

UFe

Union
Française
de l'Électricité



**Mettre en œuvre
la planification
de la décarbonation
de l'industrie**

Sommaire

Introduction	3
Un moment politique charnière pour l'industrie française	5
La planification écologique appliquée à l'industrie	6
La nécessité d'accélérer la baisse des émissions.....	6
Le plan du Secrétariat Général à la Planification Écologique pour l'industrie.....	7
La décarbonation de l'industrie au cœur d'une compétition mondiale	9
L'Inflation Reduction Act : une réponse au Green Deal.....	9
Les atouts de la France.....	11
Les technologies de décarbonation du tissu industriel français..	12
Systématiser les solutions au service de l'efficacité énergétique	14
Lever les verrous pour libérer le potentiel technique bas-carbone	15
Déployer les solutions électriques de production de chaleur	15
Développer les réseaux de chaleur vertueux	20
Accroître la récupération de la chaleur fatale industrielle	21
Utiliser l'hydrogène décarboné de façon raisonnée	22
Les leviers organisationnels à actionner pour accélérer la décarbonation de l'industrie.....	24
Soutenir la coopération industrielle territoriale.....	25
Adopter une gouvernance multiple et une vision systémique	25
Constituer des plateformes industrielles	26
Clarifier et simplifier les aides financières	27
Une augmentation du soutien financier de l'État... ..	27
...À renforcer pour les petites et moyennes industries	28
Amplifier la dynamique de recrutement	30

Introduction



Le tissu industriel français subit de plein fouet les soubresauts des crises systémiques qui se multiplient ces dernières années. Les tensions géopolitiques, les crises sanitaire et énergétique et les premières conséquences du changement climatique ont en effet mis en exergue la forte dépendance française vis-à-vis de chaînes de production mondialisées. En outre, le rehaussement des ambitions européennes et françaises en matière de lutte contre le changement climatique s'inscrit désormais dans une compétition mondiale à la décarbonation, engendrant une multiplication des initiatives publiques et privées et accélérant la modification des cadres législatifs et réglementaires.

La décarbonation de l'industrie revêt dans ce contexte un caractère stratégique particulier dans la lutte contre le changement climatique car ce secteur de l'économie présente autant de problématiques que de solutions pour y répondre. En effet, il lui faut parvenir à conjuguer baisse de ses émissions de gaz à effet de serre, d'une part, et augmentation de la production de technologies bas-carbone d'autre part. Enfin, à moyen terme, la décarbonation de l'industrie doit aussi être l'occasion de créer de nombreux emplois sur le sol français et d'augmenter la résilience du pays aux crises futures.



Un moment politique charnière pour l'industrie française



La planification écologique appliquée à l'industrie

La nécessité d'accélérer la baisse des émissions

L'industrie reste à l'origine d'environ 18 % des émissions nationales de gaz à effet de serre (GES) en 2022 ce qui en fait le troisième secteur le plus émetteur derrière le transport et l'agriculture¹. Malgré la baisse tendancielle de ses émissions, l'industrie doit ainsi accélérer sa décarbonation pour atteindre les objectifs du paquet européen « Fit for 55 » qui fixe aux États membres de l'Union européenne (UE) un objectif de réduction des émissions de -55 % en 2030 par rapport à 1990.

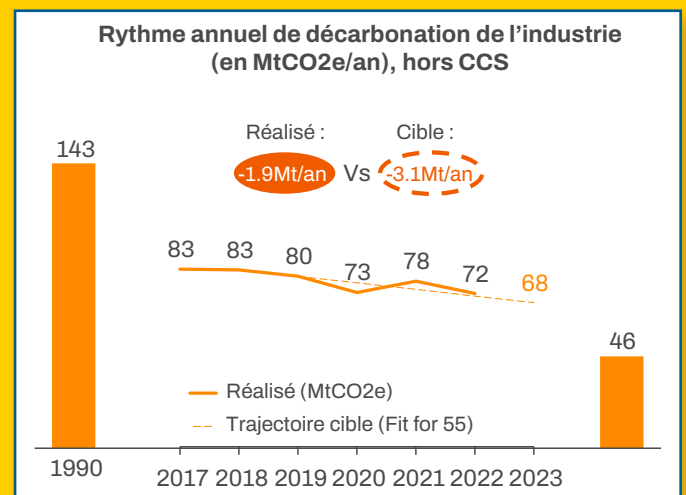


Figure 1 : SGPE

¹ Citepa, 2023. Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques. Bilan des émissions en France de 1990 à 2022. Rapport Secten, éd. 2023

L'industrie a divisé par deux ses émissions depuis 1990, ce qui en fait le premier secteur contributeur à la baisse des émissions nationales depuis cette date, avec une baisse due pour deux-tiers aux investissements consentis (gains d'efficacité énergétique et baisse de l'intensité carbone des procédés), et pour un tiers à la désindustrialisation.

Ce phénomène important de délocalisation a, certes, contribué à réduire les émissions nationales mais a eu pour corollaire d'augmenter les émissions liées aux importations, non comptabilisées dans les inventaires nationaux des émissions. En effet, au-delà de l'augmentation des émissions liées au transport des marchandises fabriquées à l'étranger puis importées, leur fabrication s'est majoritairement délocalisée dans des pays avec des réglementations climatiques moins ambitieuses et des mix énergétiques plus carbonés que le mix français. Cette composante « importation » de l'empreinte carbone de la France s'est ainsi fortement accrue jusqu'en 2011 et a depuis amorcé une légère baisse du fait des efforts de décarbonation de l'industrie entrepris par les partenaires commerciaux de la France². Bien qu'aujourd'hui les composantes de l'empreinte carbone (les émissions territoriales et importées) soient toutes deux orientées à la baisse, la relocalisation d'industries en France pourrait en accélérer le rythme³. **En effet, l'intensité carbone de la production française demeure très inférieure à celle de ses importations, notamment grâce à un mix électrique très largement bas-carbone.**

Le plan du Secrétariat Général à la Planification Écologique pour l'industrie

Les secteurs de la chimie, de la construction, de la métallurgie et de l'agroalimentaire concentrent 85 % des émissions de l'industrie française. Cette concentration sectorielle est doublée d'une concentration géographique car 50 sites sont à

² Les thémas de la DGE, n°8, mars 2023

³ L'empreinte carbone de la France est passée sous sa valeur de 1995 en 2012 seulement. Les thémas de la DGE, n°8, mars 2023

l'origine de 55 % des émissions de l'industrie⁴ (soit 10 % des émissions nationales) et sont principalement situés dans trois grandes zones industrielles autour des agglomérations de Dunkerque, du Havre et de Marseille.

Si une partie de la décarbonation de l'industrie s'opère spontanément du fait de l'investissement des acteurs privés, une intervention publique reste néanmoins nécessaire pour atteindre les objectifs de décarbonation. **Le Président de la République a ainsi réuni en novembre 2022 les 50 sites industriels les plus émetteurs et leur a demandé d'établir, en partenariat avec les services de l'État, des trajectoires de décarbonation, avec pour objectif la division par deux de leurs émissions en 10 ans⁵.**

En échange de plans ambitieux remontés par les entreprises, l'État s'est engagé à soutenir financièrement leurs projets. Entre novembre et juin 2023, chacun de ces sites a en ce sens élaboré une feuille de route, identifiant les conditions de succès, notamment en termes de soutien à l'investissement et d'accès à des infrastructures et énergies décarbonées. La mise en œuvre de ces feuilles de routes a été actée le 22 novembre à travers la signature par les industriels les plus émetteurs et l'État. Cette démarche de planification organisée par filière, grand site industriel et bassin, se focalise tout d'abord sur la période 2023-2026 qui est clé pour initier les changements de procédés.

Plus largement, 600 installations industrielles (dont les 50 sites les plus émetteurs) sont concernées par le système européen d'échange de quotas d'émission (système ETS) qui couvre environ trois-quarts des émissions du secteur⁶. Le reste des émissions de l'industrie concerne près de 30 000 PME et ETI industrielles⁷. Des efforts importants sont également nécessaires sur l'ensemble de ces plus petits sites industriels, principalement au travers de technologies matures et disponibles comme

⁴ Les 50 sites représentent (hors raffineries) : 82 % des émissions de la métallurgie (6 sites), 55 % de la chimie (16 sites), 49 % des matériaux et minéraux non métalliques (25 sites) et 7,5 % de l'agroalimentaire. Source : SGPE.

