

Juin 2024

## Accélérer l'électrification de l'industrie grâce à la mise en place d'une aide au fonctionnement

Trois quarts de la consommation d'énergies à usage énergétique dans l'industrie est dédiée à la production de chaleur et reste majoritairement produite à partir de combustibles fossiles. **L'UFE a récemment publié un rapport qui détaille le rôle de premier plan que les solutions électriques bas carbone jouent en la matière et dans lequel elle recommande de mettre en place des aides au fonctionnement**, en complément des aides aux investissements, pour les entreprises qui permettent de rendre les énergies bas-carbone comme l'électricité compétitives par rapport aux énergies fossiles (par exemple les contrats carbone pour différences), et pouvant être bonifiées en cas de flexibilisation de ces nouveaux usages<sup>1</sup>.

En effet, l'ensemble des mécanismes de soutien de France Relance et de France 2030 permettent effectivement d'accélérer la décarbonation de l'industrie, cependant ils soutiennent insuffisamment l'électrification des procédés et de la chaleur. La mise en place d'un mécanisme de soutien adapté aux solutions électriques (de type aide au fonctionnement) apparaît nécessaire pour permettre la diffusion des pompes à chaleur à très haute température, des fours et des chaudières électriques et apporter ainsi la visibilité nécessaire aux investissements. En outre, le soutien à la décarbonation de projets industriels vise également des objectifs de politique de long terme, avec **l'émergence d'une filière française et européenne d'offres de solutions pour la décarbonation à l'industrie**. Les technologies développées dans ce cadre pourraient également être cruciales pour développer de nouveaux marchés exports, et faciliter et accélérer la transition climatique de l'industrie au-delà des frontières de l'Union européenne.

**L'UFE revient dans cette note sur les raisons qui rendent nécessaire la mise en place d'une aide au fonctionnement pour décarboner le tissu industriel français, et propose un dispositif de soutien en ce sens.**

---

<sup>1</sup> UFE, « Mettre en œuvre la planification de la décarbonation de l'industrie », avril 2024

*L'ensemble des éléments présentés dans cette présente note ont également vocation à alimenter les réflexions de la DGE qui, en partenariat avec l'ADEME et la DGEC et dans le cadre du plan France 2030, a soumis à consultation publique un projet de cahier des charges préfigurant un futur appel d'offres destiné à financer de grands projets de décarbonation dans l'industrie, notamment des projets d'électrification des sites industriels les plus émetteurs. La contribution détaillée de l'UFE à cette consultation publique est également à retrouver sur son site internet.*

## **I. Un contexte économique défavorable à l'électrification de la chaleur industrielle**

En 2018 environ un tiers des chaudières à gaz utilisées dans l'industrie avaient plus de 35 ans<sup>2</sup>. **Compte tenu du rythme de renouvellement des équipements industriels et de leur âge, il est essentiel de ne pas manquer les occasions de renouvellement sous peine de verrouiller l'utilisation de solutions fossiles pendant de nombreuses années.**

En ce sens, différentes solutions électriques sont d'ores et déjà matures, pour une large gamme de températures. La substitution des 75 TWh de vapeur produite actuellement par des chaudières fossiles repose sur la combinaison de trois technologies : la substitution par des chaudières biomasse (pour environ 13 à 37 TWh et au gisement limité), par des pompes à chaleur à très haute température (PAC THT, pour environ 15 TWh) et des chaudières électriques (entre 23 et 45 TWh)<sup>3</sup>. Les PAC THT peuvent jouer un rôle jusqu'à 150°C tandis que les chaudières électriques sont adaptées pour les températures supérieures. Les fours électriques n'ont quant à eux pas vocation à produire de la vapeur et ne s'adressent donc pas aux mêmes segments que les chaudières électriques ou que les PAC THT.

