

Actions des entreprises de la chimie au service de la lutte contre le changement climatique

Élu président de l'Union des Industries Chimiques¹ en avril 2012, Philippe Gœbel est également, depuis 2013, vice-président du Comité stratégique de filière (CSF) Chimie et Matériaux.

Bien que deux fois centenaire, l'industrie chimique reste une industrie jeune et essentielle, sur laquelle reposent des pans entiers de notre société. En effet, toutes les nouvelles énergies ou toutes les nouvelles technologies développées pour faire face aux défis actuels n'auraient pu voir le jour sans réactions chimiques ou découvertes des scientifiques du secteur de la chimie. En ce sens, l'industrie chimique est génératrice d'innovation et de développement économique, elle est un déterminant majeur de la compétitivité économique française et un acteur indispensable au maintien du tissu industriel national, et des millions d'emplois qui y sont associés. C'est grâce à la chimie que la France sera en mesure de répondre aux enjeux majeurs du siècle, à savoir les problé-

matiques de changement climatique, de préservation des ressources et de l'environnement, ou encore de transition énergétique.

1 L'industrie chimique doit informer les citoyens sur ses actions

1.1. Le train du climat

L'UIC a été partenaire du train du climat, un événement organisé à l'occasion de la COP 21² (*Figures 1 et 2*). Le

2. COP 21 : COP signifie « *Conferences Of the Parties* » qui désigne des réunions annuelles au cours desquelles les représentants des pays du monde faisant partie de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques se réunissent, dans le cadre d'action de lutte contre le réchauffement climatique. La 21^e édition de ces COP a eu lieu à Paris du 30 novembre au 11 décembre 2015.

1. www.uic.fr



Figure 1

L'UIC a été partenaire du train du climat, pour la COP 21.

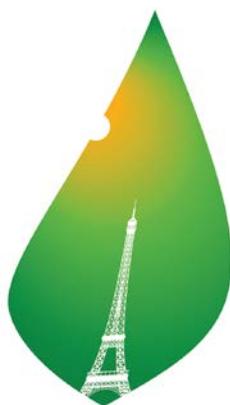


Figure 2

La 21^e édition des COP a eu lieu à Paris du 30 novembre au 11 décembre 2015.

Crédit : SG COP21.

PARIS2015
 CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
 SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES
COP21·CMP11

train du climat s'est déplacé dans 19 villes de France et à chaque étape, de nombreux visiteurs ont été étonnés par la présence à bord du train des entreprises de la chimie. Ils ne connaissaient pas les solutions qu'offrent les entreprises de la chimie au défi climatique. En effet, les entreprises de la chimie aident tous les acteurs industriels et économiques à réduire leurs empreintes environnementales. Pour 1 t de CO₂ émise lors de la fabrication d'un produit chimique, entre 2,1 t et 2,6 t de CO₂ sont évitées lors de son utilisation. De solutions en innovations, l'industrie

chimique a réduit sa dépendance aux énergies fossiles, a développé des solutions de mix énergétique...

C'est ainsi que **L'industrie chimique en France a réduit ses émissions de gaz à effet de serre de plus de 50 % depuis 1990.**

1.2. Lancement du mouvement international Responsible Care®

L'industrie chimique a lancé au niveau mondial en 1986 un mouvement international appelé Responsible Care® (Figure 3), qui fut précurseur par rapport à toutes les démarches qui se sont développées par la suite, sous le nom de « Développement Durable ».

La chimie en France s'est associée au Responsible Care® dès 1990. Responsible Care® est un engagement volontaire afin de réduire ce qu'on appelle aujourd'hui son empreinte environnementale, c'est-à-dire produire de manière encore plus respectueuse de notre environnement.

Nous n'avons peut-être pas bien, ou pas assez, su faire savoir et faire comprendre à nos concitoyens, aux politiques et à nos interlocuteurs en général, quelles que soient les parties prenantes, le rôle fondamental que doit jouer l'industrie chimique dans l'économie nationale.

