Défis et opportunités du futur mix énergétique décarboné de la France - Cas de la filière Chimie

Par Magali SMETS
Directrice générale de France Chimie

Et Sylvain LE NET
Responsable Énergie et Changement climatique de France Chimie

La Chimie est une filière dont le rôle stratégique pour la souveraineté industrielle fait aujourd'hui consensus à Bruxelles comme à Paris. Elle est un secteur-clé de l'économie française, mais également le premier consommateur industriel en énergie, électricité et gaz. Depuis 1990, elle a réduit ses émissions de gaz à effet de serre de plus de 70 %, en investissant dans l'abattement du protoxyde d'azote, l'efficacité énergétique ou la production de chaleur moins carbonée. Cette transition de la filière s'est accompagnée d'une hausse de la valeur ajoutée et des volumes de production jusqu'en 2015. Mais depuis, la succession de crises – énergétique, capacitaire et géopolitique – a fragilisé la Chimie européenne de façon inédite.
Alors que les prochains leviers de décarbonation (hydrogène bas-carbone, captage-stockage du CO_2…) sont plus coûteux et dépendent d'infrastructures dont le développement est porté par des tiers, il importe plus que jamais de réunir les conditions de succès de cette transition pour en faire un levier de réindustrialisation. Cela nécessite un modèle économique viable combinant un accès compétitif à une énergie bas-carbone, un soutien à l'investissement et à la demande en produits bas-carbone et une protection face à une concurrence internationale moins contrainte. Dans une période d'abondance d'électricité bas-carbone sur le marché français, de nouvelles opportunités d'électrification de la Chimie émergent. Elles mettent en évidence les accords gagnant-gagnant qui peuvent être trouvés entre les consommateurs industriels et les producteurs d'électricité.

Une industrie intensive en énergie au cœur de l'économie

Avec près de 4 400 entreprises, 229 000 salariés et un chiffre d'affaires avoisinant les 100 milliards d'euros, la Chimie constitue l'un des principaux secteurs industriels français. Souvent qualifiée d'industrie des industries, elle fournit les substances, matériaux et intermédiaires indispensables à de nombreuses filières stratégiques telles que la santé, les transports, l'agriculture, l'énergie, l'électronique ou encore le traitement de l'eau.

Cette position centrale dans l'économie s'accompagne d'une forte intensité énergétique. Les procédés de transformation de la matière qu'elle met en œuvre mobilisent en effet d'importantes quantités de produits énergétiques, utilisées à la fois comme matière première et comme source d'énergie. Historiquement, une part importante de ces besoins a été couverte par des ressources fossiles : le gaz naturel pour la production de chaleur, de vapeur et d'hydrogène, et les produits pétroliers pour la production des molécules carbonées, briques essentielles de la chimie organique. Leur utilisation engendre des émissions de CO_2, auxquelles s'ajoutent d'autres gaz à effet de serre émis par certaines réactions chimiques, comme le protoxyde d'azote (N_2O).

En conséquence, la Chimie émet encore aujourd'hui environ 13 $MtCO_{2e}$ par an, soit près de 4 % des émissions nationales, contre plus de 9 % en 1990. Cette évolution vertueuse est à l'origine de 20 % de la baisse des émissions de la France. Elle témoigne d'une transformation profonde engagée depuis plus de trois décennies.

Un secteur qui s'attache à réduire ses impacts sur l'environnement

Depuis 1990, la Chimie en France a réduit ses émissions de gaz à effet de serre de plus de 70 %. Schématiquement, ce résultat s'appuie sur trois grandes étapes successives :

- d'abord l'abattement des émissions de protoxyde d'azote par réduction catalytique, dès l'apparition des premiers marchés valorisant les réductions d'émission de gaz à effet de serre, dans les années 1990 ;