⁵ De 44 MtCO_{2eq} en 2022 à 24 MtCO_{2eq} en 2030. Source : SGPE.

⁶ Les thémas de la DGE, n°8, mars 2023

⁷ Dossier de presse du Conseil national de l'industrie dédié à la planification écologique, juin 2023

l'électrification des procédés (cf. *infra*). Une déclinaison au niveau régional de la logique des 50 plus grands sites pourrait permettre de planifier plus finement la décarbonation de ces sites diffus. Toutefois, si cette dernière ne permet pas d'englober l'ensemble des sites industriels de plus petite taille, il conviendrait de partager les actions mises en œuvre par le Gouvernement pour ces ETI et PME restantes.

Recommandation n°1

Donner de la visibilité sur la déclinaison territoriale du dispositif dédié aux 50 sites industriels les plus émetteurs, en élargissant à certains sites industriels de plus petites tailles.



Plus concrètement, le Secrétariat Général à la Planification Écologique (SGPE), en charge de la coordination de la planification écologique, a présenté et quantifié les leviers qui permettront au secteur industriel de réaliser sa trajectoire de décarbonation. En complément d'actions non énergétiques comme la sobriété matière, les leviers énergétiques à actionner visent à baisser la consommation d'énergies fossiles via une hausse combinée de la consommation d'électricité et de bioénergies ainsi qu'un recours accru à l'efficacité énergétique.

De façon complémentaire, la loi relative à l'industrie verte⁸ et la prochaine loi relative à la souveraineté énergétique contribuent à apporter une vision planifiée pour ce secteur. Les débats parlementaires dédiés à la loi relative à la souveraineté énergétique permettront en particulier de préciser les objectifs et les priorités d'actions de la politique énergétique nationale pour répondre à l'urgence écologique et climatique. **La troisième version de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC3), qui se nourrira de cette loi, précisera en particulier les efforts qui reposeront sur le secteur industriel et les instruments de politique publique qui y seront associés.**

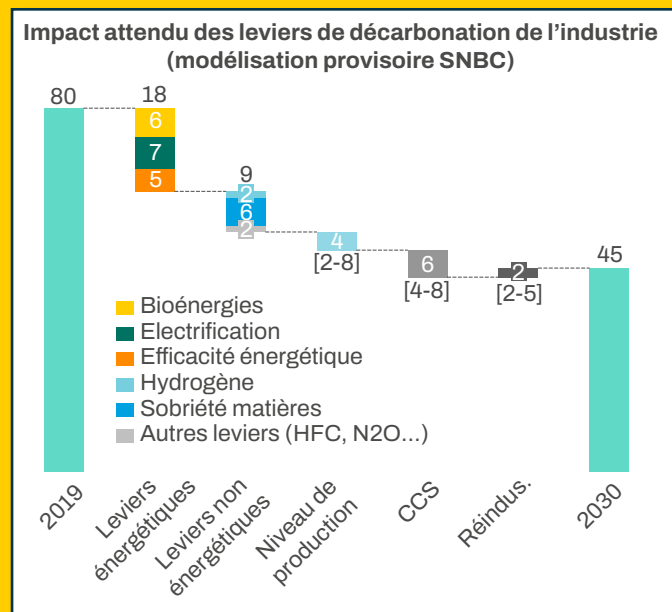


Figure 2 : SGPE

8 Loi n°2023-973 du 23 octobre 2023



La décarbonation de l'industrie au cœur d'une compétition mondiale

L'Inflation Reduction Act : une réponse au Green Deal

Lors de sa prise de fonction en 2019, la Présidente de la Commission européenne Ursula von der Leyen avait affirmé que l'ambition du nouvel exécutif européen serait d'être une « Commission géopolitique », replaçant la politique européenne dans le cadre d'une concurrence mondiale renforcée sur les terrains économique et technologique, et permettant d'analyser la politique climatique européenne sous cet angle⁹. Découlant de l'Accord de Paris, la présentation de l'European Green Deal, fin 2019, visant à ce que l'Europe soit le premier continent à atteindre la neutralité carbone avait ainsi envoyé un objectif politique clair au niveau mondial. Par la suite, les échelons intermédiaires de cette ambition climatique et énergétique européenne ont été précisés par le paquet « Fit for 55 ». Enfin, en réaction à la guerre en Ukraine, le plan RePowerEU vise à renforcer l'indépendance énergétique de l'Union.

L'enjeu de la place de l'industrie dans la décarbonation occupe en outre une place accrue dans les milieux industriels, politique et médiatique depuis que les États-Unis ont décidé de lui consacrer des moyens inédits. Voté en août 2022, l'Inflation Reduction Act (IRA) consiste en effet au déblocage de près de 370 milliards de dollars fléchés vers la lutte contre le changement climatique, en partie via des mécanismes de crédit d'impôts accordés à certains secteurs industriels. L'IRA constitue plus concrètement une forme de protectionnisme assumé du Gouvernement américain visant à poursuivre le double objectif de réalisation de la transition énergétique et de moindre dépendance vis-à-vis des importations. **L'IRA est considéré ainsi par certains spécialistes comme une réponse au pacte vert européen et accélère de fait la concurrence internationale sur la décarbonation de l'industrie.**

⁹ IRSEM, Note de recherche n° 121, février 2022

Face au risque d'une nouvelle vague de délocalisation des industries européennes et particulièrement françaises, cette fois-ci vers les États-Unis, les exécutifs européen et français ont multiplié ces derniers mois les déclarations politiques en affirmant plus clairement une volonté de protectionnisme. La Commission européenne a ainsi présenté début 2023 le Green Deal Industrial Plan, visant à « faire de l'industrie européenne un champion du zéro émission nette »¹⁰. Le Gouvernement français a pour sa part initié la loi relative à l'industrie verte, et compte mettre en place un dispositif de crédit d'impôt fléché vers des filières spécifiques dans le cadre de la loi de finances pour 2024¹¹.

Ces nouveaux textes s'ajoutent à un cadre européen qui incite d'ores et déjà à accélérer le rythme de décarbonation du tissu industriel français. Les industries énergo-intensives (acier, aluminium, chimie) font ainsi particulièrement face à la hausse des prix de l'énergie, dans le cadre d'une concurrence internationale forte, tandis que, dans le même temps, l'évolution du système ETS incite une grande partie de l'industrie à accélérer sa décarbonation au travers de la baisse des quotas gratuits. Le prix du carbone, actuellement supérieur à 60 €/tCO_{2eq} depuis 2022, et répercuté directement et/ou indirectement via notamment le prix de l'électricité, devrait croître dans la décennie à venir¹².

Cependant, ces mesures sont nécessaires mais non suffisantes pour pouvoir rassurer les acteurs industriels et éviter les fermetures d'usines. L'activation du levier financier permettrait en ce sens d'envoyer un signal clair d'accompagnement à la décarbonation. L'UE pourrait pour cela renouveler son initiative inédite d'emprunt commun mise en place pour faire face à la crise sanitaire en la consacrant à l'accélération de la transition énergétique. À titre de comparaison, l'emprunt commun s'élève à environ 700 milliards d'euros, soit un montant près de deux fois supérieur à l'enveloppe de l'IRA. En outre,

non seulement cette initiative permettrait de générer des avantages concurrentiels aux industries européennes en gardant une avance industrielle en termes de technologies bas-carbone et de savoir-faire, mais, surtout, cette initiative serait également financièrement « rentable » car **le coût de l'inaction climatique est supérieur au coût de l'action**¹³.

Recommandation n°2

Mettre en place un nouvel emprunt commun européen pour accroître les investissements nécessaires à la transition écologique, dont la décarbonation du secteur industriel.

10 Commission européenne, « Le plan industriel du pacte vert »

11 Le « crédit d'impôt investissement industries vertes » (dit C3IV) sera fléché vers l'éolien, le photovoltaïque, les batteries et les pompes à chaleur. Article 35 de la loi n°2023-1322 du 29 décembre 2023 de finances pour 2024.

