

UN PRIX-PLANCHER DU CARBONE POUR LE SECTEUR ELECTRIQUE : Quelles conséquences ?

Raphaël TROTIGNON, Boris SOLIER et Christian de PERTHUIS

Depuis avril 2013, le Royaume Uni a institué un prix-plancher du carbone pour le secteur électrique, au moyen d'une taxe différentielle qui s'ajoute au prix des quotas européens de CO₂ lorsque ce dernier est inférieur à la cible visée. L'idée a été évoquée d'introduire un mécanisme similaire en France, voire dans d'autres pays européens, en visant un prix de 30 €/tCO₂ quand le cours du quota de CO₂ n'est que de 8 euros.

Une telle mesure ne conduirait pas à des réductions de CO₂ additionnelles en Europe, mais à des transferts d'émission entre les acteurs soumis au plafond européen. Les électriciens concernés par le prix-plancher augmenteraient leurs réductions et libéreraient des quotas pouvant être utilisés par les autres acteurs. Les simulations effectuées à partir du modèle ZEPHYR permettent d'en décrire les principales caractéristiques :

- ◆ **En France, un prix-plancher du carbone de 30 €/tCO₂ pourrait réduire les émissions d'environ 2 MtCO₂** par an en fonction du contexte économique, de l'évolution des capacités de production et de la demande électrique. Cette baisse est bien plus faible que celle pouvant être atteinte en Allemagne avec un dispositif similaire, soit environ 13 MtCO₂.
- ◆ **Appliquée uniquement à la France, la mesure aurait un effet quasi-invisible sur l'équilibre offre-demande de quotas de CO₂.** En revanche, si tous les pays européens mettaient en place un mécanisme similaire, l'impact sur la demande serait significatif et prix du quota pourrait fortement baisser. Nos estimations montrent une réaction possible de l'ordre de 1€ pour chaque 10 Mt de réduction additionnelle.
- ◆ **L'existence d'un double prix du carbone conduirait à diminuer l'efficacité économique du système de tarification du carbone.** Pour une même réduction globale des émissions, le mécanisme mobiliserait des réductions dont le coût est supérieur au prix du quota de CO₂. Pour limiter les distorsions, le prix-plancher du carbone devrait s'appliquer à l'ensemble des secteurs et des pays sans distinctions.
- ◆ **L'introduction d'un prix-plancher unilatéral en France aurait un impact sur l'équilibre du marché électrique d'Europe de l'Ouest du fait des interconnexions existantes.** Le coût de production de l'électricité française d'origine fossile serait renchéri ce qui devrait conduire à substituer à la production thermique française des importations d'électricité de l'étranger, principalement d'Allemagne.
- ◆ **L'EU ETS étant par nature un mécanisme de marché, si l'objectif poursuivi est de renforcer le signal prix émanant de ce système, ceci devrait passer *in fine* par une restriction de l'offre de quotas.**

Raphaël TROTIGNON, Boris SOLIER et Christian de PERTHUIS sont économistes à la Chaire Economie du Climat.

This page is intentionally blank - Cette page est laissée vide intentionnellement

Un prix-plancher du carbone pour le secteur électrique :

Quelles conséquences ?

Raphaël Trotignon, Boris Solier et Christian de Perthuis

La mesure proposée vise à porter le prix du carbone de 8 €/tCO₂ à 30 €/tCO₂ pour la production d'électricité en France

Le secteur de la production d'électricité de l'Union Européenne est déjà couvert depuis 2005 par un système de d'échange de quotas de CO₂ (appelé EU ETS) qui associe un coût aux émissions de CO₂ générées par les sources carbonées (charbon, pétrole, gaz). Plus ce coût supplémentaire sera élevé, plus il va inciter les producteurs d'électricité à substituer à court terme les moyens de productions les plus carbonés par des sources moins carbonées.

Après avoir oscillé autour de 20-25 €/tCO₂ entre 2005 et 2008, le prix du carbone émanant de l'EU ETS a fortement baissé suite au changement de contexte économique de l'après 2008¹. Le prix du quota se situe aujourd'hui autour de 8 €/tCO₂. A ce niveau de prix du carbone, les incitations à décarboner le mix électrique à court terme sont faibles, voire inexistantes. Etant donné les niveaux actuels du prix des énergies, le prix du carbone rentabilisant à court terme le passage du charbon au gaz se situe davantage aux alentours de 45 €/tCO₂ (voir Annexe 1).