1.3. La place de l'industrie chimique dans l'économie nationale

L'industrie chimique en France (Figure 4) est la

6^e industrie chimique mondiale et la deuxième industrie chimique européenne (la première étant l'Allemagne), et représente plus de 3 300 entreprises. Contrairement à ce qu'on pourrait imaginer, ces 3 300 entreprises ne sont pas des grands groupes mais sont à 90 % des ETI, des PME, voire des TPE³. Elles emploient plus de 203 000 salariés si on ne compte que les

3. TPE (Très Petites Entreprises) : entreprises de moins de 10 salariés. Depuis 2008 la nomination officielle de ces entreprises est « microentreprise » ; PME (Petites et Moyennes Entreprises) : entreprises occupant moins de 250 personnes et ayant un chiffre d'affaire annuel inférieur à 50 millions d'euros (ou un total de bilan n'excédant pas 43 millions) ; ETI (Entreprises de Taille Intermédiaire) : intermédiaire entre les PME et les grandes entreprises, employant entre 250 et 4999 salariés, ou ayant un chiffre d'affaire n'excédant pas 1,5 milliards d'euros (soit un total de bilan n'excédant pas 2 milliards d'euros).



Figure 3

Le mouvement international Responsible Care® a été précurseur des démarches de « développement durable ».



Figure 4

L'industrie chimique en France est la 6^e industrie chimique mondiale et la deuxième industrie chimique européenne.

effectifs directs. Si on prend en compte les emplois induits, il faut multiplier ce chiffre par trois voire quatre.

Le chiffre d'affaire de l'industrie chimique est de 75 milliards, dont plus de 55 milliards réalisés à l'exportation. Il faut aussi souligner que dans notre pays qui connaît un déficit commercial significatif depuis maintenant plusieurs années, la chimie présente un solde de ses échanges extérieurs positif de 7,3 milliards en 2015, malgré la baisse du prix du pétrole. La tendance à l'amélioration semble se confirmer pour 2016.

Enfin, la recherche a toujours été maintenue constante, quels que soient les aléas conjoncturels. En 2008-2009, il y a eu un recul profond de l'activité des entreprises de chimie en France, et malgré cela, l'effort de recherche a été maintenu. Il est actuellement d'environ 1,77 milliard d'euros, ce qui représente 11 % de la valeur ajoutée de nos entreprises. Plus de 12 500 personnes, dont 5 576 chercheurs, travaillent en R&D sur le territoire national.

Les deux caractéristiques de l'industrie chimique en France (valables pour d'autres industries chimiques dans le monde), et qui font partie de notre patrimoine génétique, sont que nous sommes à la fois innovateur et exportateur. C'est grâce à ces deux qualités que, mieux que d'autres secteurs industriels français, nous avons su traverser la crise qui s'est produite en 2008-2009, et qui quelque part fait encore sentir ses effets aujourd'hui.

Mieux traverser la crise veut dire arriver à un volume d'activité de +6 % par rapport à son meilleur niveau d'avant-crise (c'est-à-dire en 2007), alors que l'industrie française aujourd'hui est en diminution de -16 %. Ce chiffre n'est pas extraordinaire, mais est au moins positif là où l'ensemble est au négatif.

On a coutume de dire que la chimie est l'industrie des industries. Fondamentalement, toutes les productions de l'industrie chimique irriguent la plupart des grands secteurs industriels, ainsi que l'agriculture, la pêche, le bâtiment et les travaux publics.

Il n'existe pas au monde d'exemple d'économie forte sans une industrie forte. Il suffit de regarder autour de nous, et d'abord l'Allemagne, où l'industrie pèse 24 % du produit intérieur brut, face à 12 % pour la France. De même, il n'y a pas d'industrie forte sans industrie chimique forte : l'industrie chimique allemande est la première industrie chimique en Europe et fait partie du top trois des industries chimiques mondiales.

Quand on regarde le mode de développement des pays émergents (d'abord la Chine, mais aussi l'Inde, le Brésil ou l'Afrique du Sud), tous appuient leur développement d'une manière générale sur une industrie importante, et en particulier sur une industrie chimique puissante.

L'industrie chimique joue donc un rôle essentiel dans l'économie nationale, ce qui la met aussi en face de responsabilités importantes. C'est à nous de faire savoir en permanence

quel est son rôle, et de lutter contre les idées reçues, notamment cette image d'industrie polluante et dangereuse. Il faut notamment faire savoir que, sans la chimie, on ne trouvera pas les solutions qui permettront de lutter contre le changement climatique.

