiellement compte du contenu carbone des produits. Une composante carbone informelle a en partie guidé la trajectoire de hausse sur certains carburants routiers. Elle a été gelée en 2018 alors qu'elle était valorisée à 44,6 €/tCO₂.

Depuis, les évolutions des niveaux d'accises ne font pas référence à une valorisation du contenu carbone des produits. Pour autant, elles ont pu s'appuyer sur l'idée de tenir compte de leur qualité environnementale. Par exemple, les tarifs normaux d'accises sur le gaz naturel ont, pendant quelques années, été minorés à due concurrence du biogaz injecté dans le réseau. Cette minoration a été supprimée en 2024, et le tarif normal du gaz naturel combustible est passé de 8,37 €/MWh à 16,37 €/MWh.

Afin d'étendre la tarification aux émissions de GES liées à la consommation d'énergie des secteurs du bâtiment, du transport routier et de l'industrie non couvertes par le SEQE (notamment les petites installations), la mise en place au niveau européen d'un nouveau marché carbone (SEQE 2, cf. Encadré 1) était initialement prévue pour 2027. En novembre 2025, sa mise en œuvre a été reportée à 2028 dans le cadre des négociations autour de l'objectif de décarbonation de 2040. Les accises pourraient alors être recentrées sur leur rôle initial de taxe de rendement ciblée sur la consommation d'énergie pour éviter un risque de double tarification qui pèserait sur la compétitivité de l'industrie.

ENCADRÉ 1 SEQE 2 – un dispositif complémentaire au SEQE

L'objectif du SEQE 2 est de fournir une incitation à la décarbonation des activités qui ne sont pas couvertes par le SEQE 1 et paraissent moins avancées vers la cible européenne de zéro émission nette en 2050. Une réduction des émissions de -42 % en 2030 par rapport à 2005 est visée.

Une différence notable par rapport au SEQE 1 serait qu'il porterait non pas sur les émetteurs (ménages et entreprises) mais sur les fournisseurs d'énergie fossile qui devront acquérir des quotas et répercuteront ce coût dans leurs prix de vente. Le dispositif prévoit des mécanismes devant permettre de limiter la volatilité des prix qui feront probablement l'objet d'une révision suite au report de son entrée en vigueur.

En France, les émissions de GES de 2021 de l'industrie manufacturière relevant du champ du futur SEQE 2 sont de 9,6 MtCO₂e, soit 13 % du total. Elles sont dues à 86 % à la combustion de gaz.

C La tarification du carbone engendre des risques de fuite de carbone qui peuvent nuire à son efficacité

Les politiques climatiques varient fortement entre pays, comme en témoignent les différences de couverture et de niveau de la tarification carbone. Le SEQUE crée ainsi un risque de « fuite de carbone » *i.e.* de déplacement hors d'Europe des émissions de GES dues à des productions manufacturières qui ne seraient plus assez compétitives, du fait des différences d'ambition des politiques climatiques entre l'Europe et ses partenaires commerciaux et des coûts qu'elles engendrent pour les industriels.

En effet, selon I4CE⁴, seulement 28 % des émissions mondiales étaient couvertes par une tarification du carbone en 2024 et environ 74 % des émissions couvertes étaient soumises à un prix explicite inférieur à 20 USD/tCO₂e, un niveau très inférieur à celui du quota SEQUE actuel ou prévisionnel (*cf. infra*).

Les fuites de carbone vers des localisations bénéficiant des contraintes climatiques moindres peuvent se matérialiser principalement de deux façons⁵ :

- Substitution de production domestique sur le marché européen par des importations provenant de pays hors UE ;
- Substitution de production domestique exportée hors UE par l'implantation de moyens de production hors UE ou pertes de marchés à l'international en faveur de concurrents non-européens.

Les fuites de carbone entraînent une dégradation du solde commercial et de la souveraineté économique ainsi qu'une perte d'emplois dans l'industrie et dans les secteurs connexes. Lorsque les biens importés sont plus carbonés que la production nationale, les fuites de carbone contribuent à la hausse de l'empreinte carbone⁶ du pays, réduisant ainsi l'efficacité des politiques climatiques et effaçant les effets de la décarbonation industrielle sur le territoire national.

L'intensité carbone des biens produits en France est nettement inférieure à celle des importations françaises, notamment grâce à un mix électrique très décarboné⁷. A production équivalente, les fuites de carbone augmentent le niveau d'émissions global en plus d'affaiblir l'industrie manufacturière nationale : l'implantation en France plutôt qu'à l'étranger

4 I4CE, [Les comptes mondiaux du carbone 2025](#), 2025

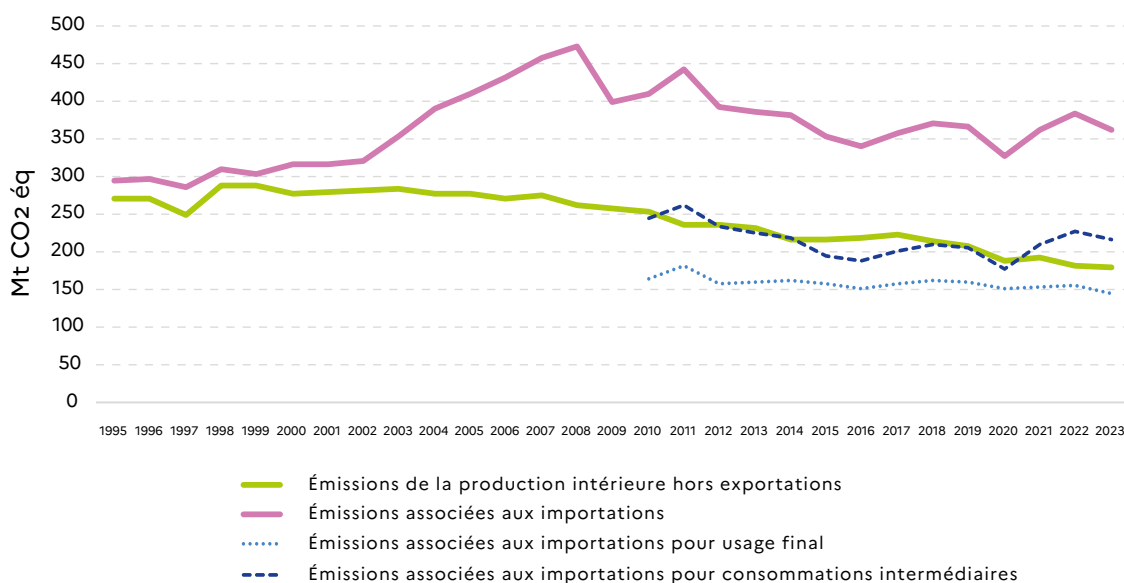
5 Un troisième canal indirect existe également : la moindre utilisation d'énergies fossiles entraîne la baisse de leur prix ce qui encourage leur utilisation dans les pays à tarification des GES faible ou inexistante.

6 L'ensemble des émissions associées à la consommation finale du pays qui ont lieu sur le territoire national ou à l'étranger (« émissions importées »).

7 Labrue L., Poirier L. et Bédier L., « [L'action de l'Etat en faveur de la décarbonation de l'industrie](#) », *Les Thémas de la DGE*, n°8, 2023

d'une activité manufacturière correspondant à 1 Md€ de valeur ajoutée augmenterait les émissions de CO₂ de 530 ktCO₂ en France mais éviterait 1 270 ktCO₂ dans les autres pays, soit un effet net sur les émissions mondiales de CO₂ de - 740 ktCO₂⁸. Dans le cas de la France, les émissions territoriales liées à la production ont commencé à baisser dès le début des années 2000 alors que la composante « émissions importées » a fortement augmenté sur la période 2000-2010. En 2023, celle-ci reste toujours très supérieure à son niveau de 1995 (cf. Figure 2).