12 SGPE

13 GIEC, 6ème rapport d'évaluation, WGIII, Résumé pour décideurs, page 37 : « The global economic benefit of limiting warming to 2°C is reported to exceed the cost of mitigation in most of the assessed literature ».

Les atouts de la France

L'accélération de la transition écologique aux niveaux européen et mondial constitue tout particulièrement une chance pour l'industrie française. En effet, **l'intensité carbone de la production industrielle française est très inférieure à celle de ses importations, notamment grâce à un mix électrique fortement décarboné**¹⁴. Par conséquent, la relocalisation de certaines productions en France contribue à réduire les émissions au niveau mondial. Le caractère bas-carbone du mix électrique doit donc impérativement être préservé dans les prochaines décennies, en soutenant le développement de l'ensemble des moyens de production compatibles avec cet objectif. **À plus court terme, la poursuite de l'exploitation du parc nucléaire historique**¹⁵ **et le développement accéléré de nouvelles capacités renouvelables constituent des choix sans regrets pour permettre d'assurer une production d'électricité nationale suffisante, capable de répondre à l'électrification nécessaire de l'industrie** (cf. *infra*)¹⁶. À ce titre, au-delà de la poursuite du développement des filières hydraulique, photovoltaïque et éolienne terrestre, la France doit pouvoir pleinement tirer parti de son vaste domaine maritime grâce à une planification de l'éolien en mer.

Les acteurs des réseaux de transport et de distribution d'électricité sont également pleinement mobilisés pour être au rendez-vous de la décarbonation, en facilitant le raccordement des sites industriels au système électrique via :

- Une démarche d'anticipation, sans attendre les demandes de raccordement ;
- Des réflexions relatives à un principe de mutualisation des coûts des raccordements électriques entre industriels sur une même zone ;
- La priorisation des demandes de raccordement des sites industriels, en relation avec les pouvoirs publics.

Enfin, la France bénéficie plus largement d'un savoir-faire industriel historique et peut reconstituer sa main d'œuvre industrielle en s'appuyant sur des cursus de formations de qualité et un environnement propice à l'innovation. **L'ensemble de ces atouts peut être pleinement mobilisé sur le long terme grâce à une volonté politique réaffirmée qui offre de la visibilité au secteur industriel.**

¹⁴ Les thémas de la DGE, n°8, mars 2023

¹⁵ Dans le respect des conditions de sûreté édictées et vérifiées par l'ASN.

¹⁶ UFE, « Nouvelle programmation énergétique : Prendre dès aujourd'hui les décisions pour placer la France sur la trajectoire de la neutralité carbone », juin 2023



Les technologies de décarbonation du tissu industriel français

Les procédés industriels sont au cœur de la consommation énergétique de l'industrie. Ils désignent toutes les étapes de transformation de matières premières en bien de consommation. Leurs besoins énergétiques sont de quatre types : chaleur, énergie mécanique, électricité et froid.

En France, 70 % 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. Les 30 % restants servent à comprimer, former, mettre en mouvement des pièces mécaniques à l'aide de moteurs électriques (environ 20 %), à produire du froid (moins de 5 %), à éclairer les bâtiments (moins de 5 %) ou à des procédés électriques bien spécifiques comme l'électrolyse (moins de 5 %)¹⁷.

En complément des leviers de sobriété et d'efficacité énergétique, les industriels disposent de nombreuses solutions technologiques pour décarboner leurs procédés.

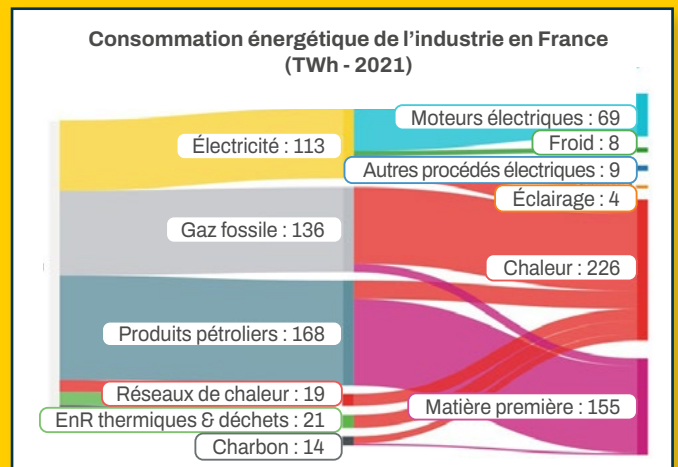
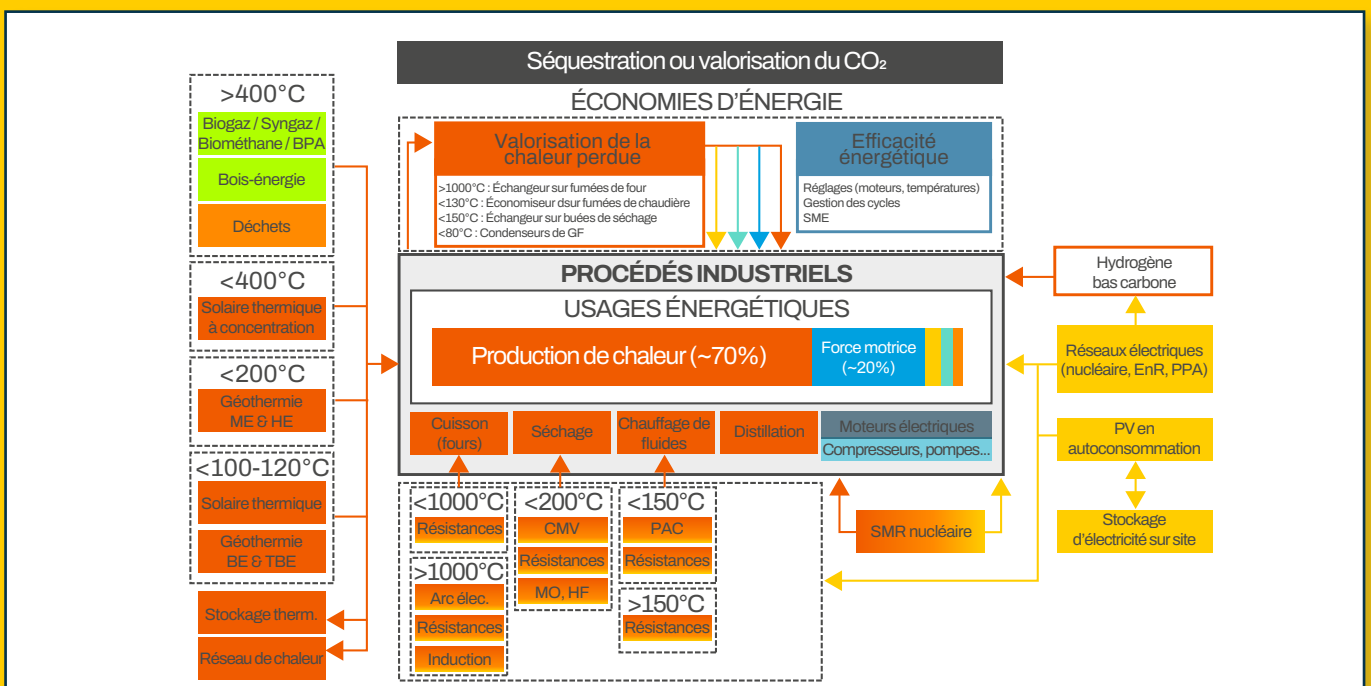
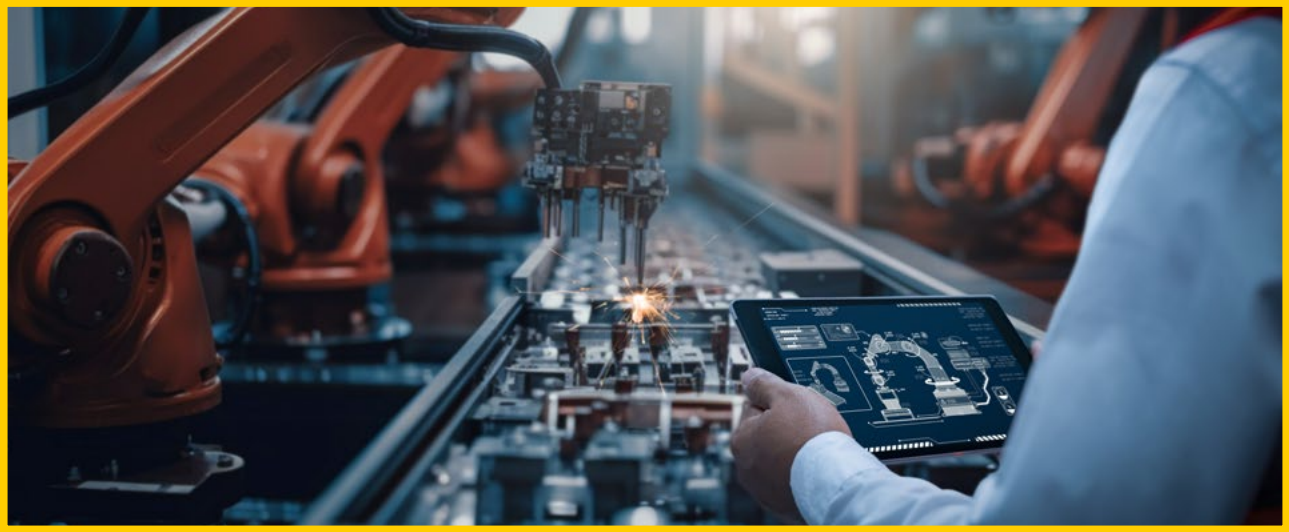


