

Scénario négaWatt pour l'industrie française à l'horizon 2050



1. L'état des lieux

L'industrie manufacturière en France représente 21% des consommations d'énergie. Celle-ci a baissé (elle représentait 26% du total en 1990)

CONSOMMATION FINALE ÉNERGÉTIQUE PAR SECTEUR

TOTAL : 141 MTEP EN 2017

En Mtep (données corrigées des variations climatiques)

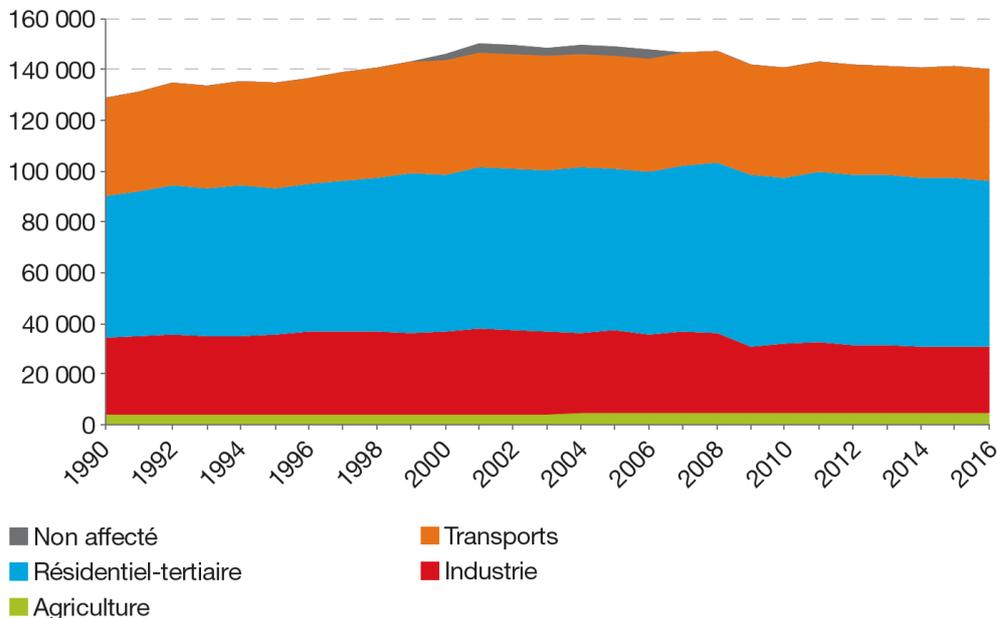
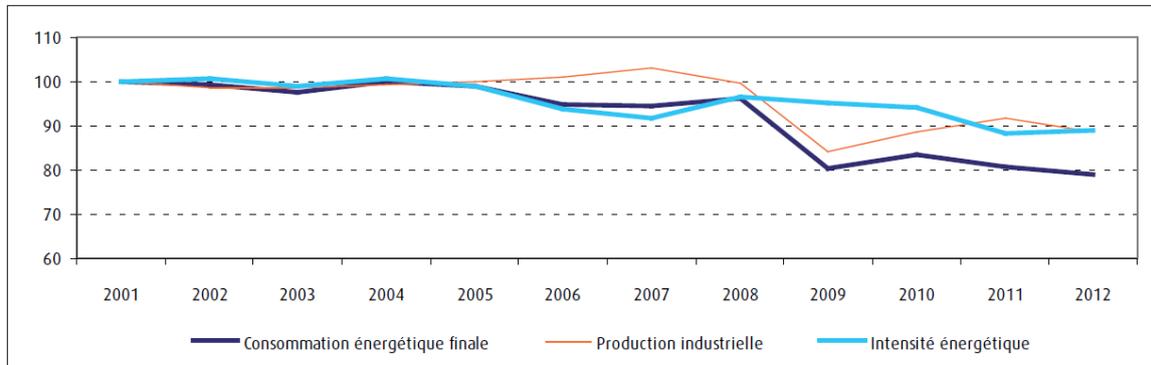


Figure 1 : Evolution de la consommation d'énergie en France pour différents secteurs (CGDD, Commissariat Général au Développement Durable, 2018)

Les raisons de cette baisse (figure 2) sont :

