

L'industrie chimique : quel avenir en France ?

03

Avant-propos
Bernard BIGOT

05

Introduction
Jean-Luc VO VAN QUI

L'état des lieux

08

À quoi sert l'industrie chimique ?
Rose Agnès JACQUESY et Armand LATTES

14

Une industrie chimique européenne
à la croisée des chemins
Jean-Pierre CLAMADIEU

20

L'industrie chimique en France : quel avenir ?
Didier LE VELY

24

Heurs et malheurs de l'industrie chimique de 1981
à nos jours, en France et dans le monde :
quelles leçons en retenir ?
Pierre AVENAS

La préparation du futur

29

La chimie peut-elle être respectueuse
de l'environnement ?
Jean-Marie DURAND

33

La chimie, un acteur responsable et incontournable
de l'économie durable
Luc BENOIT-CATTIN

38

La chimie verte et la chimie du végétal
Eric FIRTION et Christophe RUPP-DAHLEM

42

L'industrie chimique et l'énergie : la situation
en France et dans le monde
Virginie SCHWARZ et Julien TOGNOLA

48

Les prix de l'énergie et la compétitivité de l'industrie
chimique européenne
Jacques PERCEBOIS

53

La recherche en chimie aux frontières
de la connaissance
Dominique MASSIOT, Claire-Marie PRADIER,
Jacques MADDALUNO, Jean-François TASSIN,
Joël MOREAU, Mehran MOSTAFAVI, Anne IMBERTY,
Pascal BREUILLES et Catherine LARROCHE

58

Chimie et industries chimiques :
les formations universitaires et professionnelles
Catherine BEUDON, Jacques BOUSQUET,
Anouk GALTAYRIES et Daniel GUILLON

62

L'action du ministère de l'Économie, de l'Industrie et du
Numérique en faveur de la chimie
Marc RICO

Quelques illustrations

67

Les mutations de l'industrie chimique en Rhône-Alpes,
entre défense de l'existant et conquête de l'avenir
Simon-Pierre EURY et Patrice LIOGIER

73

Le *cluster* chimique de Lacq :
une reconversion exemplaire
Nicolas de WARREN

78

Innovating the world of specialty chemicals
for electronics and surface finishing
Nathalie BRUNELLE et Reinhard SCHNEIDER

Le dossier est coordonné par Jean-Luc VO VAN QUI

80

Biographies des auteurs

86

Traductions des résumés

LES ANNALES DES MINES - Bulletin d'abonnement
(à télécharger et à imprimer : http://www.annales.org/abonnement_fr.html)

et à retourner accompagné de votre règlement à
COM & COM
20, avenue Edouard Herriot - 92350 LE PLESSIS ROBINSON
tél.: 01 40 94 22 22 - Fax : 01 40 94 22 32

NOM

Prénom

Société

Fonction

Adresse

Code Postal Ville Pays

Je désire m'abonner :	Particuliers	Institutions*	
• à une des séries des Annales des Mines ◦ Réalités Industrielles <input type="checkbox"/> ◦ Responsabilité & Environnement <input type="checkbox"/> ◦ Gérer & Comprendre <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 95 €	<input type="checkbox"/> 125 €	France
	<input type="checkbox"/> 115 €	<input type="checkbox"/> 149 €	Étranger **
• à deux séries des Annales des Mines ◦ Réalités Industrielles <input type="checkbox"/> ◦ Responsabilité & Environnement <input type="checkbox"/> ◦ Gérer & Comprendre <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 181 €	<input type="checkbox"/> 228 €	France
	<input type="checkbox"/> 228 €	<input type="checkbox"/> 295 €	Étranger **
• aux trois séries des Annales des Mines ◦ Réalités Industrielles <input type="checkbox"/> ◦ Responsabilité & Environnement <input type="checkbox"/> ◦ Gérer & Comprendre <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 233 €	<input type="checkbox"/> 344 €	France
	<input type="checkbox"/> 293 €	<input type="checkbox"/> 411 €	Étranger **

Je vous adresse :