Figure 2: Évolution des composantes de l'empreinte carbone de la France (hors ménages)



Sources : MTE/SDES (2025), L'empreinte carbone de la France de 1990 à 2023

Afin d'éviter les fuites des carbone, un enjeu lors de la mise en place du SEQUE a donc été d'identifier les secteurs à risque et de prévoir des dispositifs pour éviter la perte de compétitivité de ces productions européennes. Deux principaux facteurs sont pris en compte :

- 1) l'importance des coûts liés aux émissions de GES dans la valeur ajoutée ;
- 2) l'exposition au commerce international qui détermine la capacité des industriels à répercuter la tarification des émissions dans leurs prix.

La liste des secteurs à risque de fuite de carbone établie selon ces critères a évolué à plusieurs reprises depuis la mise en place du SEQUE. Deux dispositifs ciblés – l'attribution de quotas gratuits et la compensation des coûts indirects (cf. *infra*) – ont été mis en place afin de prévenir les risques de fuite de carbone.

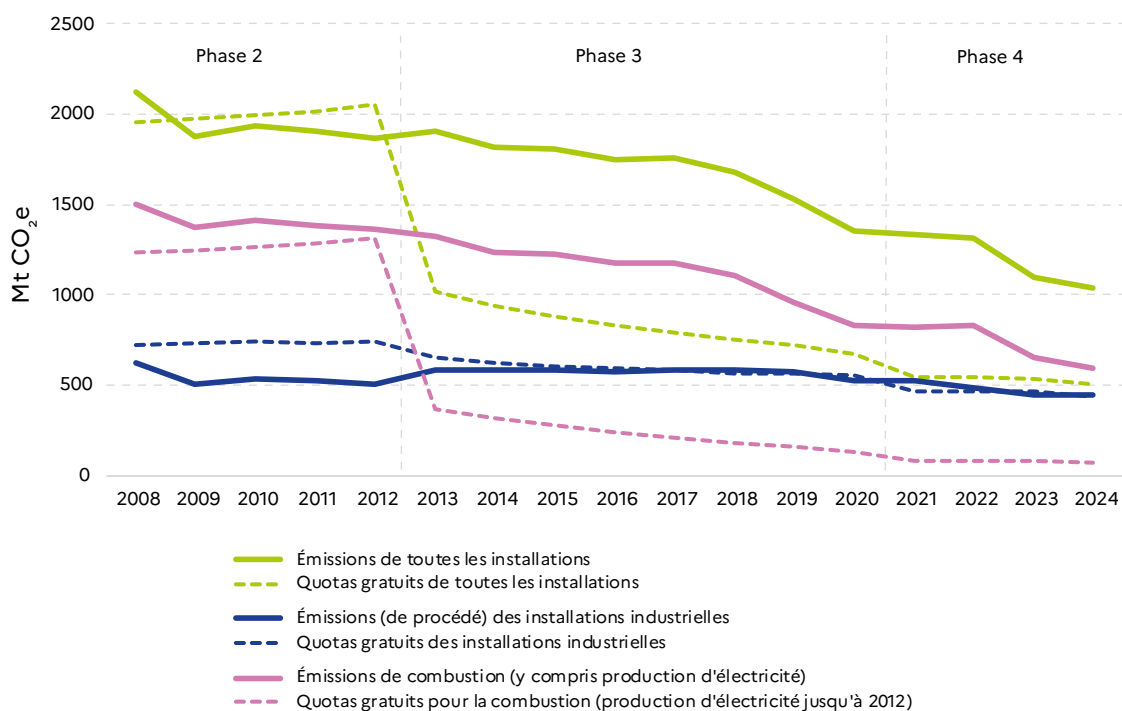
8 Bourgeois A. et Montornes J., « Produire en France plutôt qu'à l'étranger, quelles conséquences ? », *Insee Analyses*, 2023

2 La montée en puissance de la tarification carbone pose des enjeux de compétitivité majeurs pour l'industrie

A L'impact du SEQE a été dans un premier temps limité par l'octroi d'importants volumes de quotas gratuits

La mise en place du SEQE a été progressive, en plusieurs phases, ce qui a influé à la baisse sur le prix des quotas. Lors des phases 1 & 2 du SEQE (2005-2007 et 2008-2012), les quotas d'émissions ont été très majoritairement distribués gratuitement aux acteurs économiques et plusieurs facteurs structurels et conjoncturels ont contribué à l'accumulation de quotas gratuits. Durant la phase 3 (2013-2020) du SEQE, la méthode d'allocation des quotas par défaut est devenue la vente aux enchères, afin de renforcer l'internalisation du prix du carbone dans les coûts de production, et l'allocation de quotas gratuits pour le secteur de l'électricité a été arrêtée (cf. Figure 3). Le volume de quotas sur le marché est cependant resté important, ce qui a permis de maintenir leur prix à un niveau bas. La méthodologie de définition des secteurs bénéficiaires de quotas gratuits a été révisée dans la phase 4 du SEQE (à partir de 2021) pour renforcer les incitations à la décarbonation (cf. Encadré 2).

Figure 3 : Emissions et quotas gratuits dans le cadre du SEQE (tous pays)



Note : A partir de 2013, le secteur de la production d'électricité, hormis quelques exceptions dans les pays européens à faibles revenus, ne reçoit plus de quotas gratuits.

Source : Agence européenne pour l'environnement

ENCADRÉ 2

L'attribution de quotas gratuits dans le cadre du SEQUE

Les secteurs à risque de fuite de carbone reçoivent gratuitement une quantité de quotas correspondant à 100 % de la valeur d'un référentiel pour leur produit basé sur les meilleures pratiques. Les quotas gratuits d'une installation dont le processus de production est moins efficace que le référentiel ne couvrent donc pas l'ensemble de ses émissions. La liste des secteurs à risque de fuite de carbone passe de plus de 170 pour la période 2014-2020 à 63 en phase 4 (à partir de 2021). Ceux-ci sont à l'origine d'environ 94 % des émissions industrielles. Les référentiels baissent avec le temps traduisant ainsi une hausse continue des exigences en matière de décarbonation.

Les secteurs moins exposés au risque de fuite de carbone perçoivent en quotas gratuits 30 % du référentiel de 2021 à 2026, puis bénéficieront d'une couverture de plus en plus faible de 2026 à 2030.

A partir de la phase 4, le calcul de l'allocation des quotas gratuits évolue : au-delà d'une baisse accélérée des volumes, il s'ajuste désormais mieux au niveau d'activité des entreprises. Par ailleurs, si la demande de quotas gratuits au niveau de l'UE dépasse le volume total disponible, l'allocation des installations peut être réduite pour éviter que ces quotas gratuits ne représentent une part disproportionnée des quotas mis en circulation chaque année.

À prix du carbone constant, les quotas gratuits n'annulent pas l'incitation à décarboner mais la limitent. En effet, même lorsqu'une installation reçoit une allocation gratuite, chaque tonne de CO₂ émise reste comptabilisée et vient réduire le volume de quotas dont elle dispose : toute économie d'émissions lui permet donc de conserver ou de vendre ces quotas sur le marché, générant un gain financier proportionnel au prix du carbone. Les quotas gratuits agissent ainsi comme un mécanisme de transition destiné à limiter le risque de fuite de carbone, en conservant un signal-prix marginal qui influence les décisions d'investissement : réduire ses émissions reste toujours rentable tant que le prix du carbone est positif.