Figure 3 : Je-décarbONE

Figure 4 : Principaux leviers technologiques à disposition des industriels pour réaliser des économies d'énergie et décarboner leurs procédés industriels (Source : Je-décarbONE)



17 En 2021, l'industrie française a consommé un total d'environ 470 TWh d'énergie, dont 315 TWh à usage énergétique et environ 155 TWh sous forme de matière première (principalement des produits pétroliers pour la pétrochimie). Source : Pôlénergie.org



Systematiser les solutions au service de l'efficacité énergétique

Préalablement au dimensionnement de l'approvisionnement en énergie bas-carbone, il est primordial d'optimiser la consommation énergétique de chaque site industriel au plus près des besoins. En ce sens, **le diagnostic énergétique est une première étape incontournable pour mieux comprendre les consommations énergétiques et envisager des premières solutions.** Au-delà de la sobriété qui constitue le levier primordial et dont l'application repose sur des mesures comportementales, l'optimisation des procédés existants peut permettre des économies d'énergies rapides et immédiates et ainsi offrir des gains d'efficacité énergétique. En s'appuyant sur un diagnostic précis de consommations, les réglages des machines peuvent être optimisés, les rendements des équipements améliorés et les pertes énergétiques diminuées.

L'innovation est également clé pour réaliser des économies d'énergie, que ce soit à travers l'amélioration des procédés de production (comme la distillation réactive dans le secteur de la chimie¹⁸ ou la diminution du taux de clinker dans le ciment¹⁹) **ou le déploiement de tout un pan de solutions numériques permettant la mesure, le suivi et le pilotage des consommations énergétiques, voire l'anticipation de la maintenance grâce à l'intelligence artificielle.** Ces solutions numériques permettent ainsi de mieux consommer l'énergie et pourraient également offrir de nouvelles sources de flexibilité qui joueront un rôle croissant dans l'équilibre du système électrique. Enfin, l'ensemble de ces actions permet d'aider les entreprises à maîtriser leurs factures énergétiques.

18 Réaction exothermique qui dégage de la chaleur et donc de l'énergie. Seqens.

19 Via l'incorporation de davantage de résidus d'autres industries ou bien de l'utilisation d'argiles calcinées. France stratégie, « Les coûts d'abattement : Partie 6 - Ciment », mai 2023



Lever les verrous pour libérer le potentiel technique bas-carbone

Déployer les solutions électriques de production de chaleur

Il existe une large palette de solutions d'électrification de la production de chaleur (cf. figure 4), pour toutes les gammes de températures. L'électrification des usages thermiques de l'industrie repose sur quatre familles de solutions : les fours électriques, les pompes à chaleur, les chaudières électriques et la compression mécanique de vapeur.

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 (250 €/tCO_{2eq}). 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 tarder²⁰. En ce sens il est nécessaire de mettre en place des mesures permettant de lever les principaux verrous.

²⁰ RTE, « Futurs énergétiques 2050 - Chapitre 11 », février 2022

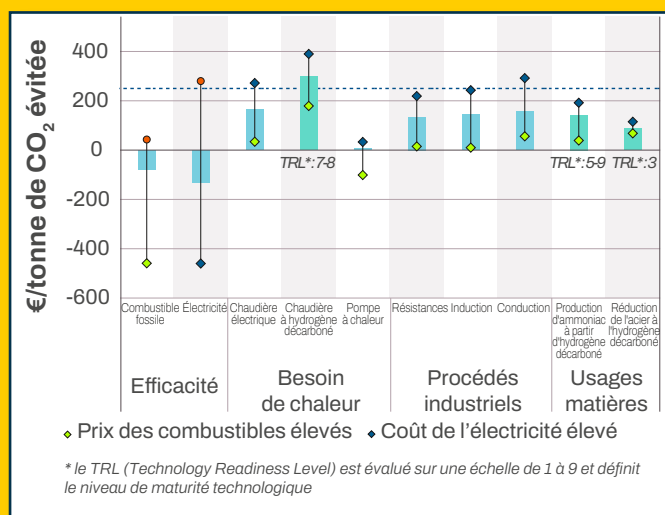


Figure 5 : Coûts d'abattement et incertitudes des principales solutions électriques permettant de décarboner les procédés industriels (Source : RTE, Futurs énergétiques 2050)

Les fours électriques

96 % de la consommation d'énergies fossiles par les fours industriels est concentrée dans cinq secteurs que sont la sidérurgie, la chimie et l'industrie pharmaceutique, les minéraux non-métalliques, la métallurgie et l'agroalimentaire²¹.

La France possède un atout car elle est exportatrice de fours industriels, en particulier de fours électriques vers la Chine²². Il existe trois principales technologies de fours électriques, qui représentent aujourd'hui seulement entre 5 % et 35 % des fours industriels utilisés²³ : les fours à résistances électriques, les fours à induction et les fours à arc électrique.

Afin de répondre aux objectifs de décarbonation de l'industrie le nombre de fours électriques pourrait doubler ou tripler d'ici 2035, de même que la consommation d'électricité associée. Néanmoins l'électrification des fours industriels est ralentie à cause de deux principaux freins²⁴ :

- **Des coûts d'investissements et d'exploitation parfois élevés.** En effet, non seulement certains types de fours électriques sont plus chers à l'achat que des fours à gaz, mais dans l'objectif de réduire les émissions de GES l'installation d'un tel équipement doit surtout être comparée aux coûts inférieurs d'exploitation et de maintenance d'un four à gaz existant (cf. recommandation n°19).
- **Des blocages techniques et réglementaires,** liés à la nécessité pour un industriel de souvent requalifier ses procédés à la suite de l'installation d'un four électrique en remplacement d'un four fonctionnant avec une énergie fossile.

Plusieurs leviers permettraient de lever ces blocages²⁵ comme mettre en place des mesures incitatives à la fabrication et à l'utilisation de fours électriques. En effet, certaines aides et

subventions sont proposées à des fournisseurs de fours électriques. Elles ont de l'influence sur la capacité des fournisseurs à élargir leur offre de fours électriques. Leur renforcement permettrait d'électrifier plus largement l'industrie française. Enfin, l'augmentation des investissements en recherche et développement pour la certification des technologies électriques permettrait de lever le frein majeur de la requalification des procédés.

Recommandation n°3

Augmenter les investissements en recherche et développement pour permettre des ruptures technologiques et, surtout, pour faciliter la certification et la qualification des procédés électrifiés.

Dans une moindre mesure, la nécessité de disposer d'un raccordement électrique de forte puissance peut constituer un blocage. Ainsi, en fonction de la puissance demandée et de l'éventuel besoin d'extension des câbles, le raccordement d'un four coûte entre 2 000 € et 10 000 € et dure entre 7 et 12 mois²⁶.