Dans ce contexte, la ministre de l'environnement a indiqué réfléchir à l'instauration d'un « prix-plancher du carbone » pour le secteur de la production d'électricité en France².

Mesurer les conséquences sur le marché carbone européen (EU ETS) et le marché de l'électricité d'Europe de l'Ouest à l'aide du modèle ZEPHYR

Le mécanisme évoqué serait une taxe variable venant s'ajouter au prix du quota carbone pour le porter de 8 €/tCO₂ à 30 €/tCO₂ pour le secteur électrique, et ne concernerait pas les autres secteurs industriels couverts par le système de quotas. Ce dispositif serait similaire à celui mis en place au Royaume Uni depuis 2013, qui a porté le prix du carbone pour la production d'électricité domestique à environ 25 €/tCO₂ en 2015³.

Afin de mesurer les conséquences possibles, nous utilisons le modèle ZEPHYR développé à la Chaire Economie du Climat. Le module ZEPHYR-Elec permet de représenter l'équilibre offre demande de court-terme du système électrique d'un pays, en particulier le mix technologique et les émissions de CO₂ associées, en fonction de la demande horaire, des capacités de production installées, des prix des énergies et du prix du carbone. En faisant varier le prix du carbone considéré dans les scénarios, le modèle permet de construire la relation entre le niveau de prix du CO₂ et les émissions du secteur électrique.

Le module ZEPHYR-EU ETS, permet de représenter l'équilibre offre-demande de quotas de CO₂ sur l'EU ETS en fonction des émissions et des coûts de réduction des différents secteurs

¹ Voir « La réforme de l'EU ETS dans le Paquet Energie Climat 2030 », Chaire Economie du Climat, Policy Brief n°2014-01.

² Discours d'ouverture de Ségolène Royal au colloque de l'UFE. « Pourquoi pas, en France et pour avancer dans le bon sens, un prix-plancher du quota de CO₂ pour le secteur électrique ? Cela aiderait à baisser nos émissions de gaz à effet de serre et permettrait de réduire utilement la durée de fonctionnement de nos centrales à charbon tout en gardant un fonctionnement de marché ».

³ Voir HM Revenue & Customs, 2014.

qui égalisent les coûts marginaux de réduction d'émissions avec le prix du quota de CO₂ auquel ils se trouvent confrontés. Il permet donc de représenter la réaction du prix du quota de CO₂ à une variation de la demande émanant du secteur électrique.

L'utilisation conjointe de ces deux modules permet par conséquent d'estimer les effets induits par la fixation d'un prix-plancher du carbone en France ou en Europe.

1/ Effet d'un prix du carbone à 30 €/tCO₂ sur les émissions du secteur électrique : analyse sur 2005-2012 en France, Allemagne, Royaume-Uni et Pologne

Un premier éclairage peut être apporté en s'intéressant à ce qu'aurait provoqué un prix du carbone à 30 €/tCO₂ sur la période 2005-2012. Notre analyse porte sur quatre pays : la France, l'Allemagne, le Royaume Uni et la Pologne, représentant environ 55% des émissions du secteur électrique européen couvert par l'EU ETS. Cet exercice néglige les ajustements qui pourraient avoir lieu du fait de l'interconnexion des marchés électriques entre ces pays en faisant l'hypothèse que le solde des imports/exports d'électricité des pays considérés demeure inchangé.

Les résultats suggèrent que l'effet d'un prix du carbone à 30 €/tCO₂, sur la période 2005-2012, est une baisse des émissions de CO₂ du secteur électrique des quatre pays considérés de l'ordre de 36 MtCO₂ par an en moyenne. Le potentiel de réduction apparaît être plus important au Royaume Uni et en Allemagne, qui disposent de plus grandes capacités installées de gaz et de charbon. En France, de même qu'en Pologne, le potentiel de réduction semble très faible, de l'ordre de 2 Mt de réductions par an. La Pologne dispose d'importantes capacités de production à base de charbon mais détient relativement peu de centrales à gaz. En France, le faible potentiel s'explique davantage par la relative faiblesse des capacités de production thermiques installées.