La réserve de stabilité du marché est un mécanisme complémentaire qui a été mis en place en 2019 avec deux objectifs : 1) réduire l'excédent de quotas sur le marché à court terme ; 2) mieux équilibrer l'offre et la demande dans le cadre du SEQUE et renforcer sa résilience face à des chocs. Cette réserve se traduit par l'introduction d'un seuil bas et d'un seuil haut de nombre de quotas en circulation sur le marché. Ainsi, si le volume total de quotas en circulation dans le marché SEQUE dépasse le seuil haut de 833 millions, un nombre de quotas⁹ est retiré des enchères et placé dans la réserve afin de résorber l'excédent. Si au contraire le marché est tendu et le nombre de quotas en circulation

9 La formule qui détermine ce montant tient compte du volume de quotas en circulation : plus celui-ci est grand, plus le nombre de quotas retiré du marché est important.

devient inférieur à 400 millions, des quotas supplémentaires sont prélevés de la réserve et mis aux enchères pour améliorer la liquidité du marché. À partir de 2024, chaque année, les quotas dans la réserve dépassant le seuil de 400 millions sont définitivement supprimés.

Depuis sa mise en place, la réserve retire des quotas chaque année ce qui, en combinaison avec les autres actions de stabilisation du SEQE, a permis une réduction importante du surplus et l'annulation de plus de 3 milliards de quotas.

Plusieurs travaux académiques et institutionnels ont étudié empiriquement l'impact du SEQE sur l'industrie européenne. Les évaluations *ex post*¹⁰ menées sur les premières phases du SEQE n'identifient que des effets faibles voire inexistants de la tarification carbone sur la performance des entreprises industrielles assujetties, mais un effet positif sur leur décarbonation et concluent à l'absence de fuite de carbone. Ce résultat peut s'expliquer par l'importance des allocations de quotas gratuits et le faible prix des quotas. Etant donné l'évolution à la hausse du prix du quota et la réduction de l'allocation de quotas gratuits, il n'est pas acquis que cette absence d'impact défavorable sur la compétitivité des entreprises perdure.

B La période qui s'ouvre de hausse du prix du carbone et de réduction des quotas gratuits est source d'incertitude pour les entreprises

Entre 2018 et 2023, le prix du quota a connu une hausse marquée, passant de moins de 6 €/tCO₂ en moyenne en 2017 à 84 €/tCO₂ en moyenne sur l'année 2023. En 2025, il évolue autour de 70 €/tCO₂. Cette hausse peut être expliquée par plusieurs facteurs :

- Côté offre, une baisse du nombre de quotas mis aux enchères permise notamment par l'entrée en vigueur de la réserve de stabilité de marché en 2018¹¹, puis à partir de 2021 par une baisse plus prononcée du plafond d'émissions de 1,74 % à 2,2 % par an.
- Côté demande, la hausse des prix du gaz depuis la crise énergétique de 2022 a entraîné une consommation accrue de charbon, plus émetteur, et donc une demande plus forte de quotas pour le secteur de l'énergie.

¹⁰ Revues de littérature citées dans L'Heudé W., Chailloux M. et Jardi X., « Un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières de l'Union européenne », *Trésor-Eco*, n°280, 2021 ; Parra Ramirez K., « Un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières : quelles voies possibles ? », *Focus du CAE*, n°59, 2021 ; OCDE, *Climate Policy Leadership in an Interconnected World : What Role for Border Carbon Adjustment?*, 2020 ; Dechezleprêtre A., Nachtigall D. et Venmans F., "The joint impact of the European Union emissions trading system on carbon emissions and economic performance", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 118, 2023

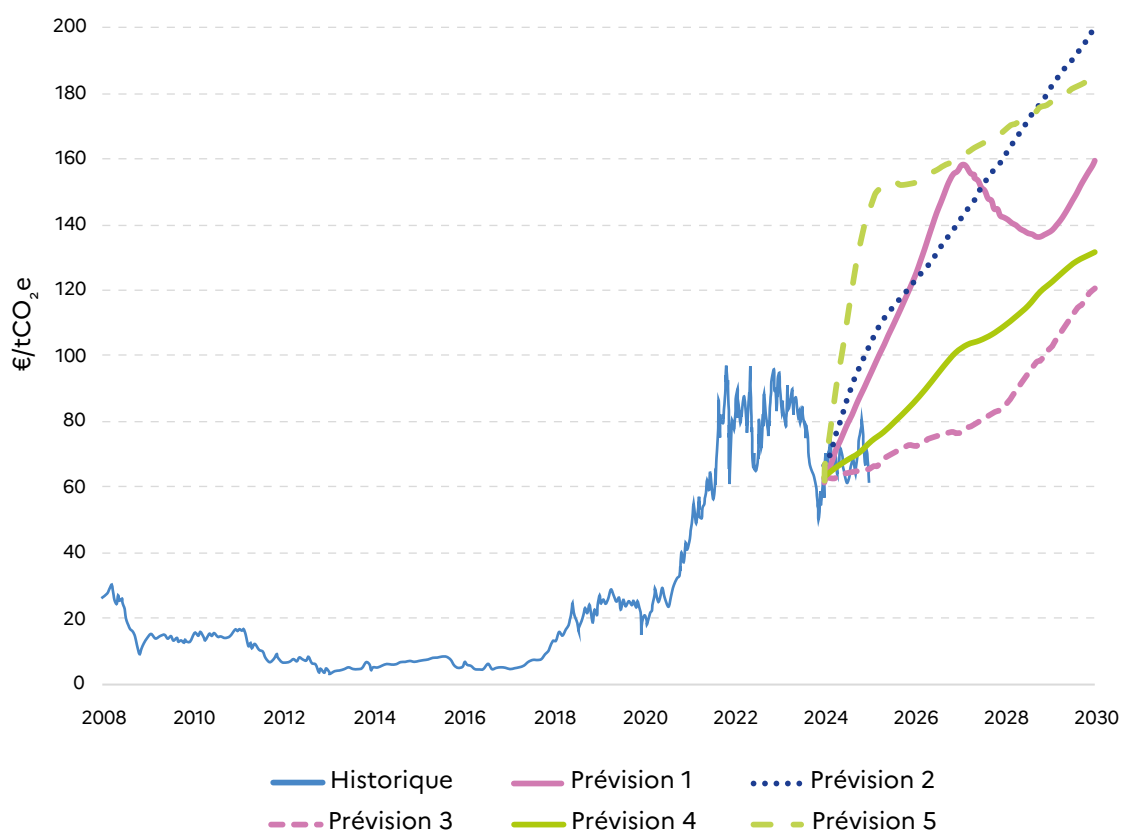
¹¹ Borghesi S., Pahle M., Perino G., Quemin S. et Willner M., "The market stability reserve in the EU emissions trading system: a critical review", *Annual review of resource economics*, vol. 15, n°1, 2023

La reprise économique post-covid a aussi entraîné une hausse de la demande.

- La révision de la Directive ETS en 2018, ainsi que l'annonce du Green Deal fin 2019, ont aussi renforcé l'ambition du mécanisme. Les effets d'annonce peuvent expliquer de fortes variations du prix.

Le prix du quota devrait continuer à augmenter dans les décennies à venir sous l'effet de plusieurs facteurs. La baisse du plafond SEQUE qui s'accélère à partir de 2024 (-4,3 % de 2024 à 2027 et -4,4 % de 2028 à 2030), et dont le rythme n'a pas encore été défini pour la période suivante, réduira progressivement le nombre total de quotas disponibles. La demande de quotas sera renforcée par la diminution du volume alloué à titre gratuit.