* Administrations, associations, établissements d'enseignement
** Pour Afrique, Amérique et Asie : Surtaxe Avion 11 €

- un chèque de € TTC libellé à l'ordre de FFE
- un virement à FFE
Bic : CCFRFRPP
IBAN : FR76 3005 6000 9600 9620 2372 395
- un bon de commande administratif (institutions publiques uniquement)
- Je souhaite recevoir une facture

Un système de paiement en ligne sera mis en place prochainement

DEMANDE DE SPÉCIMEN

A retourner à la rédaction des Annales des Mines
120, rue de Bercy - Télédéc 797 - 75572 Paris Cedex 12
Tél. : 01 53 18 52 68 - Fax : 01 53 18 52 72

Je désire recevoir, dans la limite des stocks disponibles, un numéro spécimen de la série :

- Réalités Industrielles
- Responsabilité & Environnement
- Gérer & Comprendre

La chimie : un brillant passé, un bel avenir

Par Bernard BIGOT

Président de la Fondation de la Maison de la Chimie
Directeur général de l'Organisation Internationale ITER

La chimie a cette particularité d'être à la fois une science solidement établie (depuis plus de 150 ans) et encore fortement inventive, et une industrie puissante, traditionnellement innovante et reposant sur des savoir-faire techniques hautement élaborés. Son objet est la transformation élémentaire de la matière à l'échelle de ses constituants atomiques et moléculaires dans des conditions aussi contrôlées que possible. C'est aussi leur purification très poussée, si nécessaire, éventuellement leur savante association et, enfin, leur caractérisation fine et leur détection, dans leur diversité quasi infinie.

La chimie s'est révélée pratiquement incontournable pour apporter des réponses pertinentes et durables aux multiples besoins des différentes activités humaines, qu'elles soient agricoles, industrielles, domestiques, artistiques ou culturelles. Il n'est pas un domaine de notre vie quotidienne qui ne dépende fondamentalement du savoir-faire des chimistes : alimentation et boisson, santé, hygiène et beauté, habitat, habillement, défense et sécurité, loisirs, information, transport, énergie...

Songez qu'au niveau de l'Union européenne, ce sont actuellement plus de 105 000 substances chimiques qui sont produites à l'échelle industrielle, dont plus de 30 000 le sont en des quantités supérieures à une tonne par an, et que la masse cumulée des substances chimiques commercialisées annuellement dans le monde est supérieure à 400 millions de tonnes, alors qu'elle était de moins d'une tonne il y a un siècle !

Ce secteur d'activité économique est en France, avec plus de 156 000 salariés, le premier exportateur industriel - pour une valeur de près de 55 milliards d'euros et une balance commerciale positive de plus de 7 milliards d'euros en 2014.

Enthousiasmés par ces perspectives professionnelles valorisantes, conscients de leur responsabilité et du rôle important qui est le leur dans la société, les chimistes sont souvent des gens passionnés par leur métier.

Certes, c'est une industrie à risques - comme nous l'ont rappelé un certain nombre (heureusement limité) d'incidents ou d'accidents dramatiques survenus dans le passé. Certes, la manipulation des substances chimiques ne saurait se faire sans respecter scrupuleusement les règles de bonnes pratiques, notamment en matière de doses et de conditions de mise en œuvre, rendant alors ces risques négligeables au regard des bénéfices et des avantages majeurs que l'on en retire. Et chacun a présent à l'esprit le lourd prix que certains ont dû payer par le passé ou paient encore aujourd'hui en termes de santé ou d'environnement, en raison de négligences ou d'ignorance individuelle ou collective.

Ce sont ces atouts majeurs et cette nécessité à la fois d'une recherche performante et imaginative, attirant quelques-uns des esprits les plus brillants et des mains les plus expertes de leur génération, d'une part, et d'une industrie puissante, diversifiée, innovante, compétitive sur les marchés mondiaux, bénéficiant du concours de personnels hautement qualifiés formés à appliquer les plus hautes exigences de sécurité et de sûreté, d'autre part, qui méritent d'être mieux connus, reconnus et soutenus par nos concitoyens.