Ces chiffres ont été obtenus à partir des prix des énergies observés, des capacités de production installées et de la demande nette d'électricité sur la période 2005-2012. Ils pourraient varier en prenant en compte des données plus récentes. C'est l'objet de la section suivante.

2/ Effet d'un prix du carbone à 30 €/tCO₂ sur les émissions françaises en 2013 et 2014

Nous utilisons ici les données pour les années 2013 et 2014⁴. Comme l'indique le bilan annuel du gestionnaire de réseau de transport (RTE), avant même la prise en compte d'un prix du carbone, la filière charbon française est actuellement particulièrement touchée par l'évolution des normes environnementales⁵. Sept centrales, pour un total de 2,1 GW, ont ainsi fermé en 2013, et huit autres, pour un total de 1,9 GW, vont fermer d'ici à la fin de l'année 2015. Cette baisse des capacités de charbon va donc mécaniquement diminuer le potentiel de réduction associé à l'existence d'un prix-plancher du carbone par rapport à la période 2005-2012.

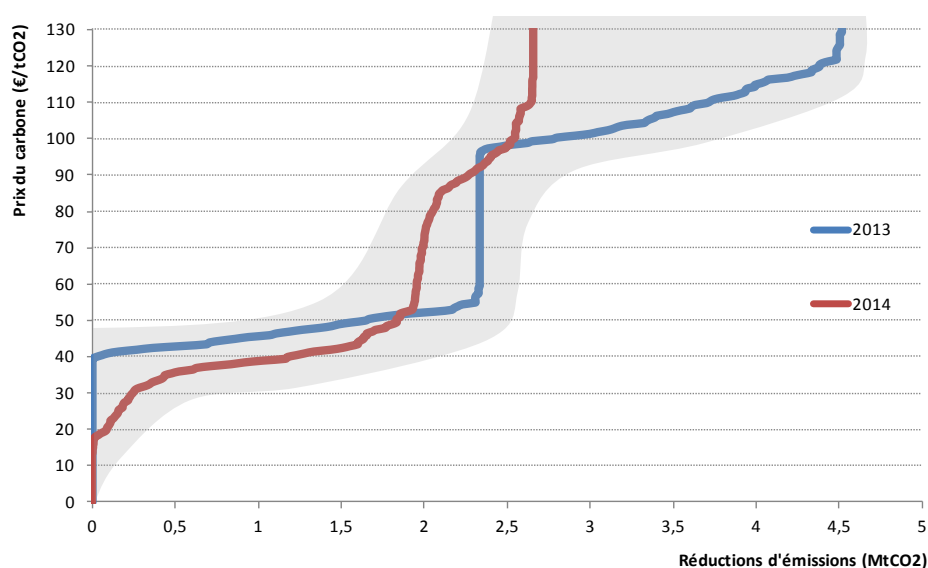
La figure ci-dessous présente les relations entre prix du carbone et réduction des émissions obtenues en 2013 et 2014 pour le secteur électrique en France. Avec un prix-plancher à 30 €/tCO₂ nos simulations font apparaître un impact nul sur les réductions d'émission en 2013,

⁴ Sources : RTE (capacités installées, demande, imports/exports) et ICE (prix des énergies et du carbone).

⁵ La directive environnementale GIC (grandes installations de combustion) fixe aujourd'hui les normes à respecter en termes d'émissions de polluants, notamment par les centrales thermiques de production d'électricité. Elle est en vigueur jusqu'au 31 décembre 2015, date à laquelle elle sera remplacée par la directive IED, fixant des seuils et des normes plus contraignants.

et un impact de l'ordre de 250 000 tCO₂ en 2014. Dans les deux cas, des réductions plus importantes seraient obtenues avec un prix-plancher de l'ordre de 50 €/tCO₂.