Figure 4 : Évolution du prix du quota SEQUE : historique et prévisions



Sources : Graphique construit à partir de publications publiques. Sandbag, Carbon Price Viewer pour la trajectoire passée ; ERCST et al., 2025 State of the EU ETS Report pour les prévisions (avec les trajectoires de CAKE/KOBIZ E-CREAM & CARBON PIE, BloombergNEF, Enerdata-POLES, PIK-LIMES-EU, Veyt)

Cette hausse du prix du quota SEQUE permettrait de renforcer l'incitation à la décarbonation et de crédibiliser les investissements dans des moyens de production bas-carbone en leur offrant une perspective de rentabilité à terme. Elle peut néanmoins affecter la compétitivité des industries couvertes par le SEQUE et donc accroître le risque de fuite de carbone, les industriels non-européens n'étant très majoritairement pas soumis au même niveau de tarification carbone (*cf. supra*).

Selon plusieurs études¹², les fuites de carbone pourraient déjà être présentes dans l'UE au travers de l'augmentation du contenu carbone des importations de produits soumis au SEQUE et du renforcement des activités des filiales étrangères des multinationales européennes. Une récente analyse de l'OCDE¹³ sur 140 pays estime à environ 13 % les fuites de carbone au global dans les secteurs de l'acier et du ciment sur la période 2015-2021, liées aux écarts de niveau de tarification des GES entre pays.

Les analyses *ex ante* basées sur la modélisation théorique des fuites de carbone dues aux politiques climatiques dans le monde identifient un risque de fuite de carbone important lorsque les ambitions climatiques des partenaires commerciaux divergent. Les modèles d'équilibre général calculable¹⁴, quoique très sensibles aux hypothèses retenues, indiquent des effets significatifs (jusqu'à 30-40 %), pour des objectifs de réduction des émissions jusqu'à 40 %, cibles inférieures à celle de l'UE.

C Le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières doit remettre producteurs européens et exportateurs sur un pied d'égalité

Dans un contexte où l'UE fait partie des rares zones économiques à disposer d'une tarification carbone effective, un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) est en cours de mise en place.

Ce mécanisme consiste à appliquer à certains produits importés un prix du carbone équivalent au prix du carbone appliqué aux producteurs européens *via* le SEQUE. Le MACF vise ainsi à :

- Appliquer les mêmes conditions à toutes les entreprises industrielles exerçant sur le marché européen avec une tarification carbone étendue aux importations. Cela permet un raisonnement en empreinte carbone, nécessaire à la conciliation d'une politique industrielle et d'une politique écologique ambitieuses. Le MACF devrait ainsi fournir un avantage compétitif aux industriels qui ont investi dans leur décarbonation ou celle de leurs chaînes de valeur, par rapport à des importations plus carbonées. Il devrait ainsi favoriser le développement des technologies bas-carbone ;
- Lutter contre les fuites de carbone dans un contexte où la plupart des partenaires commerciaux de l'Union n'ont pas le même niveau d'ambition climatique ;

12 Parra Ramirez (2021), [ibid.](#); Kuusi T., Björklund M., Kaitila V., Kokko K., Lehmus M., Mehling M. et M. Wang, [Carbon Border Adjustment Mechanisms and Their Economic Impact on Finland and the EU](#), 2020, Publication of the Finnish Government's analysis, assessment and research activities.

13 Teusch J., D'Arcangelo F., Kruse T. et Pisu M., ["Carbon prices, emissions and international trade in sectors at risk of carbon leakage: Evidence from 140 countries"](#), *OECD Economics Department Working Papers*, n°1813, 2024.

14 A partir de L'Heudé W., Chailloux M. et Jardi X. (2021), [ibid.](#); OCDE (2020), [ibid.](#)

- Permettre l’internalisation complète du coût du carbone par les chaînes de valeur industrielles en Europe.

Le MACF pourrait également encourager les pays-tiers à décarboner leurs propres productions destinées à l’export vers l’Europe, aboutissant à une réduction globale des émissions si ces procédés décarbonés viennent en substitution de procédés plus carbonés.

Le 1^{er} janvier 2026 débutera la phase effective du mécanisme, après une période « à blanc », en place depuis 2023. Il fonctionnera de manière similaire au SEQUE : les importateurs devront déclarer trimestriellement leurs émissions importées et restituer un nombre de certificats équivalent, au même prix que les quotas SEQUE. Le dispositif s’appliquera aux émissions directes (scope 1) de six familles de produits pilotes (aluminium, sidérurgie, engrais azotés, ciment, hydrogène et électricité) et aux émissions indirectes (scope 2) de deux groupes de produits (engrais azotés et ciment). Les émissions incorporées dans certains produits utilisant comme intrants les produits cités ci-dessus (scope 3) seront également soumis à tarification. La mise en œuvre de ce mécanisme sera graduelle avec une réduction progressive des quotas gratuits pour les sites en Europe en huit ans, en symétrie de la montée en charge du MACF.

Le MACF couvrira 3 % des produits importés en UE depuis des pays-tiers, ce qui équivaut à 7 % de la production manufacturière européenne, ou 1,1 % de sa valeur ajoutée, et pourrait générer 14,7 Md€ de recettes par an à structure de flux commerciaux constante¹⁵.

Une revue de littérature de l’OCDE¹⁶ des premières analyses d’impact ex ante du MACF indique que le dispositif devrait considérablement réduire les fuites de carbone attendues avec la hausse du prix du quota en imposant une tarification carbone équivalente à celle des industries européennes. Les résultats concernant les émissions et les effets économiques varient considérablement, notamment selon les scénarios (différents paramètres du MACF ont été envisagés), le type d’estimation utilisé (plus granulaire ou permettant des effets des bouclage), l’inclusion des émissions de scopes 2 et 3 ainsi que la prise en compte de l’évolution du SEQUE en parallèle (suppression des quotas gratuits). L’analyse de l’OCDE conclut à un impact négatif mais limité (inférieur à 1,5 %) sur la valeur ajoutée des secteurs couverts et à l’aval du MACF. Toutefois, une modélisation d’une couverture identique des activités industrielles par le SEQUE et le MACF conclut à des effets négatifs plus importants,

15 Dechezleprêtre A., Haramboure A., Kögel C., Lalanne G. et Yamano N., *“Carbon Border Adjustments : the potential effects of the EU CBAM along the supply chain”*, OCDE Science, Technology and Industry Working Papers, 2025/02

16 Dechezleprêtre A., Haramboure A., Kögel C., Lalanne G. et Yamano N., (2025), *ibid.* ; Bellora, C. and L. Fontagné (2023), *“EU in search of a Carbon Border Adjustment Mechanism”*, *Energy Economics*, Vol. 123/106673 cité à partir de Dechezleprêtre A. et al. (2025)

notamment à l'export, et une baisse du PIB européen entre 2,4 % et 6,4 % avant 2040 selon le scénario.

Ces résultats pointent l'importance d'apporter des solutions à certaines limites du MACF identifiées dans la littérature : l'export, le contournement et l'impact sur les industries aval qui utilisent les produits pilotes comme intrants.