- Pour moitié, **l'efficacité des process** s'est accrue et l'intensité énergétique a baissé de 10% en 12 ans
- Mais pour moitié, **la production industrielle** a également chuté de 10% en 12 ans

Base 100 en 2001



Source : calculs SOeS, à partir de l'enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI), Insee

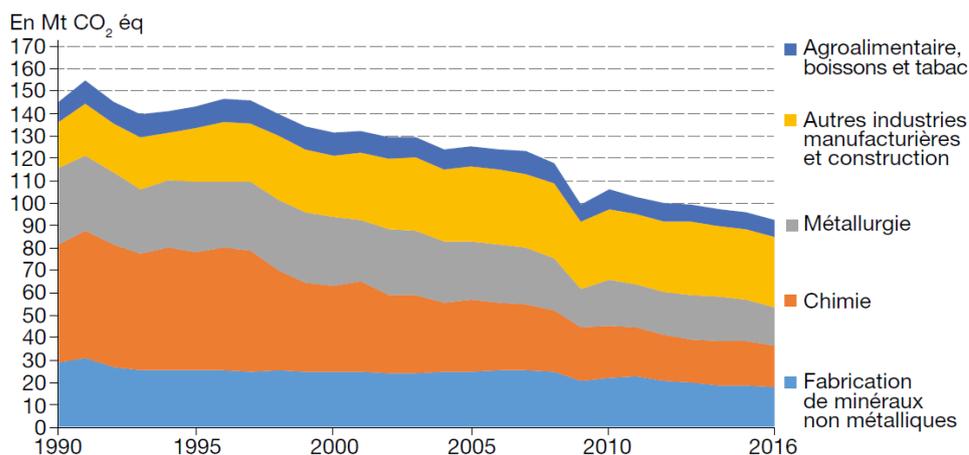
Figure 2 : Evolution de la consommation énergétique finale, de la production nationale et de l'intensité énergétique entre 2001 et 2012 (CGDD, Commissariat Général au Développement Durable, 2014)

L'industrie représente également 16,5 % des émissions de gaz à effet de serre (en 2016) dont 7% seulement dus à la combustion et 9,5% dus aux procédés industriels. Les réactions chimiques dans la fabrication de l'acier, du ciment et de la chimie génèrent des émissions de GES indépendamment de la combustion.

La baisse des émissions de gaz à effet de serre est plus importante (-35% entre 1990 et 2016) que celle relative à l'énergie. Cette différence s'explique par :

- La **substitution** de combustibles fossiles vers des renouvelables (déchets, biomasse) et vers l'électricité
- La **décarbonation** des process en termes d'émission de GES
- La part accrue du **recyclage** (surtout acier) qui génère beaucoup moins d'émissions

ÉMISSIONS DE GES DANS L'INDUSTRIE MANUFACTURIÈRE ET LA CONSTRUCTION EN FRANCE



Note : les émissions de chaque secteur incluent les émissions liées à l'utilisation d'énergie et celles liées aux procédés industriels.

Source : AEE, 2018

Figure 3 : Emission de GES dans l'industrie manufacturière et la construction en France (CGDD, Commissariat Général au Développement Durable, 2019)

Les trois secteurs le plus intensifs (et également les plus consommateurs d'énergie) sont ceux de la chimie, des métaux (surtout l'acier) et les minéraux non métalliques (essentiellement le ciment).

2. Le gisement d'économie d'énergie et d'émissions de GES

Le scénario négaWatt évalue ce gisement à trois niveaux :

- **Sobriété de la demande** en biens de consommation et en matériaux. Elle correspond à des produits plus durables, fabriqués en écoconception avec des matériaux moins gourmands. Elle correspond également à des matériaux davantage recyclés, ce qui génère des économies de matière mais également d'énergie et d'émissions de GES.
- **Efficacité des process** tant en ce qui concerne la récupération de la chaleur fatale, la performance des moteurs que l'alignement sur les meilleures techniques disponibles (MTD) existant dans le Monde. On peut ajouter à cela les process bas carbone pour les secteurs intensifs (acier, ciment, chimie, papier)
- Substitution vers les **énergies renouvelables** : biomasse et déchets en remplacement des combustibles fossiles et production d'électricité hydraulique, éolienne et photovoltaïque. Si cette substitution n'affecte pas la consommation d'énergie finale, elle affecte cette consommation en énergie primaire et surtout elle permet de répondre aux objectifs zéro carbone en 2050.