Ce combat de « lutte contre le changement climatique », nous le menons à deux niveaux : d'abord au niveau de nos propres installations (en produisant différemment afin que notre empreinte environnementale se réduise), et ensuite, et c'est sans doute le plus important en termes d'effet au niveau de nos clients tels que l'industrie automobile, l'industrie aéronautique, l'électronique, l'électricité, le bâtiment et les travaux publics, en leur fournissant des solutions qui vont leur permettre à leur tour de réduire leur empreinte environnementale et de réduire *in fine* l'empreinte environnementale de leurs propres clients.

2 La réduction de l'empreinte environnementale au sein des entreprises de la chimie

D'indéniables progrès ont été réalisés depuis les années 1990 : dans un pays comme la France où les émissions de gaz à effet de serre ne représentent que 1 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, la chimie ne représente aujourd'hui plus que 5 % des émissions de gaz à effet de serre. Cela correspond à une réduction de nos émissions

de 25 millions de tonnes de CO₂ en un peu plus de vingt ans, soit la moitié de l'effort qui était demandé à la France dans le cadre du protocole de Kyoto⁴.

2.1. Les moyens mis en œuvre pour réduire les émissions de CO₂

La réduction ne résulte pas d'une diminution de la production, qui est de 5 % supérieure à ce qu'elle était avant la crise de 2007, mais du travail sur l'ensemble des éléments qui constituent la chaîne de production.

2.1.1. La réduction de la consommation d'énergie

Elle peut être illustrée par l'exemple récent d'une grande plateforme chimique où la vapeur est produite de manière propre à partir de déchets de bois dont plus de 85 % de l'énergie contenue est valorisée.

Nous travaillons aussi sur l'amélioration des performances de nos procédés pour les rendre moins consommateurs de matière, moins consommateurs d'énergie et moins émetteurs de rejets d'une façon générale. Un adhérent de l'UIC a, depuis quelques années, déployé sur l'ensemble de ses sites des éco-procédés. En 2014, ses consommations d'énergie ont pu, grâce à ces démarches, baisser de 10 % (Figure 5).

4. Protocole de Kyoto : accord international signé en 1997, visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et dont les participants se réunissent une fois par an depuis 1995.



Figure 5

Grâce à des efforts d'amélioration des procédés, les consommations d'énergie ont pu baisser de 10 %.

2.1.2. Les bâtiments et le transport

La mise en place de bâtiments éco-efficients et le choix, pour le transport de nos produits, de modes de transport moins émetteurs de CO₂ et plus sobres en carbone font partie de la politique des entreprises de la chimie.

Cela devrait se traduire par une préférence du fluvial et du ferroviaire au transport par route. Cette mutation demeure un travail de longue haleine. En effet, au cours des dix dernières années, le transport ferroviaire en France a malheureusement diminué d'environ 30 % pour des raisons de coûts et de flexibilité, contrairement à l'Allemagne où il a augmenté d'environ 40 %.

3 Les entreprises de la chimie au service de la diminution de l'empreinte environnementale des clients

Les entreprises de la chimie mettent à la disposition de leurs clients des solutions innovantes pour leur permettre à leur tour, d'une part de réduire leur consommation de matière et d'énergie, et d'autre part de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre (*Figure 6*).

Une étude réalisée il y a quelques années par un cabinet de conseils montre qu'à chaque fois qu'on émet une tonne de CO₂ pour produire un produit chimique conçu dans ce but, cela permet d'éviter en aval l'émission de 2 à 2,5 tonnes de CO₂ par rapport aux solutions alternatives qui auraient dû être employées

si ce produit chimique n'avait pas existé.

Plusieurs grands secteurs sont concernés par les problématiques de développement durable et d'émission de CO₂, notamment les transports, l'habitat, les matériaux verts, les énergies renouvelables et l'économie circulaire.

3.1. Les transports⁵

Rappelons qu'il n'y a pas si longtemps, l'objectif en matière de consommation pour les véhicules était de descendre à 6 litres aux 100. Parmi les 34 plans industriels lancés en 2013, l'un d'eux s'appelait déjà « Le véhicule de 2 litres aux 100 » ; il n'y a pas de doute que ce but sera atteint.