Recommandation n°4

Faciliter les démarches liées au renforcement du raccordement aux réseaux électriques pour les sites industriels souhaitant installer des équipements électriques.

21 Columbus consulting, « Électrifier la chaleur industrielle pour décarboner », juin 2022

22 Balance commerciale de fours industriels électriques : +75,4 millions d'euros. Columbus consulting, « Électrifier la chaleur industrielle pour décarboner », juin 2022

23 Columbus consulting, « Électrifier la chaleur industrielle pour décarboner », juin 2022

24 Columbus consulting, « Électrifier la chaleur industrielle pour décarboner », juin 2022

25 Columbus consulting, « Électrifier la chaleur industrielle pour décarboner », juin 2022

26 Columbus consulting, « Électrifier la chaleur industrielle pour décarboner », juin 2022

Réalisation industrielle

Opérateur d'effacements, de flexibilité et de pilotage des consommations, Energy Pool accompagne un aciériste savoyard pour un projet d'électrification partielle d'un four à blooms. En effet, ce four est actuellement entièrement alimenté au gaz fossile dans le but de fournir une température de 1 300°C, émettant ainsi 16 ktCO_{2e}/an, soit l'équivalent de l'empreinte carbone moyenne annuelle de 1 600 français. Le projet consiste à hybrider l'alimentation énergétique du four pour permette d'utiliser du gaz ou de l'électricité, ce qui se traduit concrètement par l'ajout progressif d'une série de résistances.

Grâce à cette électrification partielle, les émissions du four seront quasiment divisées par deux. En outre, son caractère hybride permettra de piloter le four de façon dynamique et ainsi, d'une part de réduire la facture énergétique de l'industriel et, d'autre part, de rendre service à l'équilibrage du système électrique via des effacements de consommation électrique, tout en assurant une continuité de la production grâce au gaz.

Les pompes à chaleur

Les pompes à chaleur (PAC) industrielles constituent également un vecteur majeur de décarbonation de l'industrie. En effet, **la PAC est la cinquième énergie renouvelable française et permet à la fois une forte réduction de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre par rapport à une chaudière fossile.** Contrairement au secteur du bâtiment dont la décarbonation repose fortement sur leur déploiement, les PAC sont aujourd'hui peu répandues pour produire de la chaleur industrielle. **Les coûts d'investissements encore élevés s'expliquent principalement par la nécessité de faire du sur-mesure pour chaque installation industrielle, c'est-à-dire pour dimensionner au mieux la puissance nécessaire de l'installation et produire de la chaleur à la bonne température.**

En effet, plus la relève en température est importante (c'est-à-dire la différence de

température entre la source froide et la source chaude), plus les coefficients de performance (COP) sont faibles et plus les coûts d'investissement sont élevés, diminuant ainsi les taux de rentabilité interne des installations et donc freinant leur adoption par les industriels. **Afin de limiter cette baisse de performance, une solution consiste à augmenter la chaleur de la source froide des PAC à haute température (HT, entre 70 et 100°C) et très haute température (THT, entre 100 et 150°C) en valorisant la chaleur fatale de l'industrie (cf. infra).**

En outre, les PAC ne peuvent répondre à l'heure actuelle qu'à des besoins de chaleur jusqu'à 150°C, ce qui limite leur potentiel de déploiement. Les industries les plus pertinentes pour un déploiement des PAC HT et THT sont par conséquent les secteurs de l'agro-alimentaire, de la chimie et du papier-carton.

Le déploiement de PAC en substitution des énergies fossiles dans ces trois secteurs pourrait permettre d'éviter l'émission d'environ 14 MtCO_{2eq}²⁷, soit 18 % des émissions de l'industrie en 2019. De plus, la réalisation d'audits permettrait de vérifier si certains besoins en température supérieurs à 150°C ne sont pas surestimés dans les autres industries, ce qui permettrait d'accroître le potentiel de décarbonation des PAC²⁸.

Surtout, accélérer le déploiement des PAC industrielles nécessite comme pour les fours électriques de réduire les coûts d'investissement et d'exploitation. En effet, un COP minimal de 4 est généralement nécessaire pour qu'un projet atteigne un taux de rentabilité interne acceptable pour le client ou le porteur de projet, à l'inverse un COP inférieur ne permet pas de compenser la différence de prix avec la solution fossile²⁹. En outre, la volatilité des prix des énergies et des quotas d'émission européens sont sources d'incertitudes et freinent les investissements. Face à cela, maintenir et augmenter les aides à l'investissement et développer les aides au fonctionnement (cf. recommandation n°19)

27 EDF

28 Par exemple, l'industrie laitière n'a besoin que ponctuellement d'une température supérieure à 150°C pour la stérilisation des matériels. La plus grande partie de la chaleur serait ainsi substituable par des PAC. EDF.

29 EDF

permettrait de concrétiser plus de projets à court terme et d'accélérer la décarbonation. **La création d'une fiche CEE pour la PAC industrielle, en adoptant un raisonnement en énergie finale et non en énergie primaire qui pénalise l'électricité, combinée à la mise en place d'un appel à projets dédié, permettraient en ce sens d'accélérer le déploiement de cette technologie.**

Recommandation n°5

Dans le cadre du Fonds Chaleur, lancer un nouvel appel à projets destiné aux industriels pour soutenir le développement des projets de production de chaleur à partie de pompes à chaleur industrielles.

Recommandation n°6

Intégrer les équipements électriques parmi les fiches dédiées à l'industrie du dispositif des CEE en ne recourant qu'à un calcul en énergie finale.



Réalisation industrielle

Après deux années d'étude et de conception réalisées en partenariat avec Dalkia, l'usine Michelin de Montceau les Mines a mis en service en 2019 une pompe à chaleur permettant de valoriser l'énergie fatale dégagée par les tours aéroréfrigérantes du site.

Aujourd'hui toujours en charge de l'exploitation de l'installation, Dalkia s'est engagé sur une disponibilité et un prix de la chaleur qui garantit **56 % d'économies sur le chauffage durant 10 ans**. Au-delà de la diminution substantielle de la facture énergétique du site, **la pompe à chaleur mise en place permet d'éviter 1 711 tonnes de CO₂ par an**.



Les chaudières électriques

Le développement des chaudières électriques industrielles est nécessaire pour répondre à l'enjeu de décarbonation.

En complément de leur caractère bas-carbone, les chaudières électriques cumulent plusieurs avantages pour les applications industrielles comme leur simplicité d'installation (ne nécessitant ni tuyauterie de raccordements ni cuves de stockage), leur faible encombrement, leur longue durée de vie, la sûreté de leur fonctionnement, leur facilité d'entretien, leur rendement énergétique élevé, l'absence de gaz d'échappement ou bien encore leur facilité d'intégration dans diverses applications. Elles permettent également un démarrage rapide et un contrôle précis de la pression de la vapeur générée³⁰.

Cette technologie est mature mais pas ou peu commercialisée car non compétitive par rapport aux chaudières à combustibles fossiles. Pourtant ces dernières consomment aujourd'hui plus de 85 TWh de combustibles fossiles, principalement dans l'industrie agro-alimentaire, la chimie et le papier, aussi le potentiel de décarbonation par le biais notamment des chaudières électriques est conséquent. Substituer cette quantité d'énergie fossile par de l'électricité permettrait d'éviter l'émission d'environ 15 MtCO_{2eq}³¹. La mise en place d'une aide à l'exploitation suffisante pourrait permettre de rendre les chaudières électriques compétitives par rapport aux chaudières à combustibles fossiles (cf. recommandation n°19).

La compression mécanique de vapeur

La compression mécanique de vapeur (CMV) consiste à forcer l'évaporation d'un liquide grâce à l'utilisation d'un compresseur fonctionnant à l'électricité. La CMV permet notamment de réduire la consommation de vapeur des procédés chimiques lors de la séparation d'un solvant du reste d'un mélange. Cette technologie permet de fortement réduire les coûts d'exploitation et de maintenance d'un évaporateur et de ne quasiment pas consommer de vapeur et donc d'eau. En outre, le compresseur de l'installation en CMV est piloté par un variateur de fréquence qui permet d'ajuster finement et très rapidement la capacité de l'installation³².