De plus, au-delà de leur caractère bas-carbone, les solutions électriques offrent plusieurs avantages comme l'absence d'émission de polluants nocifs sur le site, la faible occupation de surface au sol et leur pilotabilité. Pourtant, le déploiement des solutions électriques dans l'industrie ne décolle pas en France, principalement du fait des écarts de compétitivité avec les solutions gaz. **En effet, la prédominance des chaudières fossiles dans l'industrie s'explique par leurs faibles coûts de fonctionnement par rapport aux technologies électriques de décarbonation.** À titre d'exemple, les coûts d'investissements d'une chaudière à gaz et d'une chaudière électrique ne représentent que moins de 1 % de leurs coûts globaux respectifs : l'arbitrage économique entre ces deux solutions repose donc sur le poids des coûts de fonctionnement. **L'écart de prix entre le gaz et l'électricité, en défaveur de cette dernière, est à l'origine de ce déséquilibre entre les différents coûts de fonctionnement.**

**Face à ce constat deux principales solutions peuvent être envisagées. La première est de nature**

---

<sup>2</sup> EDF

<sup>3</sup> Données CEREN 2018, calculs EDF

**réglementaire et consiste en une interdiction progressive des solutions fossiles.** Or, le secteur industriel étant particulièrement soumis à la concurrence internationale, cette mesure risque de dégrader la compétitivité des entreprises et *in fine* d'engendrer la fermeture d'usines ou la délocalisation vers des pays aux normes environnementales moins élevées (avec un effet négatif sur les émissions mondiales). De plus, cet impact serait contraire à l'objectif de préserver une base industrielle en France pour des enjeux de souveraineté et d'emplois. La mise en place d'un tel levier réglementaire pourrait plutôt être envisagée au niveau européen, de façon progressive et coordonnée entre États membres, avec des mesures de protections associées aux frontières de l'UE<sup>4</sup>.

**Le deuxième levier est de nature économique et vise à combler l'écart de coût d'achat et d'utilisation entre la solution bas carbone mise en place et la solution fossile de référence.** En ce sens, plusieurs dispositifs d'aides à l'investissement existent d'ores et déjà. En témoigne notamment la récente aide d'État d'un montant de 4 Md€ qui vient d'être autorisée par la Commission européenne le 24 mai 2024 et qui vise notamment à soutenir les investissements dans l'électrification des procédés industriels (subvention directe jusqu'à 30 % des coûts d'investissement, réduction d'au moins 40 % des émissions)<sup>5</sup>. Cette aide d'État fait suite à la consultation publique de février 2022 portant sur la décarbonation de l'industrie, dans le cadre de France 2030. Cependant ces aides à l'investissement initial présentent deux principaux inconvénients : (i) elles ne permettent pas aux entreprises de sécuriser leur rentabilité sur le moyen et long-terme, par exemple en cas d'évolution des prix du CO<sub>2</sub>, et (ii) elles ne permettent pas non plus à l'Etat de s'assurer de l'adéquation entre le montant de l'aide versée et le besoin de l'entreprise pour mener ce projet, et donc de l'efficacité maximale de l'utilisation des crédits publics.

**Par conséquent, un soutien ciblé sur les coûts de fonctionnement s'avère essentiel afin de réduire les risques liés aux dépenses d'exploitation. Une telle aide pourrait être rapidement mise en œuvre à l'échelle nationale, par exemple selon les modalités proposées ci-dessous.**

## II. Vers la mise en place d'une aide au fonctionnement adaptée pour l'industrie

### 1. Analyse du cadre européen

**Le cadre réglementaire européen n'interdit pas l'instauration d'une aide au fonctionnement pour l'électrification de la chaleur industrielle.** En effet, selon les nouvelles lignes directrices concernant les aides d'Etat au climat, à la protection de l'environnement et à l'énergie<sup>6</sup> : « *Les aides au fonctionnement en faveur de la production de chaleur peuvent être jugées compatibles dans la*

---

<sup>4</sup> A noter cependant que des zones industrielles interdisant l'utilisation de gaz fossile existent en Belgique et aux Pays-Bas (EDF).