3 Assurer l'efficacité réelle du MACF pose plusieurs défis opérationnels majeurs qui devront être relevés

A Le MACF emporte des risques de fuites de carbone à l'aval et à l'export

La mise en œuvre effective du MACF à partir de 2026 sera accompagnée par la suppression progressive des quotas gratuits SEQUE dont bénéficient les fabricants européens des produits pilotes. Cela engendrerait deux types de défis pour la compétitivité de l'industrie européenne :

- **à l'export sur le périmètre MACF.** Le mécanisme rétablirait l'égalité de traitement sur le marché européen entre les produits fabriqués en Europe et produits importés. Toutefois, les exportations européennes renchéries par le SEQUE risquent d'être désavantagées à l'export sur des marchés extra-européens face à des concurrents qui ne sont pas assujettis à une tarification carbone comparable. Cela peut entraîner des fuites de carbone additionnelles et soulève la question d'une solution permettant de lutter contre ce risque, au-delà du soutien à la décarbonation de ces industries. Par exemple, l'UE a exporté pour 77,8 Md€ d'acier ou de produits en acier en 2024¹⁷, et ces exportations pourraient être renchéries par la tarification carbone à terme.
- **à l'aval des activités couvertes par le MACF.** A partir de 2026, tous les produits du champ MACF (produits bruts ou composés presque entièrement de ces matières) seront soumis à la tarification carbone, soit dans le cadre du SEQUE pour la production européenne, soit par le MACF pour les importations. Cela engendrerait un surcoût qui, répercuté dans les prix, renchérirait les intrants des produits à l'aval du périmètre du MACF. En conséquence, certaines industries à l'aval pourraient devoir faire face à des pertes de compétitivité à la fois sur le marché européen et à l'export par rapport à des concurrents internationaux dont les intrants ne sont pas soumis à une tarification des émissions de GES.

Une analyse menée sur données françaises a permis d'évaluer l'impact du prix croissant du quota SEQUE à l'aval des chaînes de valeur des produits

¹⁷ Eurostat, [EU exported €77.8 billion worth of iron and steel in 2024, 2025](#)

pilotes du MACF dans un contexte de suppression des quotas gratuits. L'étude vise à identifier les produits pour lesquels le risque de perte de compétitivité est significatif avec une approche qui s'inspire de la méthodologie utilisée dans le cadre du SEQE pour déterminer les secteurs éligibles à l'octroi de quotas gratuits pour éviter les fuites de carbone.

Deux aspects sont pris en compte : le poids du surcoût des intrants et la capacité de répercussion de ce surcoût dans les prix sans risque de pertes de marchés à cause d'une forte exposition au commerce international. En effet, un produit avec un surcoût élevé des intrants mais peu échangé à l'international pourrait voir son prix augmenter sans risque de substitution par des importations¹⁸. Inversement, le prix d'un produit très échangé à l'international mais n'utilisant qu'une faible quantité des produits pilotes ou à forte valeur ajoutée, serait également peu affecté.

Avec une hypothèse de prix SEQE de 120 €/tCO₂, un peu plus de 200 produits à l'aval des chaînes de valeur de l'acier et de l'aluminium (Figure 5) sont identifiés comme potentiellement à risque (ex. outillages, moteurs et turbines, machines agricoles). Ces produits se caractérisent par un contenu élevé en intrants : la moitié des produits identifiés sont composés d'acier et d'aluminium à plus de 80 %. Un élargissement du champ du MACF vers l'aval pourrait rétablir l'équité de traitement sur le marché européen pour ces activités¹⁹. Les produits à l'aval du MACF contenant du ciment sont peu échangés avec les pays extra-européens et paraissent donc moins à risque de fuite de carbone.

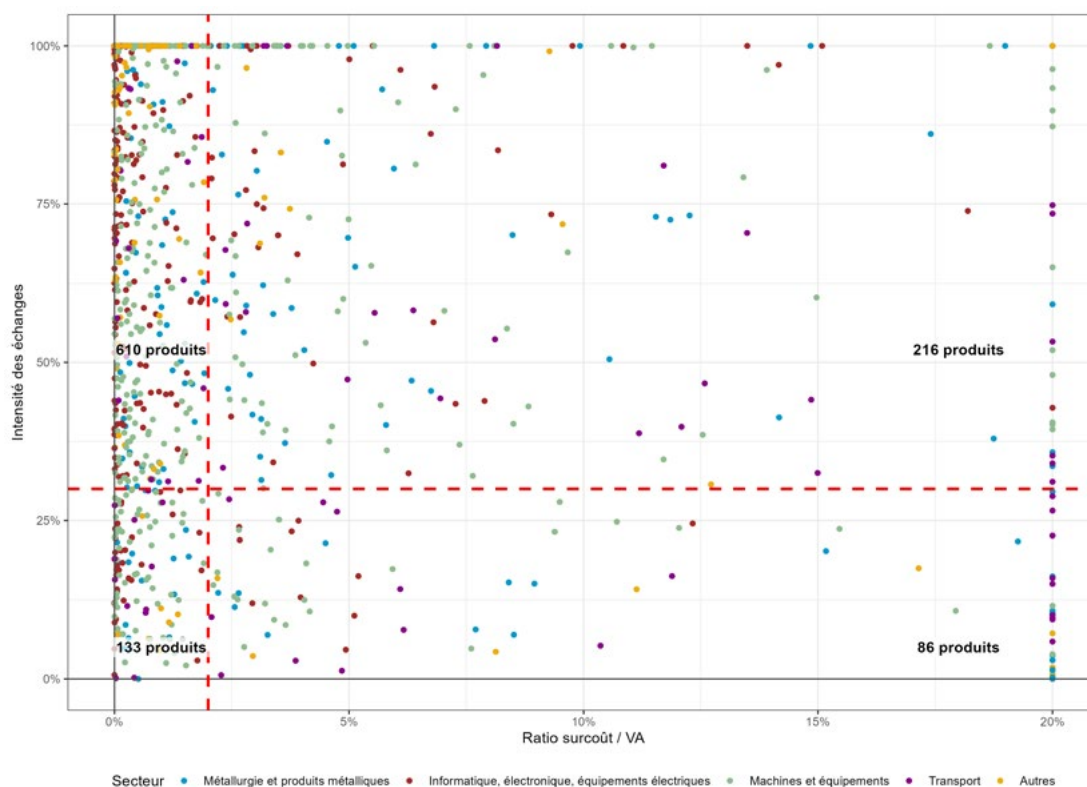
Compte tenu d'un manque de données, les produits azotés couverts par le MACF (acide nitrique, ammoniac, engrais azotés) n'ont pas pu être intégrés dans l'analyse. Ils génèrent cependant également un risque de fuite de carbone à l'aval, en particulier pour les secteurs de l'agriculture et de la chimie. Le surcoût carbone associé à la production d'engrais pourrait renchérir les produits agricoles utilisateurs d'engrais azotés et, plus à l'aval encore, les produits de l'industrie agroalimentaire. Les produits azotés sont en outre utilisés dans de nombreuses chaînes de valeur de l'industrie chimique, dont certaines apparaissent de ce fait vulnérables aux fuites de carbone à l'aval.

Des discussions sont en cours dans le cadre de la révision du règlement MACF attendue au quatrième trimestre 2025 sur l'extension du champ du dispositif aux produits situés à l'aval.

Figure 5: Positionnement des produits à l'aval du MACF (acier, aluminium, ciment) selon leur exposition à la concurrence internationale et le surcoût des intrants dans la valeur ajoutée (2021)

¹⁸ Pour certains usages, le risque de déplacement des consommations vers des matériaux substituables non soumis au MACF pourrait exister.

¹⁹ Dans cette hypothèse un équilibre devrait être trouvé entre la protection contre les fuites de carbone et la gestion administrative pour les entreprises et pour les services publics en charge, notamment les douanes.