Il ne saurait y avoir dans notre pays, comme partout ailleurs dans le monde, de progrès économique et social pour le plus grand nombre en matière de santé publique, de mieux-être et de développement durable respectueux des grands équilibres naturels qui ont façonné notre planète depuis quelques milliers d'années - sans la Chimie.

En tant que président de la Fondation de la Maison de la Chimie, dont la mission statutaire est depuis plus de 80 ans de *promouvoir la science chimique et ses applications sous toutes ses formes et de faciliter l'établissement de relations confiantes entre les savants, les ingénieurs, les techniciens et la société tout entière*, je ne peux que me féliciter de l'initiative prise par *Les Annales des Mines* de consacrer à ce sujet un des numéros de leur série *Réalités Industrielles*, ce dont je les remercie chaleureusement.

Je ne doute pas que cette publication contribuera très utilement à faire progresser dans l'opinion des décideurs économiques et politiques, comme dans celle du grand public, une meilleure connaissance et une meilleure compréhension des enjeux dont la Chimie est porteuse pour le plus grand bénéfice de tous.

LES ANNALES DES MINES - Bulletin d'abonnement
(à télécharger et à imprimer : http://www.annales.org/abonnement_fr.html)

et à retourner accompagné de votre règlement à
COM & COM
20, avenue Edouard Herriot - 92350 LE PLESSIS ROBINSON
tél.: 01 40 94 22 22 - Fax : 01 40 94 22 32

NOM

Prénom

Société

Fonction

Adresse

Code Postal Ville Pays

Je désire m'abonner :	Particuliers	Institutions*	
<ul style="list-style-type: none"> • à une des séries des Annales des Mines <ul style="list-style-type: none"> ◦ Réalités Industrielles <input type="checkbox"/> ◦ Responsabilité & Environnement <input type="checkbox"/> ◦ Gérer & Comprendre <input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 95 €	<input type="checkbox"/> 125 €	France
	<input type="checkbox"/> 115 €	<input type="checkbox"/> 149 €	Étranger **
<ul style="list-style-type: none"> • à deux séries des Annales des Mines <ul style="list-style-type: none"> ◦ Réalités Industrielles <input type="checkbox"/> ◦ Responsabilité & Environnement <input type="checkbox"/> ◦ Gérer & Comprendre <input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 181 €	<input type="checkbox"/> 228 €	France
	<input type="checkbox"/> 228 €	<input type="checkbox"/> 295 €	Étranger **
<ul style="list-style-type: none"> • aux trois séries des Annales des Mines <ul style="list-style-type: none"> ◦ Réalités Industrielles <input type="checkbox"/> ◦ Responsabilité & Environnement <input type="checkbox"/> ◦ Gérer & Comprendre <input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 233 €	<input type="checkbox"/> 344 €	France
	<input type="checkbox"/> 293 €	<input type="checkbox"/> 411 €	Étranger **

Je vous adresse :

* Administrations, associations, établissements d'enseignement
** Pour Afrique, Amérique et Asie : Surtaxe Avion 11 €

- un chèque de € TTC libellé à l'ordre de FFE
- un virement à FFE
Bic : CCFRFRPP
IBAN : FR76 3005 6000 9600 9620 2372 395
- un bon de commande administratif (institutions publiques uniquement)
- Je souhaite recevoir une facture

Un système de paiement en ligne sera mis en place prochainement

DEMANDE DE SPÉCIMEN

A retourner à la rédaction des Annales des Mines
120, rue de Bercy - Télédoc 797 - 75572 Paris Cedex 12
Tél. : 01 53 18 52 68 - Fax : 01 53 18 52 72

Je désire recevoir, dans la limite des stocks disponibles, un numéro spécimen de la série :

- Réalités Industrielles
- Responsabilité & Environnement
- Gérer & Comprendre

L'industrie chimique : quel avenir en France ?

Par Jean-Luc VO VAN QUI

Ingénieur général des Mines, Conseil général de l'économie

Comme le rappelle dans l'avant-propos de ce numéro de *Réalités Industrielles* M. Bernard Bigot, président de la Fondation de la Maison de la Chimie, la chimie est une science et une industrie qui jouent un rôle essentiel dans l'économie.