Ce gisement est récapitulé dans la figure 4. En plus d'une évolution tendancielle de -40 TWh d'ici 2050, la sobriété et l'efficacité permettent encore de réduire de 46% les consommations.¹ (négaWatt, 2017) (négaWatt, 2015)

¹ La répartition des gains entre efficacité et sobriété dépend de quel levier on actionne en premier. Sur la figure 4, on actionne d'abord la sobriété. Si on commence par l'efficacité, la répartition peut être différente.

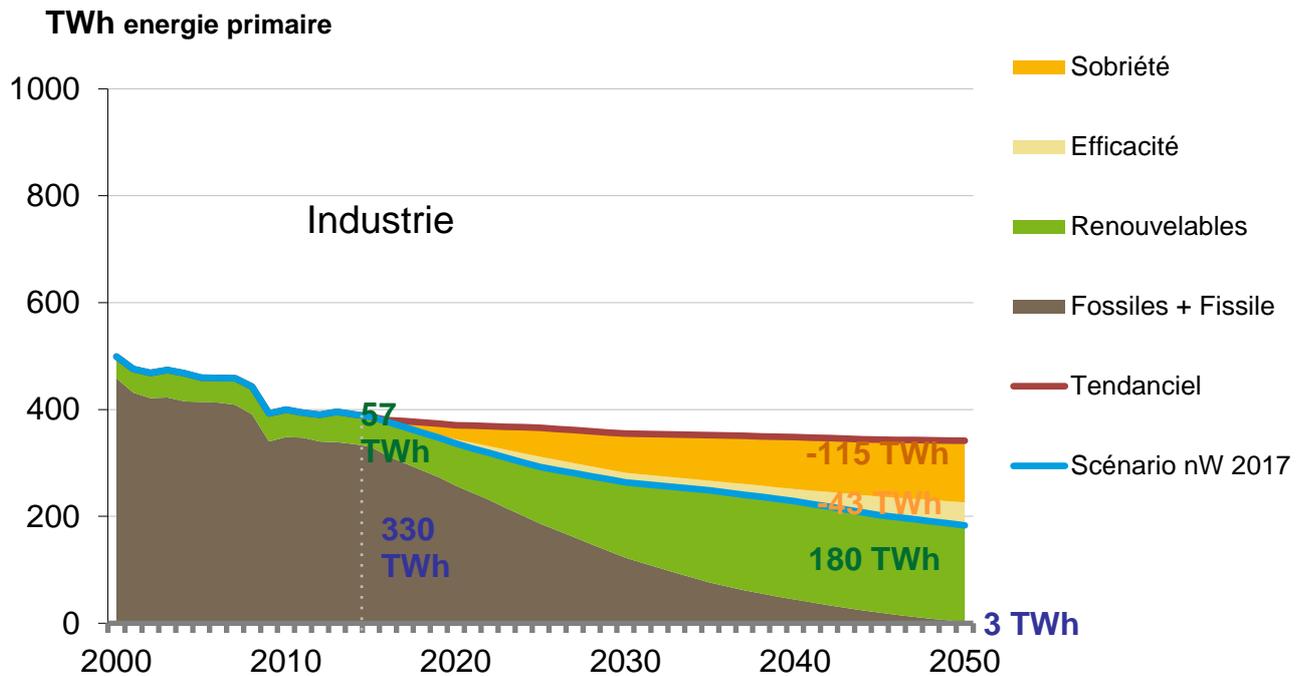


Figure 4 : Evolution des consommations d'énergie pour l'industrie dans le scénario négaWatt (négaWatt, 2017)

3. Evolution de la demande et économie circulaire

L'évolution de la demande dans le scénario négaWatt tient compte des aspects suivants :