<sup>5</sup> [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip\\_24\\_2785](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_24_2785)

<sup>6</sup> Commission européenne, Lignes directrices concernant les aides d'État au climat, à la protection de l'environnement et à l'énergie pour 2022 (2022/C 80/01)

mesure où les surcoûts d'exploitation nets (par rapport à un scénario contrefactuel) contribuent à la réalisation d'avantages environnementaux (tels que la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et d'autres pollutions par rapport à d'autres solutions de chauffage) ». L'octroi d'une telle aide devrait par ailleurs être assuré via une procédure de mise en concurrence des projets éligibles et tenir compte par ailleurs des solutions de décarbonation alternatives.

## 2. Les aides au fonctionnement existantes

En France, une aide au fonctionnement a été notifiée à la Commission européenne en 2022 dans le cadre du Fonds Décarbonation de l'appel à projets BCIAT (Biomasse Chaleur pour l'Industrie, l'Agriculture et le Tertiaire) de France 2030. Cette aide est réservée aux projets biomasse dont la production thermique est supérieure à 12 000 MWh par an et qui visent notamment à alimenter en chaleur des procédés d'industries manufacturières. Versée annuellement sur une période de 15 ans, l'aide permet au bénéficiaire ayant installé une chaudière biomasse de bénéficier d'une rentabilité équivalente à une chaudière gaz, y compris en cas d'évolution des prix du CO<sub>2</sub> et du gaz, limitant ainsi le risque d'un tel investissement<sup>7</sup>. **Cette aide a été validée en février 2024 par la Commission européenne, aussi aucun retour d'expérience n'a pu être réalisé à ce stade.**

Au sein de l'Union européenne, l'Allemagne a lancé en mars 2024 un plan de soutien à la décarbonation de son industrie lourde. Ce plan consiste en un contrat carbone pour différence (CCfD, cf. infra) qui sera contractualisé avec les sites industriels lauréats des appels d'offres. Un contrat sur 15 ans sera alors signé : si durant cette période, la production issue des techniques moins polluantes devient plus rentable que la production conventionnelle, notamment parce que le prix de la tonne de CO<sub>2</sub> sur le marché européen s'est envolé, les entreprises rembourseront à l'État une partie des aides<sup>8</sup>.

## 3. Le contrat carbone pour différence (CCfD)

### a. Limites du système EU-ETS

Mis en place en 2005, le mécanisme ETS concerne les émissions de 11 500 installations industrielles les plus émettrices, responsables de près de 45 % des émissions de CO<sub>2</sub> de l'UE. Les principaux secteurs concernés sont la production d'électricité et de chaleur ainsi que l'industrie lourde (raffineries, production d'acier, de ciment, de produits chimiques, d'aluminium, de verre, de céramique, de papier-carton...). **L'ETS affecte un prix explicite à l'externalité négative que constituent les émissions de CO<sub>2</sub>, ce qui permet d'activer les actions de réduction d'émissions par ordre de préséance économique.** Cette approche est d'autant plus pertinente et indispensable que les cibles climatiques sont rehaussées : au regard du coût macroéconomique significatif que génère la transition, il est ainsi prioritaire d'en optimiser le coût.

---

<sup>7</sup> France 2030, consultation publique sur la décarbonation de l'industrie, février 2022

<sup>8</sup> <https://www.lefigaro.fr/flash-eco/l-allemande-lance-un-plan-de-soutien-a-la-decarbonation-de-son-industrie-lourde-20240312>

Compte tenu de l'ampleur des objectifs européens pour 2030, le marché du carbone présente cependant des limites.