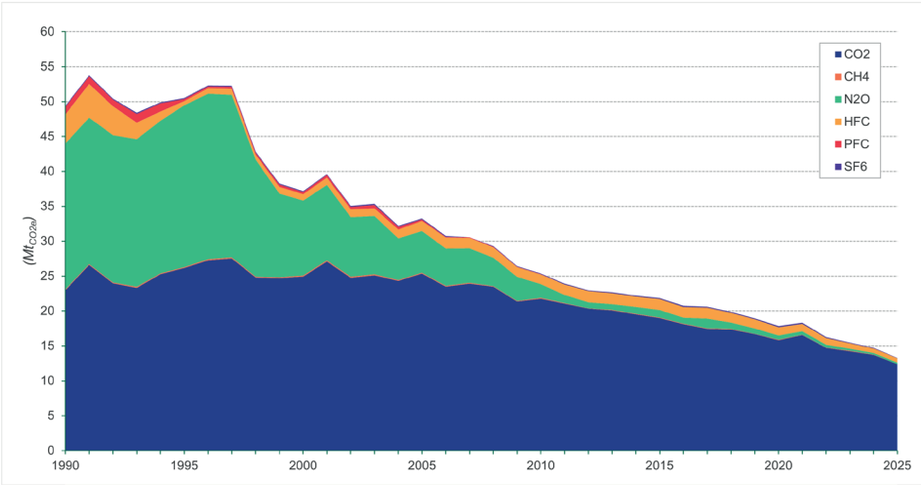


Figure 1 : Émissions de gaz à effet de serre historiques de la Chimie en France (Source : CITEPA).

- puis une amélioration significative de l'efficacité énergétique des procédés, pour consommer moins d'énergie par tonne produite, surtout à partir des années 2000, lorsque les énergies fossiles se sont fortement renchéries ;
- et depuis les années 2010, sous l'effet du marché du carbone européen et grâce aux soutiens publics, par une substitution des énergies les plus carbonées par du gaz, mais aussi par de l'énergie issue des déchets non-recyclables et de la biomasse, dont la France dispose en grandes quantités mais qui restent sous-exploités.

Contrairement à d'autres secteurs, la décarbonation de la Chimie a principalement reposé sur des investissements industriels et des transformations technologiques, plutôt que sur une variation de l'activité. En effet, la production de la Chimie a augmenté tant en volume qu'en valeur ajoutée jusqu'en 2015. Ensuite, la dynamique s'est infléchie : France Chimie estime que les baisses d'émissions constatées depuis 2015 sont dues pour un tiers à des investissements dans la transition énergétique, et pour deux tiers à une réduction du niveau d'activité, voire des fermetures de sites.

Un secteur qui traverse une crise inédite

La chimie européenne traverse en effet une crise sans précédent due à une pression concurrentielle qui s'est nettement accrue, en particulier de la part de la Chine, qui dispose de surcapacités de production importantes, mais aussi de la part des États-Unis et du Moyen-Orient. Dans ce contexte, l'Europe apparaît nettement moins bien armée, notamment du fait d'un coût d'approvisionnement en énergie supérieur à ceux de ses concurrents internationaux. Et l'écart s'est amplifié sous l'effet de chocs successifs, liés à l'invasion de l'Ukraine par la Russie, aux problèmes de corrosion sous contrainte sur le parc nucléaire français et au conflit au Moyen-Orient. Le gaz naturel, principale source d'énergie pour la Chimie en France est toujours 4 à 5 fois plus cher en France qu'aux États-Unis, et le coût de l'électron 30 % plus cher en France qu'au Texas.

La fédération européenne de la Chimie, le Cefic, a récemment publié une étude[1] soulignant l'accélération des fermetures en Europe, avec la disparition de 37 millions de tonnes de capacités depuis 2022, soit 9 % de la production de la chimie européenne et 14 % pour la seule pétrochimie. Tous les pays européens sont concernés et en particulier les Pays-Bas et l'Allemagne. La France a connu un ralentissement légèrement moindre que la moyenne européenne, grâce aux effets du plan de relance post-Covid et de France 2030.

Mais au-delà des fermetures de sites, le problème réside plus généralement dans la sous-utilisation des capacités de production : les sites de la Chimie en France affichent un taux d'utilisation moyen autour de 70 %, bien en dessous du seuil de rentabilité estimé à 80 %. Cette situation fragilise les sites industriels et freine d'autant leurs investissements.

Des leviers de décarbonation de plus en plus coûteux

Cette dégradation du contexte économique intervient alors même que les perspectives de réduction des émissions de gaz à effet de serre deviennent plus complexes. En toute logique, les entreprises ont d'abord mis en œuvre les projets présentant le temps de retour sur investissement le plus court. Les investissements nécessaires pour poursuivre la décarbonation impliquent des technologies plus onéreuses, des infrastructures nouvelles et des coûts d'exploitation plus élevés.