- Des **produits plus durables car réutilisables**. La LTECV proscrit l'obsolescence programmée et c'est un bon début. Il faut maintenant bannir le jetable et favoriser la réutilisation qui est déjà en œuvre dans le marché d'occasion et les ressourceries. Également, si 50% des palettes en bois sont réutilisées, cette pratique pourrait s'étendre aux emballages en verre et en plastique via la consigne.
- Des **produits plus durables car réparables**. Certaines entreprises misent aujourd'hui sur la qualité et le SAV. Cela implique que les produits soient démontables avec des pièces détachées disponibles et davantage standardisées.
- Une **agriculture raisonnée** comme décrite dans le scénario Atterres 2050 (SOLAGRO, 2016) où la baisse des gaspillages, une alimentation saine et équilibrée, l'agriculture biologique et intègre permet une baisse significative des engrais azotés (-45%) et des phytosanitaires (-70%)
- La place de **l'écoconception et du biosourcé** concerne l'ensemble des produits et plus particulièrement les plastiques très consommateurs de pétrole comme matière première et comme combustible. Ceci est particulièrement pertinent pour les emballages (40% des plastiques). Est concerné également le bâtiment où partiellement le béton peut être remplacé par du bois
- La prise en compte des **évolutions structurelles**. Par exemple, le nombre de logements construits en France est amenée à baisser et sera l'activité sera compensée par un grand programme de rénovation de l'existant, mais qui ne consomme pas les mêmes matériaux. Dans le scénario bas carbone (DGEC, 2019), le nombre de logements neufs décroît de 37% entre 2016 et 2050. Le réseau routier et autoroutier ne peut se prolonger au rythme des dernières décennies et pourrait être remplacé par une extension / rénovation du réseau ferroviaire.
- **L'essor du numérique et des énergies renouvelables** peut contribuer au développement industriel de la France à condition que la production nationale soit favorisée au détriment des importations.

Le scénario négaWatt simule l'incidence de la production de biens de consommation sur la consommation de matériaux. Cette approche a suscité l'intérêt de la DGEC pour la préparation de la PPE. Elle fait partie d'un programme actuel de l'ADEME, InW, Enertech et Solagro.

Proposition de mesures relatives à la sobriété énergétique

1 Augmenter la durée de vie des produits

1.1 Action sur la réparabilité et le SAV

En concertation avec l'UE :

- mettre en place des directives imposant aux constructeurs de fournir pièces détachées pour dix ans minimum ainsi qu'un guide de réparation.
- augmenter la durée de garantie minimale à 2 puis 5 puis 10 ans
- imposer des grandes catégories de standard sur les pièces détachées.

1.2 Action sur la prolongation des équipements

Le secteur public peut montrer l'exemple en ne renouvelant pas systématiquement son parc bureautique et informatique tous les trois ans mais plus, avec exception si les nouveaux équipements sont nettement plus efficaces.

1.3 Action sur les produits jetables

Taxation des produits jetables et non soumis à la REP en tenant compte de l'énergie grise mais également du coût de traitement des déchets.

2 Favoriser l'économie de service et de partage

A l'instar des photocopieurs qui ne sont pas vendus mais loués, à l'instar des vélos proposés en location pour un usage partagé, on peut favoriser la généralisation de ce dispositif à nombre de biens d'équipement (automobiles, machines-outils, etc.)

3 Diminuer les emballages

3.1 Renforcer la diminution des emballages superflus et issus de la chimie du pétrole

Etiquetage du contenu en énergie des emballages et taxation à hauteur du coût de transport, retraitement et/ou élimination.

Politique dissuasive des suremballages.

Le besoin en matériaux primaires est fortement conditionné par le taux d'incorporation de matières recyclées (MPR) dans le processus de fabrication. Celui-ci peut grandement être amélioré de deux façons :

- Amélioration du **taux de recyclage à la collecte et au tri**. Par exemple, celui-ci est de 21 % en 2014 pour les plastiques contre 38% en Allemagne. (ADEME, 2016). Ceci peut être amélioré entre autres en généralisant les filières REP
- Réorientation du **flux de MPR vers l'utilisation sur le territoire** plutôt qu'à l'exportation. Pour ces mêmes plastiques, les déchets comme les résines recyclées sont exportés plutôt que valorisés en France. Par exemple sur les 21% de plastiques collectés, seulement 5% sont utilisés par les plasturgistes ! Les techniques de tri de régénération mériteraient d'être modernisées en France pour être compétitives avec celles existant déjà dans d'autres pays.

Proposition de mesures pour le recyclage

1. Définir des objectifs de taux d'incorporation des MPR

En aval de la collecte et du tri, beaucoup de MPR sont exportés pour des raisons économiques. Un tracé de l'énergie grise des biens et des objectifs de taux d'incorporation de MPR permettrait des économies significatives.