Le recours à la CMV concerne surtout l'agroalimentaire et le papier. **Son potentiel de déploiement est modeste mais compte tenu de son gain énergétique élevé (environ 77 %), le volume de combustible substituable est non négligeable³³.**

30 Babcock Wanson
31 EDF

32 France évaporation
33 ADEME, « Première analyse du potentiel technique d'électrification des procédés industriels thermiques par des technologies matures », juin 2020

Développer les réseaux de chaleur vertueux

Le verdissement des réseaux de chaleur constitue un levier essentiel pour la décarbonation de l'industrie. En effet, en 2022, 66,5 % des énergies utilisées pour alimenter les réseaux de chaleur provenaient des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R), émettant en moyenne deux fois moins de GES que les chaudières fonctionnant au gaz naturel³⁴. Malgré cet avantage, seuls 6 % de la chaleur livrée en 2021 par les réseaux de chaleur ont été fournis à l'industrie, couvrant une part très faible des besoins en chaleur de ce secteur³⁵. Cette caractéristique s'explique en partie par la nécessité d'adapter les sources énergétiques des réseaux de chaleur aux gammes de températures spécifiques des procédés industriels.

Le développement des réseaux de chaleur et leur verdissement impliquent des financements importants, en partie rendus possibles par des subventions comme le fonds Chaleur de l'ADEME³⁶ ou par des aides au fonctionnement comme le taux réduit de TVA à 5,5 %. Celui-ci s'applique à la chaleur consommée lorsqu'un réseau de chaleur est alimenté à plus de 50 % à partir de la biomasse, de la géothermie, de l'énergie solaire thermique, des déchets et d'énergie de récupération³⁷. Cette définition ne reconnaît donc pas pour l'heure les synergies pouvant exister entre les réseaux de chaleur et les pompes à chaleur.

34 Fedene, « Enquête des réseaux de chaleur et de froid », édition 2023

35 1 % en France contre environ 10 % dans certains pays d'Europe de l'Est comme la Lettonie ou la Slovaquie. Fedene, « Enquête des réseaux de chaleur et de froid », édition 2022

36 Le Fonds Chaleur a bénéficié en 2022 d'un budget de 520 millions d'euros (en hausse de 50 % par rapport à l'année précédente et renouvelé pour 2023) permettant de financer la construction de plus de 900 nouvelles installations qui produiront 3,68 TWh de chaleur renouvelable et de récupération. Les réseaux de chaleur représentent le premier poste du budget avec 221 millions d'euros. ADEME, Communiqué de presse, mai 2023

37 Article 278-0 bis B du code général des impôts

Recommandation n°7

Intégrer l'énergie renouvelable issue des pompes à chaleur parmi les sources d'énergies comptabilisées pour évaluer l'éligibilité d'un réseau de chaleur à un taux réduit de TVA, à l'instar du Fonds Chaleur.

Bien que les industriels bénéficiaires d'un réseau de chaleur ou de froid disposent d'un prix compétitif et relativement stable dans la durée, la forte fluctuation des prix des énergies, comme celle des matières premières, peut malgré tout constituer un frein à leur développement. Plus particulièrement, le montant d'investissement d'un projet peut augmenter fortement entre la date d'octroi de la subvention du Fonds Chaleur et la date de la réalisation effective des travaux, rendant pertinent l'intégration de formules d'indexation au sein du dispositif. En ce sens, les dispositifs de soutien pourraient être complétés par la prise en compte de l'impact de l'inflation³⁸.

Recommandation n°8

Tenir compte de l'inflation dans le fonctionnement du Fonds Chaleur.

38 Edenmag, « Le verdissement des réseaux de chaleur et de froid : un levier essentiel pour la transition énergétique », juin 2023

Accroître la récupération de la chaleur fatale industrielle

La valorisation de la chaleur fatale industrielle est un levier complémentaire de décarbonation, consistant en sa réutilisation directe sous forme de chaleur (généralement après recompressions pour obtenir une augmentation de température, par exemple grâce à une PAC), ou après transformation en un autre vecteur énergétique : froid, énergie mécanique, électricité voire hydrogène³⁹. Concrètement, la chaleur fatale est récupérée par le biais d'échangeurs sur fumées de four, d'économiseurs sur fumées de chaudières, d'échangeurs sur buées de séchage ou de condenseur sur groupes froids⁴⁰. **Cette chaleur fatale peut par la suite être valorisée sur site ou bien transportée via un réseau de chaleur pour être consommée à proximité.** La chaleur fatale industrielle représentait seulement 1,1 % du mix énergétique des réseaux de chaleur en 2022 (atteignant 349 GWh)⁴¹. Pourtant, l'industrie présente un potentiel de chaleur fatale d'environ 100 TWh, dont la moitié à plus de 100°C et près de 17 TWh identifiés à proximité d'un réseau de chaleur existant⁴². Leur valorisation permettrait d'éviter l'émission de 10 MtCO_{2eq} par an⁴³, soit 13 % des émissions de l'industrie en 2019.

L'accompagnement des industriels est nécessaire pour valoriser prioritairement leurs gisements de chaleur fatale et encourager les synergies avec les lieux de consommation à proximité. Une augmentation du soutien de la part des pouvoirs publics pourrait permettre de sécuriser les projets et d'accélérer les prises de décisions.

Recommandation n°9

Lancer des appels à manifestation d'intérêt (AMI) permettant d'identifier les sites industriels volontaires pour valoriser leur chaleur fatale.

Recommandation n°10

Pour les lauréats des AMI précédents, prendre en charge à 100 % par l'État les coûts d'étude et de récupération de la chaleur fatale industrielle, sur la base d'une étude complète des potentiels de valorisation de la chaleur fatale intégrant le chiffrage des équipements.

Recommandation n°11

Créer un fonds de garantie « chaleur fatale » pour faciliter le développement des projets de décarbonation des sites industriels.

Recommandation n°12

Abroger la déduction du montant des CEE du financement permis par le Fonds Chaleur pour les projets d'installations de récupération de chaleur fatale.

Recommandation n°13

Pour les sites industriels soumis au système européen d'échange de quotas d'émissions, permettre la valorisation des fiches d'opérations standardisées CEE.

39 Je-décarbone.fr

40 Pôlénergie.org

41 Fedene, « Enquête des réseaux de chaleur et de froid », édition 2023

42 ADEME, « La chaleur fatale », 2017

43 Fedene, « Enquête des réseaux de chaleur et de froid », édition 2022

De façon complémentaire, **le passage d'une logique incitative à une approche plus règlementée pourrait permettre de valoriser davantage la chaleur fatale industrielle**, à l'image du choix des pouvoirs publics relatif à la récupération de la chaleur fatale des data centers⁴⁴.

Recommandation n°14

A l'instar de la TIRUERT, réfléchir à un dispositif fiscal permettant d'inciter à la récupération de la chaleur fatale sur les sites industriels.

Réalisation industrielle

Opérationnel depuis janvier 2021, le réseau de chaleur de la ville de Vienne valorise la chaleur fatale de l'usine de Yoplait et permet ainsi de couvrir 60 % des besoins de chauffage de 800 logements sociaux ainsi que d'une école⁴⁵. Engie Solutions, qui a conçu, réalisé, financé et qui exploite ce réseau, a installé deux pompes à chaleur qui captent l'énergie dissipée par les groupes froid de l'usine et la transforme en énergie de chauffage⁴⁶.

Chaque année plus de 3 000 MWh d'énergie sont ainsi valorisés et les émissions de GES liées au chauffage ont été divisées par deux.

Utiliser l'hydrogène décarboné de façon raisonnée

L'hydrogène est aujourd'hui massivement utilisé dans le cadre d'applications industrielles, spécifiquement pour le raffinage des produits pétroliers (60 %) et pour la production d'ammoniac et d'engrais (25 %), mais aussi pour des applications dans la chimie (10 %) ou la métallurgie (1 %)⁴⁷. **Le passage de l'hydrogène carboné à l'hydrogène décarboné dans les applications industrielles sera donc dès la décennie 2020-2030 un passage obligé dû aux objectifs de décarbonation.**

Une grande partie de la demande adressable sera spécifiquement liée à la demande de chaleur à haute température des processus industriels, pour laquelle l'hydrogène décarboné permettrait à la fois de remplir les nouveaux besoins industriels et d'adapter le parc existant à un monde décarboné. Cet hydrogène permettra en particulier de se substituer aux énergies fossiles utilisées dans certains procédés, comme pour la fabrication de l'acier, et de décarboner certains usages moins intensifs que le raffinage ou l'ammoniac comme la verrerie, la métallurgie, l'électronique ou l'agroalimentaire⁴⁸.