Relation entre le prix du carbone et les réductions d'émission pour le secteur électrique en France, en 2013 et 2014



Source : Chaire Economie du Climat, modèle ZEPHYR-Elec

Si on considère que le maximum de réduction d'émission pourrait être obtenu en retirant la totalité de la production d'électricité à partir des centrales à charbon, le potentiel serait d'environ 8 MtCO₂ en 2014. Cela dit, le modèle montre que ce maximum théorique n'est pas réalisable à l'aide d'un prix du carbone seulement, puisque même à un niveau de 130 €/tCO₂, le charbon n'a pas été substitué en totalité. La raison principale est qu'à certaines heures, la demande d'électricité est telle que l'ensemble des moyens de production domestique doit être mobilisé. Or, sans modifications des échanges aux frontières, il n'apparaît pas possible de réduire davantage le recours au charbon puisque toutes les capacités de gaz sont déjà utilisées.

3/ Effet sur le marché européen des quotas de CO₂ d'un prix-plancher du carbone à 30 €

Le secteur électrique européen est couvert, aux côtés d'autres secteurs industriels comme la production d'acier et de ciment, par le système européen d'échange de quotas de CO₂ (EU ETS). Ce système fixe un plafond global aux émissions de CO₂ par l'intermédiaire de quotas échangeables, disponibles en quantité fixe et limitée. La mise en place d'un prix-plancher du carbone à un niveau supérieur au prix observé actuellement sur l'EU ETS (environ 8 €/tCO₂) va avoir plusieurs conséquences.

Les réductions d'émissions additionnelles induites par le prix-plancher du carbone vont tendre à diminuer la demande de quotas du secteur électrique. Ces quotas libérés par les électriciens soumis à la taxe vont être rendus disponibles pour les autres acteurs. Il en résultera une baisse du prix d'équilibre du quota de CO₂ sur le marché dont l'intensité dépendra des coûts de réduction des émissions de ces acteurs.

A partir de l'estimation des courbes marginales d'abattement de ces acteurs utilisées dans le modèle ZEPHYR, notre estimation suggère une baisse de l'ordre de 1€ par tonne de CO₂ pour chaque 10 MtCO₂ libérés par l'introduction du prix plancher. Cette mesure, appliquée au seul cas français, ne provoquerait donc qu'une baisse très faible du prix du quota sur le

marché. La généralisation de la mesure à l'ensemble de l'Union Européenne risquerait de déstabiliser plus profondément l'équilibre du marché.

Ces simulations sont faites en supposant que l'introduction d'un prix plancher du CO₂ pour les électriciens ne modifie pas les anticipations des acteurs et notamment les comportements de « banking ». Ceci permettrait de modérer la baisse du prix précédemment décrite.

4/ Effet sur le marché de l'électricité interconnecté de l'Europe de l'Ouest

Les marchés électriques sont de plus en plus interconnectés, et le prix de l'électricité sur les marchés de gros reflète la très grande majorité du temps les coûts marginaux de production de court terme au niveau de la zone Europe de l'Ouest interconnectée, qui incorporent le prix du carbone. Ainsi l'établissement d'un prix-plancher du carbone au sein d'un pays va modifier le prix d'équilibre sur les marchés de gros de l'électricité, et potentiellement changer la contribution des différentes sources de production mobilisées pour satisfaire la demande au sein des autres pays.

Au niveau du marché français tout d'abord, la mesure aura pour principal effet de renchérir le coût de production de l'électricité d'origine fossile. La mise en place d'un prix-plancher est donc susceptible d'augmenter le prix sur le marché de gros lorsque ce dernier est déterminé par une centrale thermique française. Les analyses de la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) montrent que le prix sur le marché de l'électricité en France reflète environ 10% du temps le coût de production des centrales nucléaires et plus de la moitié du temps celui des centrales situées à l'étranger. En d'autres termes, l'impact sur les prix de marché en France devrait être relativement faible.

Dans l'hypothèse où la mesure serait appliquée de manière unilatérale à la France, elle conduirait par ailleurs à renchérir le coût de production de l'électricité française par rapport à celui des autres pays qui font face à un prix du carbone plus faible. Historiquement, la France est en situation de surcapacité de production une grande partie de l'année et est globalement exportatrice nette d'électricité. Avec la mise en place d'un prix-plancher du carbone, il est probable que la production thermique française soit substituée par des importations croissantes d'électricité, ce qui conduirait à réduire le solde exportateur net du pays. Les parcs de production des principaux pays limitrophes étant en moyenne plus carbonés que celui de la France, la mise en place d'un prix-plancher du carbone ne se traduira pas nécessairement par une baisse des émissions de CO₂ associées à la consommation d'électricité en France.