2. Orienter l'outil industriel des vers une meilleure incorporation des matériaux recyclés

Dans le cadre du plan d'investissement, de soutien aux entreprises et à l'emploi, réorienter l'activité industrielle vers la production d'acier électrique, d'aluminium secondaire. Pour le verre, le papier et les plastiques, le levier concerne une meilleure collecte.

3. Créer des centres de tri performants et compétitifs

Favoriser dans chaque région un centre de tri performant permettant de séparer des déchets mélangés (courants de Foucaults, tri optique, spectrométrie...etc.). L'avènement de la robotique pourra être un allié précieux.

4. Tracer la provenance des matériaux et des produits semi finis

Un traçage de la provenance des matériaux et des produits semi finis (comme on le fait pour la nourriture bio) permet aux acteurs publics et privés une réelle promotion des matériaux recyclés.

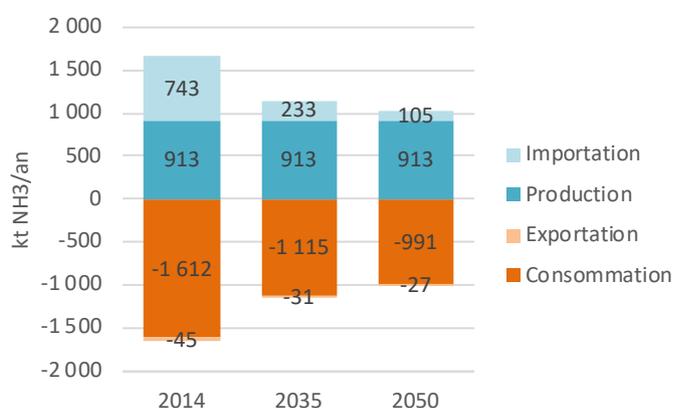
5. Renforcement et élargissement des filières REP

Les filières Responsabilité Elargie du Producteur peuvent être étendues aux matériaux de construction et à nombre d'articles comme les jouets ou les articles de sport. Amélioration de l'information au consommateur et respect des sanctions pour les contrevenants.

La baisse de la demande ne signifie pas automatiquement baisse de la production. Dans de nombreux secteurs, l'industrie française est importatrice nette. Il est possible et même cohérent de répercuter la baisse de consommation non pas sur la production mais sur les importations.

La diminution des engrais azotés par exemple devrait impacter la consommation d'ammoniac de -40% qui passe de 1612 kt/an en 2014 à 991 kt/an en 2050. Or la production en 2014 est seulement de 913 kt/an. Pour combler la différence, il suffit de conserver notre capacité existante et réduire la quantité importée.

Figure 5: Anticipation des consommations et production d'ammoniac en réduisant les importations (Figure réalisée par Simon Métivier Solagro)



Le scénario négaWatt permet même de simuler la possibilité de relocalisation partielle de certaines activités notamment les technologies de pointe comme l'électronique et les énergies renouvelables.

4. Amélioration et décarbonation des process

Dans le scénario négaWatt, plusieurs voies ont été répertoriées pour baisser l'intensité énergétique et celle en émission de GES.

- Les **économies transversales** (c.a.d. relatives à l'ensemble des secteurs) pour **l'électricité** représentent 80% des usages (moteurs, éclairage, froid). L'efficacité moyenne de ces appareils peut être améliorée de 46%. Le remplacement des moteurs de classe EI1 et EI3 par des classes EI3. La directive européenne CE 640/2009 (CE, 2009) est un bon exemple d'amélioration de l'efficacité.
- Les **économies transversales pour les combustibles** concernent la récupération de la chaleur fatale. L'ADEME les évalue à 10 TWh récupérables sur un total de 50 TWh (ADEME, 2015)
- Les **économies sectorielles** basées sur les meilleures techniques disponibles (MTD). Par exemple pour produire une tonne de chlore, il faut 3560 kWh avec le procédé à mercure (encore 15% de la production en France) contre 2820 kWh pour le procédé à membrane. Les documents BREF publiés par la communauté Européenne décrivent ces MTD (CE, 2009)
- Les **substitutions de combustibles** permettant de générer des économies auxquelles se rattachent la compression mécanique de vapeur, les fours à induction, les pompes à chaleur et la cogénération.
- Les **process peu émetteurs de GES**. Pour l'acier, le ciment, la chimie, de nombreux programmes cherchent à minimiser voire supprimer les émissions de GES dues au process. Pour l'ammoniac, l'hydrogène est aujourd'hui extrait du gaz naturel et cela génère des émissions. Son remplacement par un hydrogène issu de l'électrolyse n'émet pas de GES directement. De même pour la chimie et l'acier, la voie hydrogène est prometteuse pour atteindre la neutralité carbone en 2050 et a été retenue dans le scénario négaWatt.