Les industriels de la chimie ont leur place dans la réalisation de ce défi, et ce, de différentes manières :

- en mettant à la disposition des motoristes des lubrifiants qui permettent d'améliorer les performances et les durées de vie des moteurs ;
- en continuant à améliorer les performances mécaniques des matériaux de synthèse plus légers tels que les thermoplastiques composites qui sont issus de nos fabrications et qui peuvent être assemblés par les constructeurs automobiles grâce à des colles de structure qui, elles aussi, ont réalisé des progrès considérables ;
- en améliorant les caoutchoucs de synthèse pour

5. Voir aussi *Chimie et transports, vers des transports décarbonés*, coordonné par M.-T. Dinh-Audouin, D. Olivier et P. Rigny, EDP Sciences, 2014.



Figure 6

La chimie apporte des solutions innovantes pour réduire l'empreinte environnementale.

les nouveaux pneumatiques qui, en présentant moins de résistance au roulement, permettent aux véhicules automobiles de réduire leur consommation.

Ces exemples sont centrés sur l'automobile, mais on pourrait aussi citer l'aéronautique, où l'implantation de fibres de carbone, en particulier dans les avions, a permis de réduire considérablement les consommations de kérosène.

3.2. L'habitat durable⁶

L'habitat est, en France, responsable de 20 % des émissions de gaz à effet de serre et de 40 % de la consommation d'énergie. Dans ce domaine également, les produits de la chimie permettent d'intervenir par exemple sur l'efficacité énergétique des bâtiments, ou sur la qualité sanitaire avec des peintures dépolluantes.

Citons l'exemple des vitrages intelligents qui résultent des recherches de développement de la fonctionnalisation des matériaux : on introduit dans les vitrages certaines propriétés grâce à des radicaux souvent chimiques qui vont permettre de remplir certaines fonctions, et au total de minimiser les consommations d'énergie.

Dans le futur, un autre objectif est de fabriquer des isolants extrêmement fins qui permettront d'isoler les bâtiments à partir de l'intérieur tout en minimisant pratiquement to-

talement les consommations d'espace, c'est-à-dire sans empiéter sur l'espace utile pour les habitants.

3.3. Les matériaux verts et la chimie du végétal

Depuis plusieurs années, la chimie du végétal se développe. La chimie du végétal, comme son nom l'indique, est la chimie qui est issue des matières renouvelables issues de la biomasse, par opposition aux ressources fossiles (pétrole, gaz,...).

L'UIC s'est beaucoup engagée dans le développement de la chimie du végétal et est à l'origine de l'Association Chimie du Végétal⁷ (ACDV) à laquelle participent beaucoup de ses adhérents. Aujourd'hui, cette chimie du végétal parvient même à fabriquer des matériaux aux propriétés améliorées.

En 2008, les industries chimiques ont pris l'engagement de doubler la part des matières premières d'origine renouvelable dans leurs intrants entre 2008 et 2017. L'engagement est tenu et nous sommes confiants sur le fait qu'en 2017, 15 % des matières premières utilisées par l'industrie chimique seront d'origine renouvelable.

Cela peut sembler faible mais de nombreux facteurs techniques et économiques entrent en ligne de compte, et il est clair que la division par deux du prix du pétrole ne renforce pas la compétitivité des solutions renouvelables.

6. Voir aussi *Chimie et habitat*, coordonné par M.-T. Dinh-Audouin, D. Olivier et P. Rigny, EDP Sciences, 2011.

7. www.chimieduvegetal.com

Il ne faut pas confondre chimie du végétal et chimie verte⁸. La chimie verte, concept créé dans les années 1990, est une chimie qui obéit à 12 principes de base dont l'un d'entre eux est d'utiliser des matières d'origine renouvelable, donc la chimie du végétal. Les 11 autres principes sont des principes de ce qu'on peut appeler la « chimie durable », celle qui est appelée à exister dans la durée, parce qu'elle minimise ses consommations et son empreinte environnementale, et qu'elle cherche à déployer des procédés éco-efficents, qui consomment moins de matière et moins d'énergie. La chimie verte englobe donc la chimie du végétal.