Mais c'est aussi une science et une industrie qui semblent souvent mal aimées, tout particulièrement aujourd'hui, en France.

Ce désamour a des raisons objectives. L'image de la chimie est souvent peu flatteuse. Comme le souligne l'un des auteurs intervenant dans ce numéro, le qualificatif « chimique » est souvent associé à l'idée de « non-naturel », donc de quelque chose qui est *a priori* sinon mauvais, tout au moins suspect.

Le mot « chimie » évoque des catastrophes (comme le mot « mine », d'ailleurs ...) : ainsi, Bophal, en Inde, où un accident dans une usine de l'entreprise américaine Union Carbide entraîna, en 1984, la mort de près de 8 000 personnes selon les chiffres officiels (de 20 000 à 25 000 selon les associations de défense des victimes).

Plus près de nous, géographiquement et dans le temps, la catastrophe de Toulouse, due à une explosion dans l'usine d'engrais AZF provoqua, en 2001, 31 décès, et 2 500 blessés et occasionna de très lourds dégâts matériels.

Le mot « chimie » évoque aussi les armes chimiques : il y a 100 ans, très exactement le 29 avril 1915, l'armée allemande, forte du soutien de la première industrie chimique mondiale, lança la première attaque chimique massive de l'histoire lors de la deuxième bataille d'Ypres, qui fit 10 000 morts ou blessés.

Il n'est sans doute pas caricatural de dire que, pour un grand nombre de nos concitoyens, la chimie est quelque chose de sale et de dangereux, que l'on préférerait voir disparaître ou se délocaliser dans des pays en voie de développement au nom du principe « surtout pas chez moi ! »⁽¹⁾. Cette attitude n'est d'ailleurs pas limitée à une population peu informée : j'ai le souvenir de hauts responsables de l'administration fervents partisans de cette thèse.

Et pourtant, la chimie est plus que cela. L'expression « langues d'Esopé⁽²⁾ » s'applique bien aux produits de la chimie : ils peuvent être la pire ou la meilleure des choses, selon ce que l'homme en fait. Ainsi, l'isocyanate de méthyle, le poison de Bhopal, est aussi un produit intermédiaire indispensable à de nombreuses synthèses chimiques (pour la pharmacie, les produits phytosanitaires...). Le nitrate d'ammonium de l'usine

d'AZF Toulouse est, quant à lui, l'engrais azoté le plus utilisé dans l'agriculture et est à l'origine de la hausse des rendements.

Plus généralement, si la chimie a une mauvaise image, c'est en partie parce qu'elle est mal connue. Certes, c'est peut-être, avec la métallurgie sa « cousine », la science et l'industrie les plus anciennes de l'histoire de l'humanité. Elle a été pratiquée bien avant que l'homme n'ait identifié le concept de chimie, et elle a longtemps été enveloppée d'un voile de mystère auquel renvoie notamment le terme d'alchimie. Mais depuis la formalisation de la chimie moderne (par l'anglais Thomas Boyle (1627-1691) pour les Anglo-saxons, et par Antoine Lavoisier (1746-1794) pour les Français), celle-ci a connu un développement considérable qui en fait un élément essentiel de toutes les autres industries : si la chimie est « l'industrie des industries », c'est parce qu'elle leur fournit des produits qui sont indispensables à leur développement.

Ce numéro de *Réalités Industrielles* a été conçu en trois parties, avec tout d'abord un état des lieux de l'industrie chimique, ensuite l'examen de quelques problématiques importantes pour elle et, enfin, des illustrations concrètes des mutations que connaît cette industrie.

(1) Traduction approximative du Not In My BackYard! (NIMBY) américain.