Proposition de mesures pour l'efficacité énergétique

- 1. Coordonner et accélérer la mise en œuvre des directives réglementaires relatives aux économies transversales**
Il s'agit de coordonner les directives trop morcelées et de promouvoir leur renforcement au sein de l'EU, de les appliquer rapidement dans le droit français avec parfois des contraintes et un calendrier plus ambitieux.
- 2. Rendre plus efficace la politique des quotas carbone (ETS).**
Les quotas ne doivent plus être attribués selon des pronostics d'activité mais selon un benchmark comparatif avec les MTD et les procédés dans les pays émergents parfois plus efficaces qu'en Europe. Ce benchmark doit intégrer des nouvelles technologies bas carbone récentes. Le nombre de quotas alloués doit être en relation avec des objectifs ambitieux de baisse des émissions conformes à l'accord de Paris (SANDBAG, 2018)
- 3. Renforcer les fonds d'investissement et R&D pour des projets efficaces**
Dans le cadre de NER300 en Europe qui finance des projets à moindre émission, étendre ces financements à des projets économes en énergie et qui peuvent servir de référence comme les meilleures techniques disponibles. En France le PIA (plan d'investissement d'avenir) qui regroupe des financements de projets de recherche très divers pourrait voir une part accrue pour la transition énergétique à hauteur de ce que consacrent d'autres pays européens.

5. Les réussites et les freins identifiés

Contrairement au BTP dont les réalisations et les acteurs sont essentiellement locaux, l'industrie française est soumise à la concurrence européenne et mondiale. De ce fait, réaliser des investissements en faveur de la transition énergétique et climatique a plusieurs effets parfois contraires :

- Un effet positif car cela est l'occasion de **moderniser notre industrie** et même de se mettre à niveau avec des moyens de production plus efficaces qui sont parfois déjà à l'œuvre dans d'autres pays y compris des pays émergents.
- Un effet négatif car cela peut temporairement fragiliser une entreprise sur le marché face à des **concurrents** ayant des **coûts de production plus bas**. Dans le règlement ETS, des quotas gratuits ont été distribués aux entreprises lorsqu'il y a risque de « fuite de carbone » (cad délocalisation vers des pays à plus bas coûts de production mais plus émetteurs).
- Un effet positif car on se prémunit d'une **hausse du prix de l'énergie**. Mais l'importance de l'énergie dans la valeur ajoutée est très variable selon les secteurs. Pour la chimie, cela représente 2/3 de la valeur ajoutée, mais pour les équipements électroniques, à peine 4%.

Branches industrielles	Part de la consommation énergétique dans le Total	Part de l'énergie dans la VA
Chimie, caoutchouc, plastiques	28%	61,7%
Industrie du bois et du papier	9%	21,1%
Industries des produits minéraux	13%	19,1%
Industrie de la viande et du lait	3%	17%
Métallurgie et transformation des métaux	26%	11,8%
Autres industries agricoles et alimentaires	9%	11,4%
Industrie textile	1%	11,2%
Industrie automobile	2%	9,1%
Industries des équipements du foyer	2%	6,3%
Pharmacie, parfumerie, entretien	1%	6%
Industrie des composants électriques et électroniques	1%	5,2%
Construction navale, aéronautique et ferroviaire	1%	4,9%
Habillement, cuir	0%	4%
Industries des biens d'équipement mécaniques	1%	3,9%
Industries des équipements électriques et électroniques	1%	3,8%
Ensemble	100%	14%

Figure 6 : Importance du poste « énergie » dans la valeur ajoutée dans différents secteurs et comparaison avec leur consommation énergétique relative (Source CEREN / INSEE)

Il est donc important de fixer des objectifs pas seulement globaux mais également **secteur par secteur** en fonction :

- D'une anticipation de la demande
- De leur importance en termes de consommation énergétique.
- Des meilleures techniques disponibles

Ces objectifs doivent être l'objet d'**audits réguliers** pour vérifier la pertinence des actions entreprises ainsi que de **projets pilotes** pour valider les nouvelles technologies. Les prêts vert et Eco Energie malgré leur succès n'avaient pas cette exigence.