Par exemple, quand on met au point des systèmes membranaires qui permettent de produire une eau 40 % plus pure en consommant 30 % moins d'énergie, on est au

cœur de la chimie verte. Et l'on continuera donc de faire de la chimie verte.

3.4. Les énergies renouvelables⁹

La France s'est fixé des objectifs ambitieux : en 2030, dans le cadre de la loi de transition énergétique, 32 % de la consommation primaire d'énergie devra être d'origine renouvelable, ce qui est un défi qui suppose des investissements, du travail et surtout des améliorations de performances importantes (*Figure 7*). Quand on pense énergie renouvelable, le photovoltaïque et l'éolien arrivent en tête, mais on oublie d'autres solutions alternatives.

3.4.1. Les panneaux photovoltaïques

Un panneau photovoltaïque est aujourd'hui un concentré

8. Voir aussi *Chimie et expertise, santé et environnement*, coordonné par M.-T. Dinh-Audouin, D. Olivier et P. Rigny, EDP Sciences, 2016.

9. Voir aussi *Chimie et enjeux énergétiques*, coordonné par M.-T. Dinh-Audouin, D. Olivier et P. Rigny, EDP Sciences, 2013.

Figure 7

La France s'est fixé des objectifs ambitieux en 2030 dans le cadre de la loi de transition énergétique : 32 % de la consommation primaire d'énergie doit devenir énergie renouvelable.



de produits et de matériaux qui sont issus de la chimie. L'amélioration des performances, des rendements et des coûts de production viendront essentiellement d'innovations développées au sein de nos entreprises.

3.4.2. L'énergie éolienne

Pour l'éolien, les problématiques posées aux industries de la chimie sont similaires et concernent la résistance, les propriétés mécaniques et l'allègement de matériaux pour fabriquer des pales plus performantes et plus légères. L'amélioration des propriétés des matériaux par nanostructuration¹⁰ ou par réalisation de composites aidera aussi à améliorer la performance de l'énergie éolienne.

3.4.3. Le stockage de l'énergie

Le stockage est un défi incontournable si on veut réussir le développement des énergies renouvelables. Tant qu'on ne saura pas résoudre de façon économiquement performante la question du stockage de l'électricité (voir le **Chapitre de Y. Bréchet** dans cet ouvrage *Chimie et changement climatique*, EDP Sciences, 2016), il sera toujours difficile de développer aussi vite qu'on le souhaiterait les énergies renouvelables.

Les énergies renouvelables sont intermittentes par nature : s'il n'y a pas de Soleil ou s'il n'y a pas de vent, il n'y a pas d'électricité. Quand il y a du

Soleil ou quand il y a du vent, il y a de l'électricité, mais en général, il y en a trop à ce moment-là (voir ce qui se passe chez nos voisins allemands). Il faut donc stocker cette énergie, pour pouvoir la réutiliser quand on en a besoin, la nuit par exemple.

La question du stockage de l'énergie est une question qui implique beaucoup nos entreprises, et c'est un enjeu majeur de notre société pour réussir la lutte contre le changement climatique (voir les **Chapitres de S. Candel, M. Fontecave, J. Legrand et J.-C. Bernier** dans *Chimie et changement climatique*).

3.4.4. L'hydrogène

Quand on parle d'énergie renouvelable, il faut aussi évoquer la question de l'hydrogène (voir le **Chapitre de P. Mauberger** dans *Chimie et changement climatique*) car il n'y aura pas qu'une seule solution pour faire face au mix énergétique dont nous aurons besoin dans les années qui viennent. Quand on parle d'énergie, il faut tenir compte du changement climatique mais aussi des besoins croissants en énergie de la planète.

3.4.5. Le bilan carbone et le mix énergétique

Si on veut rester en dessous de ces 2 °C d'élévation de température, il faut, comme cela a été montré dans d'autres chapitres de cet ouvrage, tenir compte de ce qu'on appelle le bilan carbone. Et aujourd'hui, on ne peut plus émettre que 1 000 milliards de tonnes de CO₂, d'après les experts du GIEC. Les émissions mondiales étant aujourd'hui de

10. Nanostructuration : une nanostructure est un assemblage d'atomes ou de molécules dont au moins une dimension est comprise en 0,1 et 100 nanomètres.