Entre 2021 et 2023, plusieurs exercices prospectifs ont été lancés pour déterminer les voies de décarbonation de la Chimie. Ce travail a donné lieu à la publication

[1] https://cefic.org/news/chemical-plant-closures-surge-six-fold-in-europe-since-2022-reaching-37mt-new-report-finds/

d'une feuille de route de décarbonation sectorielle[2] et à la signature de contrats de transition écologique[3] par les plus grands sites de la Chimie, qui concluent que la Chimie pourrait porter sa réduction d'émission de gaz à effet de serre à - 79 % d'ici 2030 et - 94 % d'ici 2050, par rapport à 1990, si certaines conditions de succès sont réunies.

Cette trajectoire repose d'abord sur des technologies matures : récupération de chaleur fatale, production de chaleur à partir de biomasse ou de déchets non-recyclables, amélioration des systèmes frigorifiques, électrification de certains procédés. Plusieurs projets ont d'ailleurs été lancés depuis 2021, grâce aux soutiens de France Relance ou de France 2030.

Mais l'essentiel des abattements de CO_2 supplémentaires se fonde sur des leviers de rupture, (au sens du passage à l'échelle industrielle) parmi lesquels la production d'hydrogène bas-carbone par électrolyse et le captage-stockage du CO_2. Or, ces technologies présentent comme caractéristique commune de nécessiter des infrastructures et des équipements très capitalistiques, et de conduire à une hausse durable des coûts de fonctionnement.

La poursuite de la transition énergétique de la Chimie tend donc à accroître les coûts de production, alors que le défi des entreprises est de regagner en compétitivité face à des concurrents qui bénéficient d'un accès privilégié à des ressources énergétiques abondantes et compétitives, et qui n'adhèrent souvent pas à la même ambition environnementale.

Le cas de l'hydrogène bas-carbone produit par électrolyse illustre bien cette difficulté. Ces dernières années, ce levier de décarbonation a suscité un fort intérêt en Europe et la France s'est même dotée d'une stratégie pour le développement d'une économie de l'hydrogène. Mais l'engouement initial s'est rapidement heurté à la problématique du surcoût par rapport au procédé traditionnel de production d'hydrogène par vaporeformage de méthane : la bascule vers l'électrolyse de l'eau représente un triplement du coût de production de l'hydrogène. Et la comparaison avec l'hydrogène américain porte cet écart à un facteur 6.

Les analyses conduites par l'ADEME dans le cadre des Plans de Transition Sectoriels[4] convergent avec ce diagnostic. En abordant la problématique sous forme de scénarios contrastés, elles envisagent différentes voies de décarbonation et mettent en évidence que la réussite de la transition des sous-secteurs de l'éthylène et de l'ammoniac nécessite des investissements massifs, des infrastructures et d'un cadre économique et réglementaire adapté.

Un modèle économique à inventer

Pour justifier l'investissement dans ces technologies de rupture, il est nécessaire d'assurer aux industriels un modèle économique viable. Comme le souligne le rapport de Mario Draghi[5], publié en septembre 2024, cela nécessite d'agir sur trois leviers : stimuler la demande en produits issus de procédés bas-carbone,