(2) Dans « La Vie d'Esopé le Phrygien », en ouverture de ses Fables, Jean de La Fontaine raconte qu'Esopé était l'esclave du philosophe Xantus. « Un certain jour de marché, Xantus, qui avait dessein de régaler quelques-uns de ses amis, lui commanda d'acheter ce qu'il y aurait de meilleur, et rien autre chose. "Je t'apprendrai, dit en soi-même le Phrygien, à spécifier ce que tu souhaites, sans t'en remettre à la discrétion d'un esclave." Il n'acheta que des langues, lesquelles il fit accommoder à toutes les sauces, l'entrée, le second, l'entremets, tout ne fut que langues. Les conviés louèrent d'abord le choix de ces mets ; à la fin, ils s'en dégoûtèrent. "Ne t'ai-je pas commandé, dit Xantus, d'acheter ce qu'il y aurait de meilleur ? - Et qu'y a-t-il de meilleur que la langue ? reprit Esopé. C'est le lien de la vie civile, la clef des sciences, l'organe de la vérité et de la raison. Par elle on bâtit les villes et on les police ; on instruit ; on persuade ; on règne dans les assemblées ; on s'acquitte du premier de tous les devoirs, qui est de louer les dieux - Eh bien (dit Xantus, qui prétendait l'attraper), achète-moi demain ce qui est de pire : ces mêmes personnes viendront chez moi, et je veux diversifier." Le lendemain, Esopé ne fit servir que le même mets, disant que la langue est la pire chose qui soit au monde : "C'est la mère de tous débats, la nourrice des procès, la source des divisions et des guerres. Si l'on dit qu'elle est l'organe de la vérité, c'est aussi celui de l'erreur et, qui pis est, de la calomnie. Par elle on détruit les villes, on persuade de méchantes choses. Si d'un côté elle loue les dieux, de l'autre, elle profère des blasphèmes contre leur puissance." ».

L'état des lieux (première partie) s'ouvre sur un article de Mme Rose-Agnès Jacquesy, de la Société française de chimie, et de M. le professeur Armand Lattes, qui vise à montrer ce à quoi sert la chimie, et à nous faire mesurer à quel point notre société dépend directement et indirectement de celle-ci pour son progrès dans de très nombreux domaines.

Les deux articles suivants présentent le visage actuel de la chimie en France et en Europe, ainsi que ses perspectives. M. Jean-Pierre Clamadieu, président de l'*European Chemical Industry Council*, souligne que si l'industrie chimique est l'un des principaux secteurs manufacturiers européens, sa position s'érode du fait de la concurrence asiatique et de handicaps structurels : il appelle donc à une correction de ceux-ci. M. Didier Le Vely, de l'Union des industries chimiques, complète ce constat en soulignant les nombreux atouts que possède malgré tout l'industrie chimique française.

Enfin, l'article de M. Pierre Avenas, ancien responsable dans l'industrie chimique, rappelle les évolutions qu'elle a connues depuis 1981 et les leçons que l'on peut en tirer. Si des entreprises chimiques françaises ont su se hisser aux premiers rangs mondiaux dans certains domaines, comme dans celui des gaz industriels, notre pays s'est avéré incapable de favoriser le développement d'un grand chimiste intégré, comme l'ont fait l'Allemagne ou les États-Unis. Mais, désormais, c'est au niveau européen que se pose la question de savoir si, effectivement, « l'union fait la force ».

La deuxième partie aborde la préparation de l'avenir, les problèmes auxquels est confrontée la chimie et les outils qui pourront contribuer à son développement harmonieux.

Le premier reproche fait à l'industrie chimique est son impact sur l'environnement qui est jugé *a priori* néfaste. Les critiques n'ont pas entièrement tort, comme viennent le rappeler certains incidents, dont les moins marquants ne sont pas ceux qui sont restés sans graves conséquences pour la santé des populations et l'environnement, comme en 2013 les émissions de mercaptans émanant d'une société chimique établie en Normandie, qui ont été ressenties jusqu'en région parisienne.

Toutefois, la chimie et les produits chimiques jouent aussi un rôle essentiel dans certains processus de dépollution. Certes, certains pourraient bien être tentés de proposer la suppression de l'industrie chimique pour éliminer la pollution qu'elle entraîne..., mais si l'on généralisait une telle démarche, il faudrait se défaire de bien des activités industrielles et, par voie de conséquence, de nombre d'objets que nous considérons aujourd'hui comme essentiels à notre développement ou à notre confort (tels que l'automobile).