50 milliards de tonnes par an, si on ne fait rien, en vingt ans, l'avenir de notre planète est compromis...

Il faut donc réduire très rapidement les émissions, mais en même temps, nous devons tenir compte du fait qu'aujourd'hui, 1,3 milliard de personnes sur Terre n'ont pas encore accès à l'électricité, et qu'il y a le double de personnes qui utilisent encore la biomasse pour préparer leurs repas et dans des conditions qui font que l'OMS évalue à 4 millions par an le nombre de décès provoqués par des problèmes de qualité de l'air.

Il faut aussi pouvoir faire face à cette demande potentielle, car ce n'est pas parce que cela fait des années que nous bénéficions d'un confort et d'une

qualité de vie importante que nous sommes autorisés à en priver ceux qui n'y ont pas accès aujourd'hui.

Pour y parvenir, il ne faut pas opposer les énergies les unes aux autres ; nous avons besoin de toutes les formes d'énergie. Bien entendu, il faut développer les énergies renouvelables, mais vouloir se passer de l'énergie nucléaire qui n'est pas émissive n'est pas réaliste pour tenir cet objectif de 2 °C.

De plus, même les ressources fossiles ne sont pas toutes égales : quand on produit un kilo-watt-heure avec du charbon, on émet environ deux fois plus de CO₂ que quand on le produit avec du gaz. Il y a donc urgence à remplacer les centrales thermiques les moins performantes fonctionnant au charbon par des centrales au gaz. Plus on attend, plus le bilan carbone qui nous reste à consommer est limité. Il faut donc agir très rapidement.

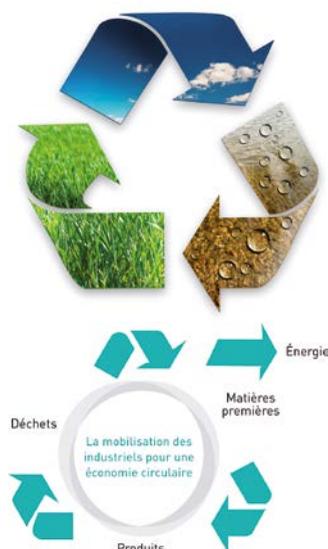


Figure 8

Recycler, réutiliser des produits, leur donner une nouvelle vie... L'économie circulaire fait partie des objectifs européens.

3.5. L'économie circulaire

L'économie circulaire mobilise les industriels de la chimie (**Figure 8**). L'économie circulaire figure dans la loi de transition énergétique adoptée en juillet 2015 en France, mais fait aussi partie de la politique énergétique européenne.

Il est raisonnable et sain de recycler autant que possible, de réutiliser des produits, de leur donner une nouvelle vie, et cela suppose également des procédés et des produits mis au point par l'industrie chimique.

La lutte contre le changement climatique : une opportunité pour l'industrie chimique

L'industrie chimique ne voit pas cette lutte contre le changement climatique comme une menace, mais vraiment comme une véritable opportunité, parce qu'on ne trouvera des solutions que si on fait appel à l'industrie chimique.

La COP 21 a débouché sur un accord qui permettra, en tout cas en ce qui concerne les principales zones émettrices, de placer tous les pays sur un pied d'égalité, dès 2020, puisque le protocole de Kyoto s'étend de 1990 à 2020.

Il est difficile de mettre en place un prix unique du carbone au niveau mondial, tout simplement parce que les situations économiques sont trop différentes entre les différentes zones du monde. En revanche, s'il y avait déjà un club des États qui parvenait à s'entendre pour mettre en place « des mécanismes de carbone » là où il n'y en a pas encore, on ferait un grand pas en direction de la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre.

Ces mécanismes peuvent prendre diverses formes : cela peut être une taxe, ou, comme en Europe, un système d'échange de quotas. Mais encore faut-il que ces mécanismes soient mis en place de façon globale, qu'ils permettent d'avoir un niveau de règles du jeu qui soit le plus égal possible entre les différentes zones, pour permettre à la chimie européenne et à la chimie française de rester compétitive et de pouvoir continuer à innover et à produire des innovations et des solutions qui permettront, dans la durée, de lutter contre le changement climatique.