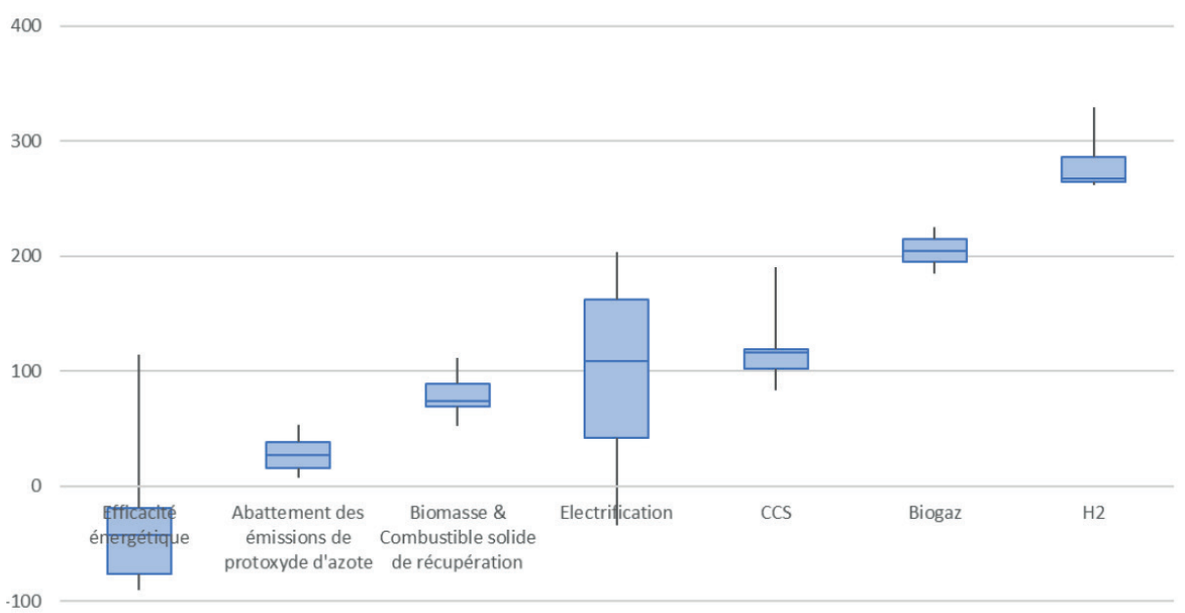


Figure 2 : Coûts d'abattement des différents leviers de décarbonation dans la Chimie en France (en €/tCO_2) (Source : Rapport sur l'impact environnemental du budget de l'État 2023).

[2] https://www.francechimie.fr/la-chimie-rehausse-son-ambition-en-matiere-de-decarbonation

[3] https://www.entreprises.gouv.fr/priorites-et-actions/transition-ecologique/decarboner-lindustrie/contrats-de-transition-ecologique

[4] https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/conseils/industrie/decarbonation/plans-transition-sectoriels

[5] https://commission.europa.eu/document/download/97e481fd-2dc3-412d-be4c-f152a8232961_fr?filename=The%20Draghi%20report%20A%20competitiveness%20strategy%20for%20Europe%20%28Part%20A%29-FR.pdf

soutenir les investissements et les coûts de fonctionnement par des financements publics (contrats carbone pour différence), et soumettre les concurrents extra-européens à une tarification carbone équivalente à celle qui est imposée à l'industrie européenne.

Sous l'impulsion de la France, la Commission européenne a instauré un Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières pour remédier à l'asymétrie de tarification carbone entre les industries européennes et leurs concurrentes. Toutefois, ce mécanisme est limité à un nombre réduit de produits et son efficacité incertaine du fait de nombreuses lacunes qui restent à combler : risques de contournement, effet négatif sur l'aval des chaînes de valeur et inefficacité sur les marchés à l'export. Compte tenu de la complexité de ses chaînes de valeur et de son exposition à l'export, la Commission européenne a renoncé à intégrer la Chimie dans ce mécanisme. Le seul instrument dont elle dispose pour lutter contre les fuites de carbone reste donc, à date, l'allocation de quotas gratuits dans le cadre du système européen d'échange de quotas de gaz à effet de serre.

Alors que la politique « climat » de l'Europe prévoit une baisse rapide de ces allocations et un renchérissement massif de la contrainte carbone sur les entreprises, il y a urgence à en réformer les principaux instruments (directive EU ETS, calcul des benchmarks, …) afin qu'ils contribuent effectivement à accélérer l'investissement dans la décarbonation et non la désindustrialisation.

Les autres leviers cités dans le rapport de Mario Draghi ont été repris dans le Pacte pour une Industrie Propre publié début 2025 par la Commission européenne. Celle-ci promet notamment de réduire les coûts de l'énergie bas-carbone, une condition clé pour préserver les chaînes de valeur indispensables à la souveraineté industrielle européenne.