**Tout d'abord, le niveau de la tonne de CO<sub>2</sub> n'est pas suffisamment élevé pour rendre attractif le déploiement de solutions électriques.** Ces derniers mois, le prix du CO<sub>2</sub> sur l'ETS s'est très nettement replié, en touchant un point bas, à un peu plus de **50 €/tCO<sub>2</sub>** en février. Cette baisse s'explique en partie par une contraction de la demande de quotas liée aux fondamentaux (températures clémentes durant l'hiver et ralentissement de l'activité industrielle du fait de la crise énergétique), mais aussi en grande partie par des comportements financiers d'anticipation. Par ailleurs, la commission Européenne a choisi de financer à hauteur de 20 milliards d'euros le plan REPower EU (visant à renforcer les objectifs de décarbonation en 2030) en mettant sur le marché de manière anticipée entre juillet 2023 et août 2026 des permis d'émissions de la réserve de stabilité, qui sont donc à court terme autant d'autorisation à émettre du CO<sub>2</sub>. Cette augmentation de l'offre de permis entraîne un impact baissier sur le prix de la tonne de CO<sub>2</sub>. Or, les prix du CO<sub>2</sub> utilisés pour l'étude d'impact conduite par la Commission européenne, dans le cadre de sa proposition pour la cible climatique 2040<sup>9</sup> se situent entre 160 et 290 €/tCO<sub>2</sub> en 2040, et 470 €/tCO<sub>2</sub> en 2050.

En regard, **les solutions électriques permettent une décarbonation profonde dont le coût d'abattement à l'horizon 2030 est moins élevé que la valeur tutélaire issue du rapport Quinet de 2019, de 250 €/tCO<sub>2eq</sub>.** Cela signifie que les solutions disponibles et matures pour décarboner l'économie sont pertinentes du point de vue de la collectivité et devraient être engagées sans tarder<sup>10</sup>. En ce sens il est nécessaire de mettre en place des mesures permettant de lever les principaux verrous.

---

<sup>9</sup> Annexe 6 de l'Etude d'impact de la Commission, publiée le 6 février (Table 4, page 43 de l'Annexe 6) : [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:6c154426-c5a6-11ee-95d9-01aa75ed71a1.0001.02/DOC\\_2&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:6c154426-c5a6-11ee-95d9-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_2&format=PDF)

<sup>10</sup> RTE, "Futurs énergétiques 2050 - Chapitre 11", février 2022.