Il peut être bien plus profitable de s'interroger sur les moyens de développer une chimie qui soit respectueuse de l'environnement. Deux auteurs s'efforcent de répondre à cette question : l'un, M. Jean-Marie Durand, adjoint de la directrice générale de la Prévention des risques au ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, est en charge des mesures de protection de l'environnement ; l'autre, M. Luc Benoit-Cattin, directeur général industrie d'ARKEMA, est un industriel.



Photo © Frédéric Maigrot/REA

Jean-Marie Lehn (né le 30 septembre 1939), Prix Nobel de Chimie, 1987.

Une chimie respectueuse de l'environnement s'inscrit dans le cadre de la « chimie verte », telle que définie, à la fin des années 1990, par des chercheurs de l'*Environmental Protection Agency* (EPA) ⁽³⁾. Mais ce concept recouvre aussi le développement d'une chimie qui utilise autant que faire se peut des matières premières renouvelables. La chimie fondée sur les matières premières végétales est très ancienne. Mais depuis le début de l'ère industrielle, elle n'a eu qu'une place relativement mineure dans le développement de l'industrie chimique (même s'il existe des réussites éclatantes dans certains domaines) et elle peut poser elle aussi certains problèmes d'environnement. MM. Christophe Rupp-Dahlem et Eric Firtion, de l'Association Chimie du végétal qui regroupe les industriels du secteur, nous donnent ici leur vision des perspectives actuelles de cette branche de la chimie.

L'énergie est un facteur essentiel pour une partie importante de la chimie. À cela s'ajoute le fait que les hydrocarbures sont la principale matière première de la chimie de base. L'industrie chimique française soumet depuis longtemps aux pouvoirs publics des problèmes de compétitivité dus, d'une part, au handicap du coût de son approvisionnement en hydrocarbures (hier vis-à-vis des pays du Golfe, aujourd'hui aussi vis-à-vis des États-Unis, dont l'industrie chimique se relocalise grâce au gaz de schiste) et, d'autre part, au fait qu'alors que la France bénéficie d'un coût de l'électricité parmi les moins élevés au monde, elle peine à en faire profiter son industrie.

(3) Agence fédérale des États-Unis chargée de la protection de l'environnement.

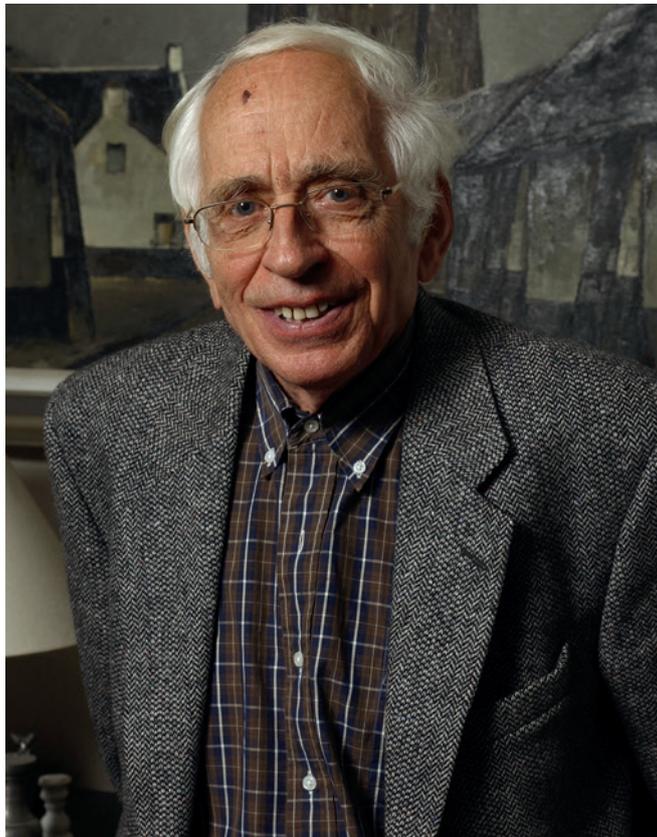


Photo © Patrick Allard/REA

Yves Chauvin (10 octobre 1930 – 28 janvier 2015), Prix Nobel de Chimie, 2005.