Le rôle déterminant du futur mix énergétique français

La France dispose d'atouts significatifs pour mener à bien la transition énergétique de son industrie :

- un mix électrique bas-carbone, fondé sur l'électricité nucléaire et hydroélectrique ;
- un réseau de transport et de distribution d'électricité robuste ;
- une ressource en biomasse substantielle, issue des forêts[6] ou de l'agriculture.

France Chimie estime que la mise en œuvre de la trajectoire de décarbonation devrait conduire le secteur à accroître sa consommation d'électricité bas-carbone de 6 TWh/an d'ici 2030, soit la production d'un réacteur nucléaire de 900 MW, et sa consommation de biomasse dans les mêmes proportions. Le gisement de déchets et de biomasse devra également être mobilisé pour substituer les matières premières fossiles par des sources de carbone durables.

Les estimations de l'ADEME varient en fonction du scénario retenu, mais elles confirment une forte augmentation des besoins en énergies bas-carbone. Celle-ci est néanmoins contrainte par une réduction des estimations de croissance de la biomasse liée aux effets du changement climatique (notamment sur les forêts). De même, les analyses de France Chimie rejoignent les conclusions de l'étude « Futurs énergétiques 2050 »[7] de RTE[8]. La transition énergétique impliquera une électrification massive des procédés industriels et nécessitera donc de grandes quantités d'électricité bas-carbone. Cela implique à court terme d'accélérer le déploiement des énergies renouvelables (dont l'hydroélectricité) et de prolonger le parc nucléaire existant, et, à moyen et long terme, de lancer la construction de nouveaux réacteurs –, tout en gardant en ligne de mire l'objectif de compétitivité. La biomasse jouera également un rôle dans les procédés qui ne sont pas électrifiables.

Cela suppose aussi de mettre en œuvre un cadre contractuel donnant de la visibilité aux industriels sur leur approvisionnement en électricité. D'autant que la fin du dispositif d'Accès Régulé à l'Électricité Nucléaire Historique, le 31 décembre 2025, a fortement augmenté l'exposition des consommateurs industriels à la volatilité du marché de l'électricité. Un dispositif de redistribution de la rente du parc nucléaire historique a certes été instauré, avec une taxation des revenus d'EDF au-delà d'un niveau de prix fixé par voie réglementaire, puis versement aux consommateurs[9]. Cependant, le seuil de déclenchement élevé et l'assiette de distribution large en font un dispositif anti-crise énergétique plus qu'un mécanisme de couverture efficace.

À l'inverse, les contrats de long terme qu'EDF s'est engagé à proposer aux grandes entreprises industrielles, dans le cadre de la nouvelle régulation du marché de l'électricité, s'inscrivent dans la logique d'un approvisionnement prévisible et bas-carbone. Ces contrats ont répondu aux besoins des plus électro-intensifs, mais n'ont toutefois été accessibles qu'aux plus grandes entreprises, à même de fournir l'engagement financier attendu et de gérer la complexité de ces contrats. Globalement, seulement 10 à 15 % de la consommation industrielle en électricité qui a été sécurisée à long terme. Les autres consommateurs doivent se contenter de contrats fondés sur les prix du marché de gros de l'électricité, dont la visibilité dépasse difficilement les 3 ans.

Pour accéder à des conditions d'approvisionnement proches des concurrents internationaux, en particulier américains, les industriels doivent donc espérer que la période de prix relativement bas que connaît actuellement le marché de l'électricité français perdurera et pouvoir compter sur une fiscalité favorable, le maintien des abattements sur les tarifs de réseau et de la com-

[6] https://annales.org/re/2024/re115/2024-07-05.pdf

[7] https://www.rte-france.com/donnees-publications/etudes-prospectives/futurs-energetique-2050#Reactualisationdelaetude2026

[8] https://rte-futursenergetiques2050.com/

[9] Pour des prix entre 78–80 € et 100 €/MWh 50 % des revenus excédentaires pour EDF sont reversés aux consommateurs, ce qui amortit les hausses modérées de prix. Pour des prix supérieurs à 100 €/MWh le reversement atteint 90 %.

pensation des coûts indirects du marché du carbone répercuté sur les prix de l'électricité.