Références

CRE, 2014, « Rapports de surveillance des marchés de gros de l'électricité 2013-2014 », <http://www.cre.fr/marches/marche-de-gros/rapports-de-surveillance>

De Perthuis, C. et Trotignon, R., 2014, "Governance of CO₂ markets: Lessons from the EU ETS", Energy Policy 75 (2014), p100–106, November 2014, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421514003322>

Goulder, L. H., 2013, "Markets for tradable pollution allowances: what are the (new) lessons?", Journal of Economic Perspectives, 27(1), 87–102, Winter 2013, <http://web.stanford.edu/~goulder/Papers/Published%20Papers/Markets%20for%20Pollution%20Allowances%20-%20JEP%20Winter%202013.pdf>

HM Revenue & Customs, 2014, "Carbon price floor: reform and other technical amendments", Business tax – policy paper, March 2014, https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/293849/TIIN_6002_7047_carbon_price_floor_and_other_technical_amendments.pdf

RTE, 2014, « Bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande d'électricité en France », p94, http://www.rte-france.com/sites/default/files/bilan_complet_2014.pdf

Solier, B., 2014, « Une analyse économique et ex-post des effets du prix du carbone sur le secteur électrique européen », Thèse de doctorat, Université Paris-Dauphine, Juin 2014, <https://drive.google.com/open?id=0BxZbGkCE9mqvNUk2bW1aaGMwTk0>

Trotignon, R., 2012, "In Search of the Carbon Price. The European CO₂ Emission Trading Scheme: From ex ante and ex post analysis to the projection in 2020", Thèse de doctorat, Université Paris-Dauphine, Octobre 2012, <http://www.chaireeconomieduclimat.org/wp-content/uploads/2015/07/13-12-TROTIGNON-PHD-THESIS.pdf>

Trotignon, R., Gonand, F. et De Perthuis, C., 2014, « La réforme de l'EU ETS dans le Paquet Energie Climat 2030 : Premières leçons à partir du modèle ZEPHYR », Policy Brief n°2014-01 de la Chaire Economie du Climat, Janvier 2014, <http://www.chaireeconomieduclimat.org/wp-content/uploads/2015/06/14-03-07-Policy-Brief-2014-01-FR-v2.pdf>

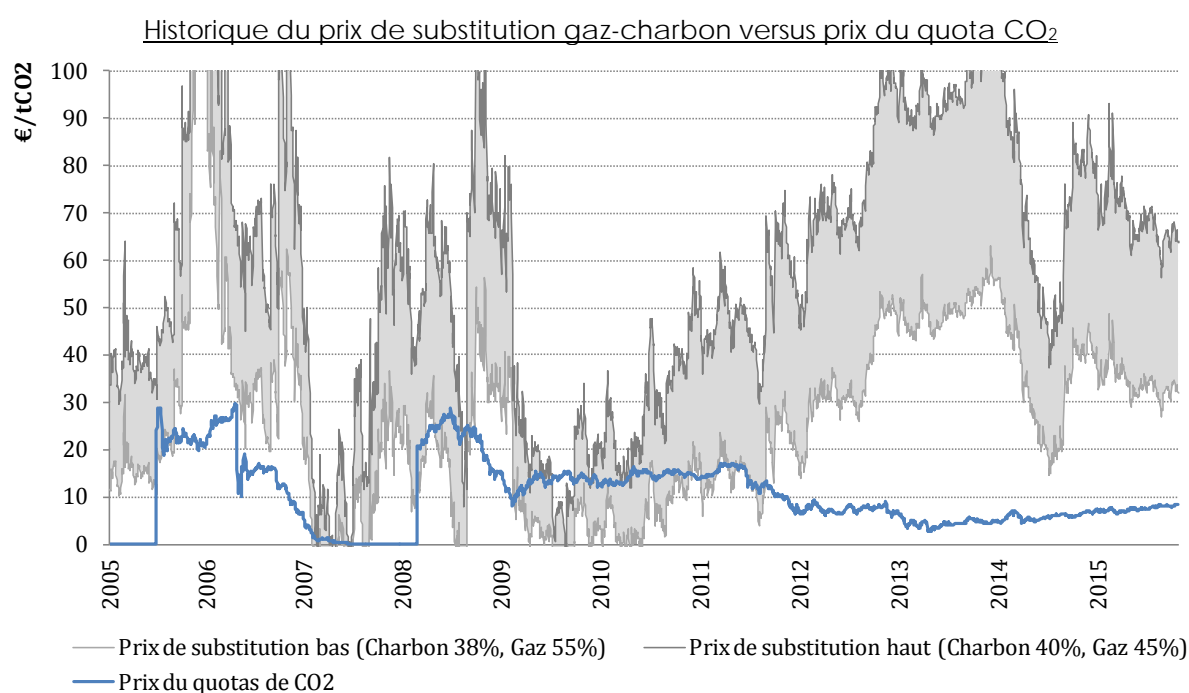
Trotignon, R., Juvet, P-A., Solier, B., Quemin, S. et Elbeze, J., 2015, « European carbon market: lessons on the impact of a market stability reserve using the Zephyr model », Working Paper n°2015-11 de la Chaire Economie du Climat, Octobre 2015, <http://www.chaireeconomieduclimat.org/wp-content/uploads/2015/10/15-10-Cahier-R-2015-11-Trotignon-et-al.pdf>