Lecture : En 2021, 216 produits se caractérisent par un poids des intrants MACF dans leur valeur ajoutée supérieur à 2 % et par une exposition au commerce international supérieure à 30 %. 86 produits présentent également un ratio surcoût des intrants MACF dans la valeur ajoutée supérieur à 2 % mais leur exposition au commerce international est inférieure à 30 %.

ENCADRÉ 3

Evaluation de l'impact du MACF sur les produits à l'aval

L'analyse évalue l'impact économique direct, sans effets de bouclage, de la mise en place du MACF et de la suppression des quotas gratuits sur les produits à l'aval des chaînes de valeur de trois intrants couverts par le MACF (acier, aluminium et ciment).

L'indicateur d'exposition au commerce international suit la définition utilisée dans le cadre du SEQE. Le seuil d'une intensité des échanges supérieure à 30 % a été retenu en référence à l'un des critères utilisés lors de la phase 3 du SEQE pour établir la liste des secteurs à risque de fuite de carbone.

$$\text{Intensité des échanges}_{\text{produit}} = \frac{\text{Import}_{\text{produit}} + \text{Export}_{\text{produit}}}{\text{Production vendue}_{\text{produit}} + \text{Import}_{\text{produit}}}$$

L'indicateur de poids du surcoût des intrants est considéré significatif à partir de 2 %. Ce seuil conservateur s'appuie sur le fonctionnement de la compensation des coûts indirects qui limite le reste à charge dû au surcoût contenu dans le prix de l'électricité à 1,5 % de la valeur ajoutée brute de l'entreprise (*cf. infra*). L'indicateur est défini pour chaque produit comme le ratio entre le surcoût carbone induit par le SEQE ou le MACF (selon l'origine de l'intrant) et la valeur ajoutée (VA) associée au produit.

$$\text{Poids du surcoût dans la VA}_{\text{produit}} = \frac{\text{Surcoût}_{\text{produit}}}{\text{VA}_{\text{produit}}}$$

Les composantes de l'indicateur sont :

- **Le surcoût** induit par la mise en place du MACF et la suppression des quotas gratuits :

$$\text{Surcoût}_{\text{produit}} = \text{GES totaux des intrants MACF}_{\text{produit}} * \text{prix SEQE}$$

Il prend en compte les émissions de GES incorporées dans le produit (scope 3) au travers de trois intrants couverts par le MACF (acier, aluminium et ciment).

$$\text{GES intrant}_{\text{produit}} =$$

$$\text{Masse en kg}_{\text{produit}} * \text{Contenu en intrant}_{\text{produit}} * \text{facteur d'émission}_{\text{intrant}}$$

- **La valeur ajoutée par produit** est estimée en faisant l'hypothèse de proportionnalité entre le poids de la facturation du produit dans le chiffre d'affaires et son poids dans la valeur ajoutée de l'entreprise.

L'analyse d'impact a été menée pour plusieurs scénarios avec des prix du quota SEQE allant de 90 €/tCO₂e à 150 €/tCO₂e et sous les hypothèses d'une suppression totale des quotas gratuits et d'un taux de répercussion du surcoût de 100 % des secteurs en amont sur les secteurs en aval.

Les données utilisées portent sur les années 2021 et 2022 et sont issues de l'enquête annuelle de production de l'Insee, de la base « Material content » sur le contenu en intrants des produits manufacturiers, développée par l'Université norvégienne de Sciences et Technologie (NTNU) de Trondheim et par l'Université de Freiburg, des bases douanières sur les échanges internationaux et de la base FARE de l'Insee sur les données fiscales des entreprises.

B Les risques de contournement du dispositif pourraient amoindrir son efficacité

Le règlement MACF prévoit des actions contre certaines pratiques de contournement (modifications minimales de produits pour éviter le mécanisme, contournement par l'aval proche, importations séquencées pour rester sous le seuil d'exemption ...), mais il en existe d'autres qui pourraient amoindrir l'efficacité du mécanisme.

L'une d'entre elles est la redirection artificielle de productions bas-carbone vers le marché de l'Union, au détriment d'autres marchés et sans décarbonation effective à échelle globale (*resource shuffling*).

Concrètement, les entreprises des pays-tiers pourraient réorganiser leurs flux commerciaux, pour n'exporter en Europe que la partie décarbonée de leur production, et réserver la partie carbonée à des marchés sans tarification carbone, ou où celle-ci est moindre. Ce phénomène ne résulterait pas systématiquement d'une planification volontaire, mais pourrait aussi être le résultat de choix individuels d'acteurs économiques rationnels.

Ce risque apparaît comme particulièrement prégnant pour les filières avec de grands écarts d'intensité carbone entre différentes voies de production. C'est notamment le cas des matériaux à fort potentiel de recyclabilité,

comme par exemple l'acier et l'aluminium, avec un fléchage spécifique de la production secondaire, *a priori* moins carbonée, vers l'Union, sans capacité de distinction *via* les codes douaniers (cf. Encadré 4).

ENCADRÉ 4

Le cas du « scrap », un enjeu stratégique pour les filières européennes de l'acier et de l'aluminium

Le « scrap », terme industriel désignant les déchets métalliques (chutes de production ou objets recyclés) est un intrant clé dans les procédés métallurgiques bas-carbone.

- Dans l'acier, il est utilisé principalement dans des fours à arc électriques, où il est fondu à 1 600°C pour produire de l'acier recyclé. Cette voie de production est nettement moins émettrice que la voie primaire (11 fois moins émettrice qu'un haut-fourneau par exemple*) et permet de valoriser ces ferrailles.
- De même, dans le secteur de l'aluminium, les déchets de production ou post-consommation peuvent être réutilisés de manière circulaire pour produire de nouveaux produits, avec une intensité carbone elle aussi bien plus faible.

Les émissions intrinsèques au « scrap » ne sont pour l'instant pas couvertes par le MACF, ce dernier étant considéré comme un déchet. Les industriels de la filière secondaire déjà implantés en pays-tiers pourraient donc bénéficier de l'avantage que leur confèrera à terme le MACF.

* Minier Q., Sourisseau S., Mari E., Pillet A. et Borde C., [Plan de transition sectoriel de l'industrie de l'acier en France](#), Ademe, 2024

Ce *resource shuffling* pourrait avoir des effets négatifs à la fois sur l'efficacité climatique du MACF (car il pourrait en résulter une baisse des émissions associées aux importations européennes, compensées par une hausse dans les pays-tiers) mais aussi sur les capacités de l'industrie européenne à transmettre les coûts de sa décarbonation dans les prix de vente à ses clients, pouvant entraîner des pertes de marchés pour les industriels européens.