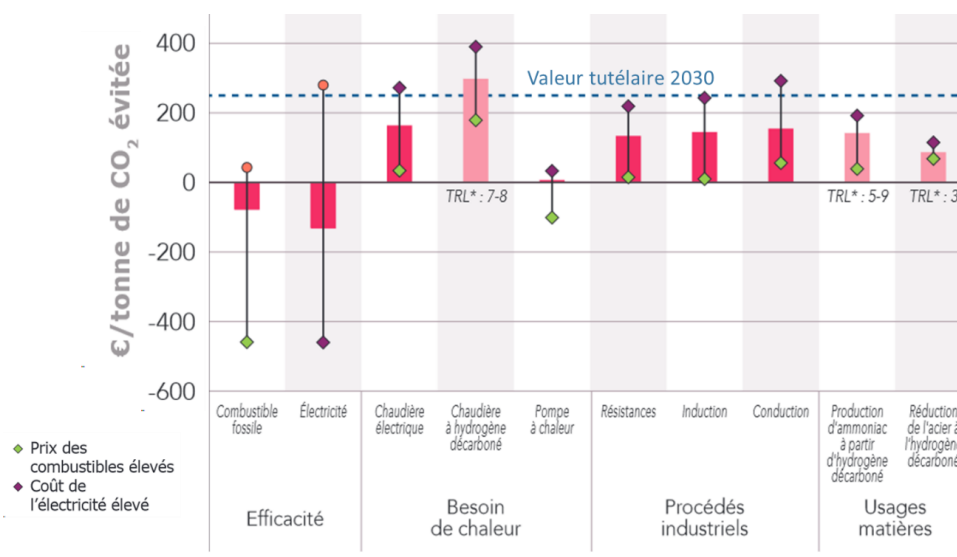


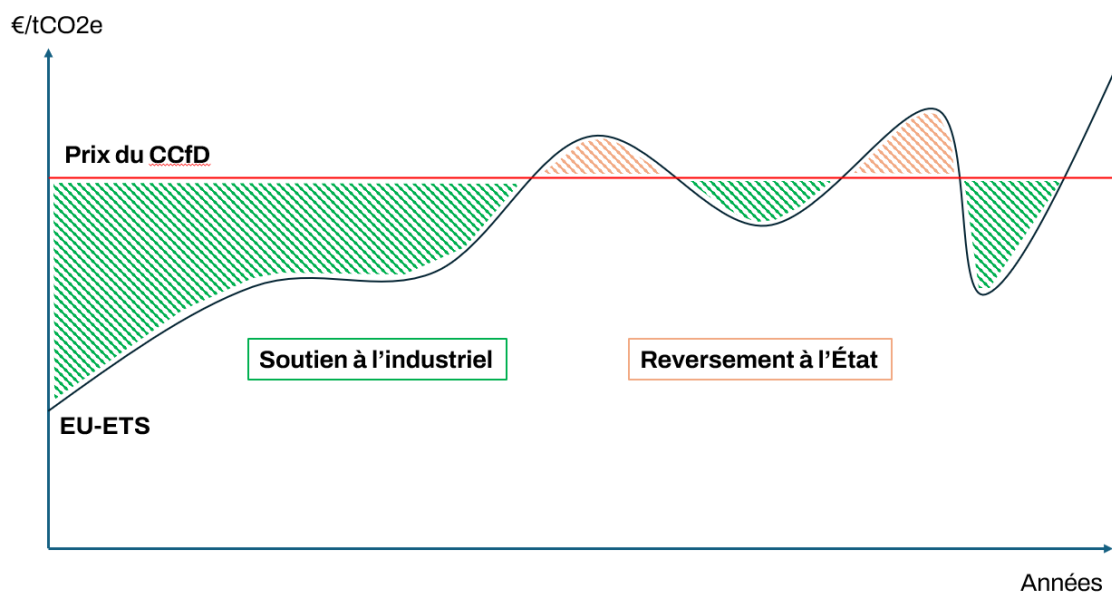
Figure 1 : Coûts d'abattement et incertitudes des principales solutions électriques permettant de décarboner les procédés industriels (Source : RTE, Futurs énergétiques 2050)

Surtout, la principale limite du système EU-ETS est l'absence de visibilité sur la trajectoire d'évolution du prix de la tonne de CO<sub>2</sub>. Face à l'impossibilité de chiffrer leurs plans de décarbonation sur le long terme et d'y trouver un intérêt économique, de nombreux acteurs industriels restent donc dans une position attentiste. Par conséquent, il est nécessaire de mettre en place un mécanisme permettant de donner cette visibilité, créant ainsi les conditions permettant de « dérisquer » leurs investissements vis-à-vis du carbone.

#### b. Principe de fonctionnement du CCfD

Le CCfD est un instrument imaginé par la Commission européenne dans le cadre du paquet Fit for 55, par l'intermédiaire du Fonds d'innovation européenne pour des projets sur les technologies et procédés à faible teneur en carbone, puis promu dans REPowerEU. **Le CCfD est une couverture de risque contre le risque de volatilité du prix carbone**, ce qui est actuellement impossible avec une couverture classique sur les permis EU-ETS<sup>11</sup>. Il s'agit d'un contrat à long terme ayant vocation à payer la différence entre le prix du carbone sur le marché et le coût réel de la réduction du CO<sub>2</sub>. Si le prix de l'ETS est inférieur au coût d'abattement alors l'Etat compense la différence, à l'inverse l'industriel reverse le surplus à l'Etat. Formulé autrement, **le CCfD consiste en un partage des risques et des coûts entre les administrations publiques et l'industrie, tout en garantissant l'objectif commun de décarbonation industrielle.**