L'objectif de la France est d'installer 6,5 GW d'électrolyseurs à horizon 2030 pour pouvoir subvenir à une grande partie des 770 kt d'hydrogène qui seraient consommés à cette date, et dont 460 kt (59 %) seraient consommés par l'industrie.

Pour ce faire, le Gouvernement prévoit de lancer plusieurs appels d'offres pour soutenir des capacités de production d'hydrogène décarboné, dont le premier aura lieu en 2024⁴⁹. L'actualisation de la stratégie nationale du développement de l'hydrogène décarboné pourrait également contenir un ordre de mérite des usages de l'hydrogène, en fonction de son caractère plus ou moins substituable, du coût budgétaire, de contraintes réglementaires et des autres enjeux plus larges de bouclages de la planification écologique.

44 Loi n° 2021-1485 du 15 novembre 2021 visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique en France, article 28

45 Engie, Business case, « Comment recycler l'énergie fatale émise par une usine pour chauffer un quartier ? », mai 2021

46 Génie Climatique Magazine, « Un quartier de Vienne chauffé au Yoplait », juillet 2020

47 RTE, « La transition vers un hydrogène bas carbone », janvier 2020

48 Pour plus d'informations voir : UFE, « La France à l'avant-poste de la lutte contre le réchauffement climatique grâce à son hydrogène décarboné », novembre 2021

49 Pour plus d'informations voir : UFE, « Contribution de l'UFE à la consultation sur le mécanisme de soutien à la production d'hydrogène décarboné », octobre 2023

À l'image de la biomasse et de son gisement limité, le déploiement de l'hydrogène décarboné est nécessaire pour atteindre l'objectif de neutralité carbone mais doit donc être mobilisée avec discernement, en tenant compte de sa hiérarchie dans l'ordre de mérite des différentes solutions énergétiques bas-carbone disponibles dans l'industrie.

Recommandation n°15

Accompagner le développement de l'hydrogène là où il peut atteindre rapidement une taille critique comme dans des Zones Industrielles Bas Carbone (ZIBAC).

Recommandation n°16

Soutenir le développement d'une filière de production d'acier bas-carbone grâce au four à arc électrique et à l'utilisation d'hydrogène décarboné dans le processus de réduction directe du fer.



Les leviers organisationnels à actionner pour accélérer la décarbonation de l'industrie



Soutenir la coopération industrielle territoriale

Adopter une gouvernance multiple et une vision systémique

La mise en œuvre d'une écologie industrielle territoriale repose sur une démarche collective et une vision systémique. En effet, bien que les émissions de GES soient très concentrées dans certains bassins industriels, la stratégie de décarbonation par site nécessite d'être complétée par une approche plus large qui permette de soutenir l'inclusion de l'ensemble des activités économiques dans la transition écologique. Ainsi, pour chaque zone il est opportun d'impliquer un maximum d'acteurs au sein d'une gouvernance multiple : la région, l'agglomération, les villes, les entreprises (PME et ETI en particulier), mais également des structures comme les chambres de commerce et d'industrie ou bien les associations professionnelles. Cette gouvernance permet de créer du dialogue, de partager les besoins et ambitions de chacun en termes de décarbonation, puis de créer un engouement collectif pour pouvoir converger sur des projets concrets.

Ces partages de connaissances doivent particulièrement permettre d'aboutir à une vision systémique des ressources que propose un territoire et ainsi créer des synergies. Il est en effet primordial que les tensions liées aux ressources nécessaires à la décarbonation soient déterminées et mutualisées au niveau local (compétences, énergies bas-carbone, matières premières...). La mise en œuvre de la planification écologique nécessite de tirer parti de la complémentarité des activités industrielles, et cela est particulièrement vrai du point de vue énergétique (valorisation de la chaleur fatale, autoconsommation collective, décarbonation de certains usages...).

Recommandation n°17

Soutenir la mise en place de gouvernances industrielles locales permettant de construire des cartographies de flux physiques d'énergies susceptibles d'entrer en synergies.

Constituer des plateformes industrielles

Actuellement au nombre de cinq (Grandpuits, Port-Jérôme-sur-Seine, Roussillon, Drusenheim et Balan)⁵⁰, **les plateformes industrielles sont définies comme « le regroupement d'installations [...] sur un territoire délimité et homogène conduisant, par la similarité ou la complémentarité de ces installations, à la mutualisation de la gestion de certains des biens et services qui leur sont nécessaires »**⁵¹. Ces plateformes sont particulièrement soutenues par le Gouvernement car elles ont un rôle important à jouer dans la poursuite de la décarbonation de l'industrie en favorisant l'utilisation d'énergies bas-carbone. À titre d'exemple, la plateforme du Roussillon, qui rassemble plusieurs industries du secteur de la chimie sur une même zone, permet « la mutualisation de la gestion des biens et des services et optimise entre les industriels présents sur la plateforme la consommation de matières premières et d'utilités en réduisant la production d'effluent et de déchets »⁵². Tous les industriels de la plateforme sont également solidaires pour sortir progressivement des énergies fossiles en investissant dans la production d'énergie bas-carbone⁵³.

Au-delà d'un accès facilité aux capacités de financement, le regroupement au sein de plateformes industrielles permet d'offrir un pouvoir de négociation plus grand dans les négociations relative à l'approvisionnement en électricité bas-carbone et à un prix stable sur le long terme, permettant ainsi de limiter les risques de délocalisations d'activités. En outre, les sites situés au sein d'une même plateforme industrielle peuvent bénéficier des conditions particulières d'approvisionnement en électricité au même titre que les entreprises fortement consommatrices d'électricité⁵⁴.

Recommandation n°18

Rendre possible, pour les plateformes industrielles, une déclaration commune des gaz à effet de serre pour faciliter les dynamiques collectives intégrées.

50 Arrêté du 18 novembre 2021 fixant la liste des plateformes industrielles prévue par l'article L. 515-48 du code de l'environnement

51 Article L515-48 du code de l'environnement

52 Sénat, Filière de la chimie et développement des plateformes industrielles - Question écrite n°13351 - 15^e législature, décembre 2019

53 Seqens

54 Article L351-1 du code de l'énergie



Clarifier et simplifier les aides financières

Une augmentation du soutien financier de l'État...

Depuis 2020, l'État a lancé des actions ambitieuses en matière de décarbonation via le plan France Relance et une enveloppe dédiée de 1,2 milliard d'euros. 241 projets lauréats ont ainsi obtenu des financements dans l'objectif de concrétiser des projets permettant réduire les émissions de l'industrie de 4,7 MtCO_{2eq} par an d'ici 2030, soit environ 6 % des émissions industrielles⁵⁵.

Pour atteindre un objectif réhaussé de réduction des émissions industrielles à cet horizon, ces dispositifs de soutien aux technologies matures ont vocation à être prolongés et complétés par des soutiens à des projets de plus grande ampleur et utilisant des technologies encore à un stade de développement précoce.

5,6 milliards d'euros supplémentaires sont

⁵⁵ Le volet « chaleur bas-carbone » a conduit à l'octroi d'environ 740 millions d'euros d'aides à 99 lauréats, tandis que le volet « efficacité énergétique et décarbonation des procédés » a permis d'accompagner 142 projets pour environ 580 millions d'euros d'aides. Les thémas de la DGE, n°8, mars 2023

ainsi dédiés à la décarbonation de l'industrie dans le cadre du plan France 2030 : 610 millions d'euros consacrés à l'innovation et au déploiement des technologies pour une économie bas-carbone et 5 milliards d'euros pour le déploiement de solutions de décarbonation de sites industriels à grande échelle (4 milliards fléchés vers les sites très émetteurs et 1 milliard fléché vers l'efficacité énergétique et l'utilisation de la chaleur bas-carbone pour l'ensemble des industries). Concrètement plusieurs appels à projets ont été lancés en 2022⁵⁶, et trois nouveaux appels d'offres ont été ouverts en 2023, avec une enveloppe totale d'un milliard d'euros⁵⁷.