C L'articulation de l'extension du MACF aux émissions indirectes et du fonctionnement du marché de l'électricité européen doit faire l'objet d'une vigilance particulière

Au sein de l'Union européenne, le prix de l'électricité inclut le coût des quotas SEQUE payés par les producteurs d'électricité (cf. Encadré 5) ce qui le renchérit par rapport aux pays sans tarification des émissions de GES. Selon le [rapport 2025 sur l'électricité de l'Agence internationale de l'énergie \(AIE\)](#), le prix de l'électricité dans l'UE pour les grands consommateurs industriels des secteurs énérgo-intensifs est globalement

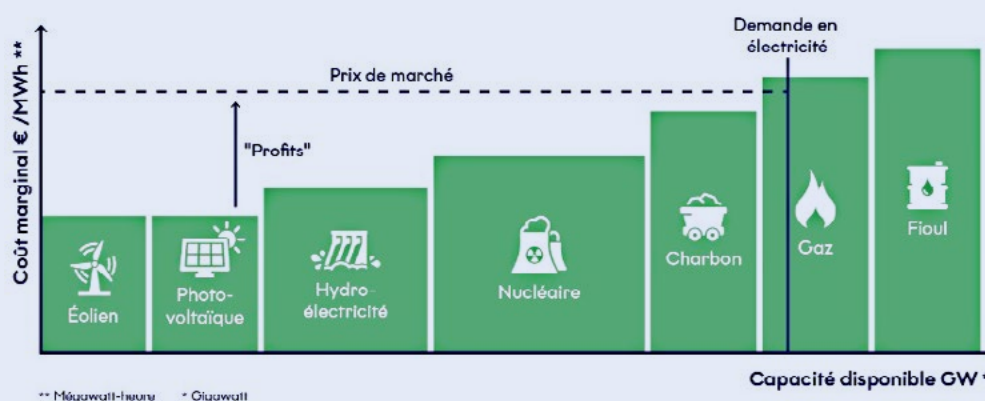
supérieur à celui de plusieurs pays concurrents, ce qui pèse sur leur compétitivité. La hausse attendue du prix du quota SEQE risque de maintenir voire aggraver cet écart car le producteur d'électricité marginal qui détermine le prix de l'électricité est souvent une centrale thermique.

ENCADRÉ 5 Fonctionnement du marché de l'électricité européen

Le prix de gros de l'électricité sur le marché « spot » européen est déterminé chaque jour pour le lendemain, pour chaque quart d'heure, par le coût variable de la dernière centrale appelée pour répondre à la demande. Les centrales sont mobilisées selon leurs coûts de production marginaux qui incluent le coût du carbone, les moins coûteuses en premier. Ainsi, si les productions d'électricité renouvelable et le nucléaire dont les coûts marginaux sont les plus faibles, sont suffisantes pour couvrir la consommation, les centrales utilisant des combustibles fossiles (charbon, gaz, fioul) ne sont pas mobilisées. Ce fonctionnement du marché « spot » de l'électricité permet ainsi d'assurer l'équilibre entre l'offre et la demande pour chaque période de 15 minutes par le biais d'un signal-prix qui minimise les coûts pour le système électrique.

Dans le cas illustré ci-dessous, des centrales à gaz sont appelées pour répondre à la demande et c'est la plus coûteuse d'entre elles qui va déterminer le prix d'équilibre sur le marché « spot » pour l'ensemble de l'électricité vendue à ce moment précis. Le prix de l'électricité inclut alors le coût des quotas que les centrales thermiques doivent rendre dans le cadre du SEQE. Le prix sur les marchés d'électricité à terme (souvent 2-3 ans), sur lesquels s'approvisionnent en partie les grandes entreprises, correspond à une anticipation des prix sur le marché « spot » et dépend donc également du coût des quotas carbone.

Figure 6: Formation du prix sur le marché de gros de l'électricité



Source: Toute l'Europe, [Energie : comment fonctionne le marché européen de l'électricité ?](https://www.touteleurope.eu/energie-comment-fonctionne-le-marche-europeen-de-l-electricite/) - [Touteleurope.eu](https://www.touteleurope.eu)

L'écart de prix de l'électricité engendré par le SEQE pourrait entraîner des fuites de carbone et une augmentation des émissions globales de GES, l'électricité étant particulièrement peu carbonée en France. Un renchérissement relatif de l'électricité par rapport aux combustibles

fossiles peut également représenter un frein à l'électrification et donc à la décarbonation de certains procédés industriels lorsque la substitution entre énergies est possible. A l'inverse, le maintien et le développement d'une industrie européenne électrifiée devrait contribuer à la fois au dynamisme de l'économie européenne et à la baisse globale des émissions de GES. En effet, en 2022, l'intensité moyenne des émissions de l'électricité européenne (0,25 tCO₂e/MWh) et tout particulièrement française (0,06 tCO₂e/MWh), est nettement inférieure à la moyenne mondiale (0,46 tCO₂e/MWh), (cf. Figure 7).

La compensation des coûts indirects (CCI) a été mise en place en complément du SEQE afin de réduire son impact négatif sur la compétitivité des industries grandes consommatrices d'électricité exposées au commerce international (cf. Encadré 6). En effet, les stratégies énergétiques des pays dans le domaine de la production de l'électricité étant globalement définies par les Etats, les industriels n'ont qu'une maîtrise limitée de leurs émissions indirectes, induites par leur consommation d'électricité (scope 2). Le rôle de la CCI est donc de prévenir le risque de fuite de carbone en réduisant le coût SEQE contenu dans le prix de l'électricité étant donné le fonctionnement spécifique du marché de l'électricité européen.

ENCADRÉ 6

La compensation des coûts indirects en France

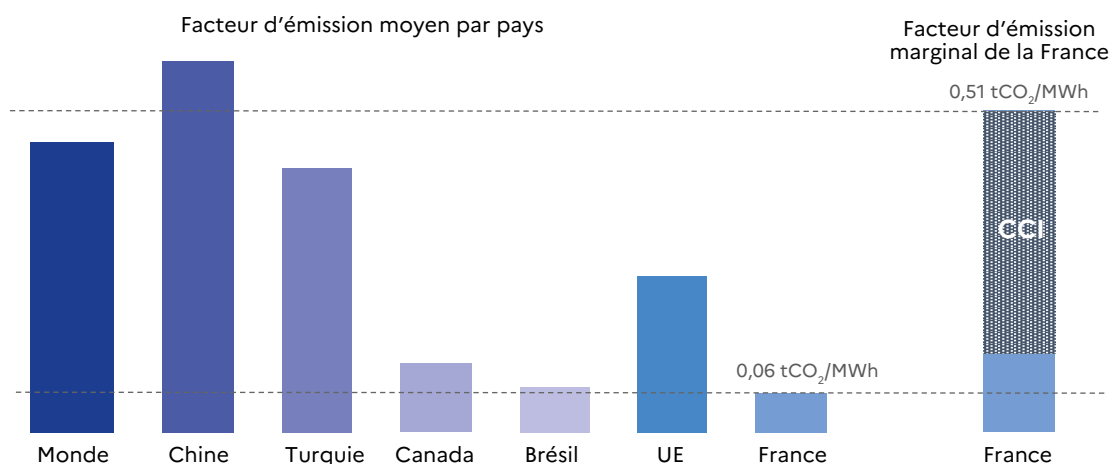
La compensation des coûts indirects (CCI) prend la forme d'une subvention qui couvre 75 % du coût du SEQE incorporé dans le prix de l'électricité. Elle reprend certains principes de l'attribution de quotas gratuits SEQE comme le fait d'utiliser un référentiel d'efficacité par produit pour déterminer le volume d'électricité pris en compte dans le calcul de la subvention. Ce dispositif vise ainsi à fournir aux entreprises industrielles des incitations à la recherche de l'efficacité énergétique. Le « reste à charge » du coût des émissions indirectes pour les bénéficiaires est toutefois plafonné à 1,5 % de leur valeur ajoutée. Presque 400 codes produits dans la production d'aluminium, d'acier, papier-carton, chimie inorganique de base, raffineries, etc. sont concernés pour un peu plus de 200 bénéficiaires.

En 2022, les quinze pays européens qui avaient mis en place une compensation des coûts indirects, généraient 82 % de la valeur ajoutée de l'industrie manufacturière européenne et regroupaient 87 % des entreprises industrielles. Dans certains des principaux secteurs bénéficiaires (chimie, aluminium, fonderie), la couverture par une CCI était d'environ 90 % de la valeur ajoutée européenne.