Au niveau européen :

- Malgré son insuffisance actuelle, la **stratégie ETS de quotas** carbone est une voie qui devrait à terme avoir les effets escomptés. A cause d'un trop grand nombre de quotas et d'un prix du CO2 trop faible (5 €/tCO2 en 2017), la politique ETS ne permettait pas des baisses significatives. Depuis la nouvelle organisation pour la Phase 4 et la création d'une réserve de quotas, la tonne est remontée autour de 20 €/tCO2. Pour que cette politique soit efficace, il faudra que ce coût dépasse 40 €/tCO2. Ceci nécessite que les attributions de quota soient reliées à une politique énergétique et climatique globale en cohérence avec les engagements de l'accord de Paris.
- Plus généralement toutes les **directives européennes** méritent d'être unifiées et coordonnées. Aujourd'hui il en existe plusieurs (directive IED, efficacité énergétique, écoconception, ETS, etc.) qui ne sont pas toujours en cohérence, créent des lourdeurs administrées et ne permettent pas de bien cerner l'orientation stratégique.

Au niveau national :

- Le **plan d'investissement d'avenir** (PAI2) en phase 2 accorde 2,3 GE pour la transition énergétique et 1,7 G€ pour l'industrie mais pas seulement pour l'énergie. A titre de comparaison le programme allemand KfW a un budget annuel d'environ 3 à 4 G€ (RAC, InW, 2014)
- Le **soutien aux industries électro intensives** a pour but de protéger les industriels très dépendants de l'électricité d'une hausse des prix. Il est à observer que les industriels allemands qui paient leur électricité 25 à 80 % plus chère sont néanmoins plus compétitifs sur le marché européen. (RAC, InW, 2014)
- Les CEE dont 6% seulement concernent l'industrie **A compléter**

En conclusion, la transition énergétique dans l'industrie ne peut se satisfaire de considérations du court terme. L'importance des enjeux et des investissements, impose une vision à long terme en parallèle avec la modernisation indispensable de notre équipement national.

Cela suppose une vision claire et cohérente des transformations sociétales et technologiques que va induire les importants défis que doit relever la transition énergétique. Nous en avons les moyens. Mettrons les en œuvre.

BIBLIOGRAPHIE

ADEME. (2015). *La chaleur fatale industrielle*.

ADEME. (2016). *Bilan national du recyclage 2005-2014*.

CE. (2009). *Document de référence sur les meilleures techniques disponibles. Efficacité énergétique*.

CE. (2009). *Règlement CE 2009/641*. Récupéré sur <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:191:0026:0034:FR:PDF>

CGDD, Commissariat Général au Développement Durable. (2018). *Chiffres clés de l'énergie*.

CGDD, Commissariat Général au Développement Durable. (2019). *Chiffres clés du Climat*.

CGDD, Commissariat Général au Développement Durable. (2014). *Chiffres et statistiques n° 542*.

DGEC. (2019). *Synthèse du scénario de référence de la stratégie française pour l'énergie et le climat*.

négaWatt. (2015). *Peut-on encore réaliser des économies d'énergie dans l'industrie ?* Récupéré sur Décrypter l'énergie: <https://decrypterlenergie.org/peut-on-encore-realiser-des-economies-denergie-dans-lindustrie>

négaWatt, A. (2017). *Synthèse de deux scénarios négaWatt 2017-2050*. Récupéré sur <https://negawatt.org/Synthese-du-scenario-negaWatt-2017-2050>

RAC, InW. (2014). *La transition énergétique du secteur de l'industrie*.

SANDBAG. (2018). *Barriers to industrial decarbonisation*. Récupéré sur https://sandbag.org.uk/wp-content/uploads/2018/05/Sandbag_barriers-to-industrial-decarbonisation_Report_final_23May.pdf

SOLAGRO. (2016). *Le scénario Afterres 2050*. Récupéré sur https://afterres2050.solagro.org/wp-content/uploads/2015/11/Solagro_afterres2050-v2-web.pdf