Ces multiples appels à projets opérés par l'ADEME permettent à la fois de financer les

⁵⁶ Ces AAP sont relatifs à l'innovation dans les PME (IBAC PME), l'innovation de grande ampleur (DE-MIBAC), l'industrialisation des solutions de décarbonation (SO-LINBAC), le développement de zones industrielles bas-carbone (ZIBAC) ou bien encore à la sortie rapide des énergies fossiles (IZF).

⁵⁷ Les AAP BCIAT, DECARB-IND et DECARB-IND+. Dossier de presse du Conseil national de l'industrie dédié à la planification écologique, juin 2023

études des industriels et les investissements dans des solutions bas-carbone, mais également d'encourager la R&D et l'innovation ainsi que l'industrialisation de solutions de décarbonation. De façon complémentaire, le programme PACTE Industrie financé par le dispositif des certificats d'économies d'énergie permet d'accompagner les industriels dans la transition énergétique par le biais de formations et d'accompagnements (stratégie vas-carbone, gestion de l'énergie, financement de projets).

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 PAC THT, des fours et des chaudières électriques et apporter ainsi la visibilité nécessaire aux investissements.

Recommandation n°19

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 différence), et pouvant être bonifiées en cas de flexibilisation de ces nouveaux usages.

...À renforcer pour les petites et moyennes industries

En complément du soutien financier, l'objectif du Gouvernement est de mettre en place une **démarche d'accompagnement personnalisée pour chaque entreprise industrielle** afin de les impliquer dans la transition écologique. Ce plan doit permettre⁵⁸ :

- « **d'améliorer la lisibilité de l'offre disponible et de développer massivement la connaissance de cette offre par les entreprises industrielles, et en particulier les PME et ETI industrielles** » ;
- « *d'assurer une coordination souple des opérateurs publics au service de la transition, structurée autour d'objectifs d'accompagnement partagés tenant compte des spécificités de l'industrie* » ;
- « *d'améliorer le partage d'expérience entre opérateurs et l'évaluation quantitative des résultats des dispositifs mis en œuvre, en particulier vis-à-vis des objectifs nationaux (SNBC notamment)* ».

En effet, pour le secteur plus diffus (PME et ETI industrielles), l'enjeu prioritaire est d'accomplir leur transformation numérique plutôt que leur transition énergétique. **Par conséquent, les petits projets de décarbonation constituent un « trou dans la raquette » en termes de politique de décarbonation de l'industrie.**

Afin d'y remédier, plusieurs dispositifs sont en cours de déploiement pour aider l'ensemble des PME et ETI industrielles à se décarboner, que ce soit dans le cadre d'un partenariat entre opérateurs de l'Etat (ADEME, BPI, CCI et CMA), à travers des programmes d'accompagnement et de conseil (Diag Eco-Flux, Diag Décarbon'action, etc.) ou bien encore grâce à des dispositifs de financement (Prêt Vert, garanties vertes, etc.) **Bien que l'existence de ces différents dispositifs soit nécessaire, leur multiplicité constitue un frein à leur connaissance et à leur bonne appropriation.** La Direction Générale des Entreprises s'attache ainsi à rationaliser ces dispositifs et à proposer un catalogue des offres.

⁵⁸ Les thémas de la DGE, n°8, mars 2023

Le succès de la plateforme « Je décarbone » mise en œuvre par le Comité Stratégique de Filière Nouveaux Systèmes Énergétiques (CSF NSE) constitue pour sa part un dispositif simple et lisible pour l'ensemble des industriels. Les objectifs de la plateforme sont de faire émerger à court terme de nouvelles mises en relation entre les offreurs de solution de décarbonation à fort contenu local et les entreprises devant décarboner leurs sites industriels, et de créer des partenariats sur le long terme afin de faire émerger des leaders mondiaux français⁵⁹. Elle est également complétée par une animation nationale et territoriale avec des ateliers permettant de renforcer les opportunités de mises en relations.

Recommandation n°20

Accélérer l'adaptation des aides disponibles à la décarbonation des PME et ETI industrielles pour « dérisquer » leurs investissements de décarbonation.

⁵⁹ CSF NSE



Amplifier la dynamique de recrutement

La réalisation de la transition écologique dans l'industrie se heurte d'ores et déjà à d'importantes tensions de recrutement.

En effet, 58 % des recrutements ont été jugés difficiles par les entreprises industrielles en 2022, en hausse de 13 points par rapport à l'année précédente. En 2021, les trois quarts des 30 métiers les plus en tension étaient situés dans les secteurs du bâtiment et des travaux publics et de l'industrie (parmi lesquels chaudronnier, métalliers, tauliers mécaniciens, électroniciens de véhicules, soudeurs, fraiseurs...), pour diverses raisons comme la pénibilité de ces métiers⁶⁰.

Ce manque de main d'œuvre pourrait devenir le premier facteur limitant la décarbonation du tissu industriel français⁶¹, dans le contexte où la perspective de création d'emplois est massive dans la prochaine décennie (environ 200 000), principalement dans les métiers qualifiés comme

ingénieur(e)s et technicien(ne)s⁶². Face à ce défi, l'ancienne Première ministre Elisabeth Borne a réaffirmé que « *la formation est [...] un axe fondamental pour réussir la transition écologique et rendre notre économie plus compétitive, offrir des perspectives nouvelles aux salariés et recruter une main d'œuvre qualifiée au sein de l'industrie* »⁶³.

Dans ce contexte, plusieurs démarches ont été initiées pour répondre aux besoins des entreprises, à l'image de l'**appel à manifestation d'intérêt (AMI) « Compétences et métiers d'avenir » de France 2030**. Après un premier fléchage de financements vers des dispositifs innovants de formation dans l'industrie, la deuxième phase de cet AMI s'est ouvert en juin 2023 et vise à poursuivre la transformation de l'appareil de formation tant initiale que continue. En parallèle, plusieurs démarches **d'engagement de développement de l'emploi et des compétences (EDEC)** ont été réalisées au

60 SGPE

61 Le manque de moyens humains était en 2022 et en 2023 le principal frein aux projets de décarbonation. Wavestone, « Baromètre de l'Industrie 4.0 - Edition 2023 », octobre 2023

62 SGPE

63 Dossier de presse du Conseil national de l'industrie dédié à la planification écologique, juin 2023

niveau national, dont celui de la filière électrique, visant à quantifier les besoins en emplois et à préciser en conséquence les évolutions des offres de formations et de certifications. Au-delà d'actions de communications pour rendre attractifs les métiers de l'industrie, il est également nécessaire de développer de nouvelles écoles de formations et de métiers pour les filières de l'industries permettant de réaliser la transition écologique (batteries, pompes à chaleur, hydrogène...).

Recommandation n°21

Prolonger l'appel à manifestation d'intérêt (AMI) « Compétences et métiers d'avenir » de France 2030 jusqu'en 2027.

Recommandation n°22

Développer de nouvelles écoles de formations et de métiers adaptées aux nouveaux processus industriels liés à la transition écologique.

Enfin, **la relance des contrats d'apprentissage** permet d'accélérer la formation de la main d'œuvre en cohérence avec les besoins de l'industrie (plus de 100 000 contrats ont été signés dans l'industrie manufacturière en 2022⁶⁴). Le paysage de ces formations pourrait cependant être simplifié et étendu en ne réservant pas ces contrats aux plus jeunes, l'alternance entre période de formation théorique et périodes de mises en pratique dans une entreprise étant clé tout au long de la vie professionnelle.

Recommandation n°23

Accélérer la formation de la main d'œuvre grâce à la promotion des contrats d'alternance, notamment grâce au dispositif Pro-A destiné aux salariés souhaitant changer de métier.

64 SGPE





Union Française de l'Électricité

Paris & Bruxelles

www.ufe-electricite.fr
contact@ufe-electricite.fr



UFe
Union
Française
de l'Électricité