De nouvelles opportunités liées à l'électrification

On relève d'ailleurs des signaux de marché positifs ces dernières années, portés notamment par l'abondance d'électricité bas-carbone, d'origine nucléaire ou renouvelable. Plusieurs entreprises de la Chimie se sont lancées dans des projets de décarbonation qui étaient jugés jusqu'à présent insuffisamment rentables : électrification des fours et des machines tournantes qui fonctionnaient au gaz naturel. Par ailleurs, de nouveaux modèles de production de chaleur hybride, couplant électricité et gaz, se développent pour capter les opportunités liées aux périodes de prix très bas sur le marché de gros de l'électricité.

Ces projets témoignent de l'avantage compétitif que constitue le mix électrique bas-carbone français. En effet, les sites industriels en Allemagne et en Italie ne bénéficient pas de telles opportunités, malgré la capacité financière de leurs finances publiques. Seuls les Espagnols présentent un dynamisme comparable.

Ils mettent également en évidence la complémentarité entre les consommateurs industriels et les producteurs d'électricité. La consommation en base, indispensable aux grandes installations de la Chimie amont, permet d'absorber la production nucléaire, qui y trouve un débouché stable toute l'année. La consommation flexible qui se développe dans la Chimie intermédiaire apporte un exutoire bienvenu à la production d'électricité renouvelable intermittente.

Ces projets démontrent aussi que, lorsque les conditions techniques et économiques sont favorables, les entreprises de la Chimie continuent d'investir dans leur transition énergétique. Il s'agit désormais de généraliser cette tendance pour que la décarbonation ne se limite pas à quelques entreprises ou installations, mais qu'elle se concrétise dans l'ensemble du secteur, et notamment auprès des PME.

Les appels à projets de l'ADEME, l'enchère « chaleur » de la Commission européenne, ou les Certificats d'Économies d'Énergie (CEE) peuvent être un levier efficace pour accélérer les investissements, pour autant que les critères d'éligibilité à ces soutiens restent suffisamment souples. À titre d'exemple, certains de ces dispositifs excluent actuellement les projets de chaudières électriques couplées à des chaudières gaz, qui sont pourtant un des leviers identifiés dans les groupes de travail lancés par le Gouvernement sur l'électrification.

Une transition énergétique porteuse d'opportunités

Si la transition énergétique de l'économie constitue un défi majeur pour les sites de la Chimie, elle ouvre également des perspectives de développement significatives, puisqu'elle fait appel à une multitude de matériaux, de molécules et de procédés issus de la Chimie.

Les batteries, les énergies renouvelables, les matériaux de construction innovants, les solutions de recyclage avancé ou encore les produits biosourcés mobilisent les équipes R&D des entreprises de la Chimie et un tissu très dynamique de *startups*.

Cette offre au service d'une économie souveraine et moins carbonée est une opportunité de croissance pour le secteur et une chance à saisir pour les sites de production européens. Encore faut-il là-aussi adopter un cadre réglementaire adapté. Il s'agit notamment de porter une préférence européenne ciblée et pragmatique dont le périmètre est restreint aux pays du continent européen, de définir des mécanismes de soutien à la demande en produits bas-carbone et de simplifier la sortie de statut de déchets pour accélérer le développement d'un marché du recyclé.

La transition énergétique apparaît ainsi comme un double défi pour la Chimie française. Elle impose une transformation profonde des procédés et des approvisionnements énergétiques, mais elle crée également les conditions d'une nouvelle phase de développement industriel. La capacité à concilier compétitivité, souveraineté et décarbonation déterminera largement la place que la Chimie pourra occuper dans l'économie européenne de demain.

Bibliographie

ADEME, Plan de Transition Sectoriel de l'industrie de l'ammoniac en France, septembre 2023.

ADEME, Plan de transition sectoriel des industries du chlore et de l'éthylène en France, décembre 2024.

Cefic, European Chemical Closures & Investments Radar 2022-2025, janvier 2026.

CITEPA, Rapport Secten édition 2026, juin 2026.

Commission européenne, The Draghi report: A competitiveness strategy for Europe, septembre 2024.

Commission européenne, Le pacte pour une industrie propre, février 2025.

France Chimie, Feuille de route de la filière Chimie, novembre 2023.

Ministère du budget, Rapport sur l'impact environnemental du budget de l'État, octobre 2023.

RTE, Futurs énergétiques 2050, novembre 2021.