<sup>11</sup> <https://www.cairn.info/revue-economique-2023-5-page-705.htm>



Enfin, « en limitant l'exposition à la volatilité des prix sur le long terme, le financement des projets technologiques pré-commerciaux devient nettement plus bancable pour les investisseurs. En éliminant le risque lié au prix du carbone, les conditions générales de financement des projets sont améliorées. La certitude accrue des rendements permet aux projets d'augmenter la part de la dette dans leur financement global par rapport aux capitaux propres. Par conséquent, le financement par emprunt étant moins coûteux, il réduit le coût global du capital et le seuil de rentabilité du prix du carbone. »<sup>12</sup>

#### 4. Vers une aide adaptée au tissu industriel français

Compte-tenu de l'ensemble des éléments détaillés précédemment, l'UFE soutient la mise en place d'un nouveau dispositif d'aide à la décarbonation de l'industrie, composée à la fois d'une aide à l'investissement et d'une aide au fonctionnement de type contrat carbone pour différence.

De plus, l'UFE considère que le but recherché doit être de maximiser la baisse de réduction des émissions de gaz à effet de serre par euro public investi, le plus rapidement possible en réponse à l'urgence climatique. En ce sens, la constitution d'enveloppes de financement par technologie ou par secteur pourrait être de nature à désoptimiser cette allocation d'argent public du point de vue de la lutte contre le changement climatique. En outre, une harmonisation du régime d'aides pour l'ensemble des technologies identifiées pour la décarbonation de l'industrie permettrait d'en faciliter la compréhension par les acteurs industriels et ainsi d'accroître le nombre de projets candidats. Néanmoins, une des conséquences d'une procédure de mise en concurrence technologiquement neutre est de ne retenir que les solutions technologiques les plus matures, au détriment de solutions innovantes, certes plus coûteuses sur le court terme, mais essentielles elles-aussi à l'atteinte des

<sup>12</sup> <https://www.catf.us/fr/2022/08/why-are-carbon-contracts-difference-gaining-popularity-europe/>

cibles de décarbonation par le fort potentiel de développement qu'elles peuvent représenter. Il semble donc opportun de ne pas les écarter du dispositif.

En ce sens, l'UFE propose de mettre en concurrence les projets de décarbonation de l'industrie via des procédures d'appels d'offres, avec une sélection des lauréats selon différents critères :

- **70 % de la notation portant sur l'efficacité de l'aide publique, évaluée selon le niveau du prix du CCfD demandé (en €/tCO<sub>2</sub>).** Ce niveau de prix serait celui « à partir duquel l'industriel serait prêt à investir en rendant équivalent en termes de valeur actualisée nette (VAN) le plan d'affaires décarboné et un plan d'affaires carboné contrefactuel, ayant recours à des énergies fossiles. [...] Le mécanisme de sélection des projets aura pour objectif d'aboutir à un prix de CCfD qui devrait environ correspondre au coût d'abattement du projet de l'entreprise. »<sup>13</sup>
- **30 % de la notation portant sur des critères hors-prix, comme :**
  - Le volume global des émissions évitées
  - La valorisation des installations qui s'engageront à offrir leur flexibilité au système électrique
  - Le potentiel d'innovation technologique
  - La valorisation du contenu local
  - Des critères sociaux ou environnementaux (émission en analyse de cycle de vie, autres pollutions, biodiversité...)
  - La maturité du projet, sa date prévisionnelle de mise en service

Enfin, l'UFE juge primordial de **donner de la visibilité au secteur industriel en proposant un calendrier permettant de cadencer les différentes sessions d'appel d'offres**, en cohérence avec les travaux du SGPE et les jalons intermédiaires proposés dans la PPE et la SNBC.

---

<sup>13</sup> France 2030, consultation publique sur la décarbonation de l'industrie, février 2022