Comme indiqué précédemment, le MACF inclut une tarification des émissions indirectes relatives à la production de l'électricité consommée

pour le ciment et les engrais. Pendant la période transitoire, cette tarification s'est appuyée sur les facteurs d'émission moyens de la production d'électricité par pays. Or, au sein de l'Union européenne le prix de l'électricité – y compris composante carbone – est formé sur la base des émissions de la centrale marginale appelée à un instant donné. Et selon le pays, la différence entre les deux facteurs d'émission, moyen et marginal, peut être très significative. L'écart est ainsi très marqué pour la France avec des valeurs respectives en 2022 de 0,06 tCO₂e/MWh pour le facteur d'émission moyen et de 0,51 tCO₂e/MWh pour le marginal. Sans compensation, une tarification basée sur le facteur d'émission moyen pour les importations dans le cadre du MACF et marginal pour les fabricants européens sur marché de l'électricité européen, introduit donc une distorsion majeure de compétitivité entre la France et les pays exportateurs pour ces produits (cf. Figure 7).

Figure 7 : Comparaison des facteurs d'émission moyens de l'électricité avec le facteur d'émission marginal en France et la part couverte par la CCI



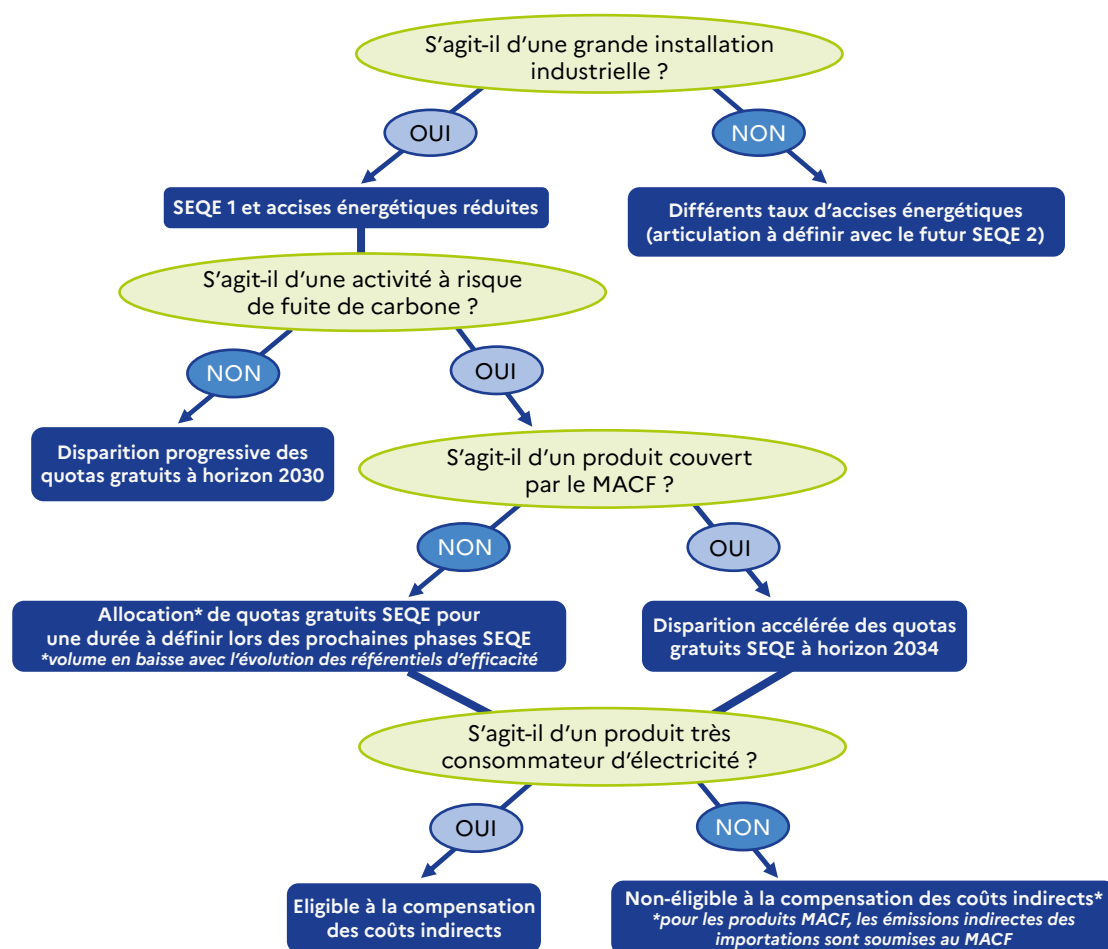
Source : Agence internationale de l'énergie, Emission factors 2024 ; Code de l'énergie, art. D122-14 (novembre 2025)

Actuellement, les émissions indirectes des produits couverts par la CCI (aluminium, sidérurgie et hydrogène) sont exclues du périmètre du MACF car les deux dispositifs ne sont pas cumulatifs afin d'éviter que les producteurs ne bénéficient d'une double protection. Il s'agit d'environ 300 codes douaniers de produits d'acier et d'aluminium, à la base des chaînes de valeur industrielles. En 2023, ils représentaient environ 3 Md€ d'importations françaises de pays hors Union européenne.

La mise à jour des lignes directrices des paramètres de la CCI prévue pour 2025 a été étendue par la Commission européenne pour inclure également le périmètre des secteurs éligibles afin de tenir compte de la hausse du prix quota SEQUE et de son impact croissant sur le prix de l'électricité. Ainsi, de nouvelles activités fortement consommatrices d'électricité et exposées au commerce international pourraient devenir

éligibles à la CCI à partir de 2026 afin d'éviter la fuite de carbone due à leur perte de compétitivité. A moyen terme, la question de l'inclusion généralisée des émissions indirectes liées à la production d'électricité dans le champ du MACF pourrait se poser. Avec la tarification actuelle dans le cadre du MACF et sur le marché de l'électricité, une telle extension pourrait entraîner un risque important pour la compétitivité d'un nombre croissant de producteurs français et européens très consommateurs d'électricité si elle n'est pas accompagnée de la mise en place de mécanismes adéquats.

Figure 8 : Schéma récapitulatif de l'articulation des principaux dispositifs de tarification carbone européens (2025)



Note : Le schéma présente les principes qui structurent les principaux dispositifs de tarification carbone. Il ne traite pas de façon exhaustive tous les aspects de leur fonctionnement.

Pour en savoir plus :

Agence internationale de l'énergie, *Electricity 2025 Analysis and forecast to 2027*, 2025

Dechezleprêtre A., Haramboure A., Kögel C., Lalanne G. et Yamano N., "Carbon Border Adjustments: The potential effects of the EU CBAM along the supply chain", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2025/02.

Gérardin M. et Ferrière S., « Décarbonation de l'acier et des métaux de base : envoyons les bons signaux », *La Note d'analyse* n°149, France Stratégie, 2025.

Gradeva M. et Dillies V., « France 2030 : une réponse économique aux enjeux de demain », *Les Thémas de la DGE*, n°5, 2022

Labrue L., Poirier L. et Bédier L., « L'action de l'Etat en faveur de la décarbonation de l'industrie », *Les Thémas de la DGE*, n°8, 2023

L'Heudé W., Chailloux M. et Jardi X., « Un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières de l'Union européenne », *Trésor-Eco*, n°280, 2021

Directeur de la publication: Thomas Courbe

Rédacteur en chef: Benjamin Nefussi - édition: Studio graphique/Sircom

ISSN: 2803-9254 - DGE - 61, bd Vincent Auriol, 75703 Paris Cedex 13

→ www.entreprises.gouv.fr

X    @DGEntreprises

#DGEntreprises