Annexe 1 : Prix de substitution gaz-charbon et prix du carbone

Sans prendre en compte le prix du carbone, la production d'électricité à partir de charbon est en général plus rentable que celle à partir de gaz. L'existence d'un prix du carbone va modifier cette rentabilité relative, en renchérissant davantage le recours au charbon puisqu'il est plus émetteur que le gaz pour une même quantité d'électricité produite. Le prix de substitution gaz-charbon représente le niveau du prix du carbone à partir duquel l'inversion se produit, c'est-à-dire lorsqu'il devient économiquement rentable de substituer à court terme des centrales à charbon par des centrales à gaz. Il est déterminé à partir du prix des combustibles, des différences de rendements thermiques et de facteurs d'émission de ces technologies.

Il est possible de considérer différentes valeurs d'efficacité thermique dans le calcul du prix de substitution, représentant différentes performances des technologies considérées. Cela revient à déterminer les bornes inférieures et supérieures du prix de substitution, correspondant à la permutation entre la centrale à gaz la plus performante et la centrale à charbon la moins performante (prix théorique bas) et réciproquement, entre la centrale à gaz la moins performante et la centrale à charbon la plus performante (prix théorique haut). Lorsque le prix du carbone observé sur l'EU ETS se situe entre ces deux bornes (cf. dans la zone grise de la figure ci-dessous), cela signifie qu'il existe au moins une substitution gaz-charbon qui soit économiquement rentable.

Il convient de noter que la comparaison entre le prix de substitution et le prix du carbone observé indique uniquement à quel moment la substitution peut se produire. En revanche, la quantité qui pourra effectivement être substituée dépendra du taux d'utilisation des centrales à gaz et au charbon. Lorsque les centrales à charbon ne sont pas mobilisées ou que les centrales à gaz ne sont pas disponibles, la substitution ne peut pas avoir lieu même si elle serait économiquement rentable.



Source : calculs des auteurs d'après données ICE Futures et Bluenext

Aide à la lecture : la figure ci-dessus représente l'évolution de la zone de substitution gaz-charbon déterminée à partir d'une efficacité de la centrale à charbon respectivement égale à 38% pour la borne inférieure et 40% pour la borne supérieure, et d'une efficacité de la centrale à gaz respectivement égale à 55% et 45%. Il apparaît ainsi qu'à partir de la fin 2011, le prix du carbone en Europe est trop faible pour inciter les producteurs à produire à partir des centrales à gaz plutôt que des centrales au charbon. Il faudrait aujourd'hui un prix supérieur à 30 €/tCO₂ pour que les centrales à gaz commencent à être plus rentables.