En réponse à ces interrogations, M. le professeur Percebois, de l'Université de Montpellier, fait le point sur la situation et les perspectives concernant les hydrocarbures, et Mme Virginie Schwarz, directrice de l'Énergie à la direction générale de l'Énergie et du Climat (DGEC) du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, présente l'analyse des pouvoirs publics et leur politique pour accompagner les efforts de compétitivité de l'industrie chimique.

Mais la chimie, avant d'être une industrie, est une science, et cette science a toujours eu des liens très étroits avec l'industrie correspondante. La France tient un rang respectable dans ce domaine, comme en témoignent les deux prix Nobel de chimie obtenus par des savants français au cours des dernières années : M. Jean-Marie Lehn en 1987 et M. Yves Chauvin en 2005 ⁽⁴⁾.

M. Dominique Massiot et plusieurs coauteurs (Mmes Anne Imbert, Catherine Larroche et Claire-Marie Pradier, et MM. Pascal Breuilles, Jacques Maddaluno, Joël Moreau, Mehran Mostafavi et Jean-François Tassin), de l'Institut de chimie du CNRS, font le point sur l'état de la recherche académique en chimie, en France.

Dans sa recherche de compétitivité, l'industrie chimique a besoin de personnel bien formé. Mme Catherine Beudon (de l'Union des industries chimiques) et des responsables de grandes écoles de chimie (Mme Anouk Galtayries et MM. Jacques Bousquet et Daniel Guillon) font le point sur

l'existant en matière de formations, tout en soulignant que celles-ci ouvrent en fait sur un large éventail de débouchés professionnels dans des secteurs allant bien au-delà de l'industrie chimique proprement dite.

M. Marc Rico, de la direction générale des Entreprises présente ensuite l'action du ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique en faveur de l'industrie chimique : accès à l'énergie à un prix compétitif, développement de plateformes industrielles ⁽⁵⁾, soutien à la chimie du végétal et encouragement de l'innovation, notamment.

Enfin, la **troisième partie** présente trois illustrations des mutations de la chimie.

La première, présentée par MM. Pierre-Simon Eury et Patrice Liogier de la DIRECCTE Rhône-Alpes, est celle de l'évolution de la chimie dans cette région, où un nouvel équilibre doit être recherché pour faire face à la fragmentation de la chimie française résultant de la disparition des groupes généralistes.

La deuxième illustration proposée par M. Nicolas de Warren, du groupe ARKEMA, nous montre comment un *cluster* de la chimie a réussi à se construire en dépit de handicaps géographiques, dans le cadre de la reconversion qui a suivi l'arrêt de l'exploitation du gisement gazier de Lacq.

Troisième illustration enfin, Mme Nathalie Brunelle et M. Reinhard Schneider présentent une entreprise, ATOTECH, qui a su évoluer d'une chimie relativement banale vers une chimie de pointe portée par le développement des nouvelles technologies.

Pour conclure, l'industrie chimique, cette « industrie des industries », peut avoir un avenir en France. Elle a pour cela des atouts, notamment des entreprises et des hommes riches d'expériences et de savoir-faire, sa proximité du marché et une recherche de qualité.

Mais elle a aussi des défis à relever, dont le moindre n'est pas celui de la conquête de son acceptabilité sociale, clé nécessaire (mais non suffisante) pour obtenir que la collectivité tranche enfin en sa faveur lorsque le besoin d'arbitrages se fait sentir. La collectivité nationale pourrait, quant à elle, méditer la sagesse de La Fontaine et le risque qu'il y aurait à imiter son « héron au long bec emmanché d'un long cou » en dédaignant une industrie jugée « trop vieille » ou « trop sale » - et de ne même pas trouver un limaçon en fin de compte.

(4) Nous signalons, à ce propos, que l'un des lauréats (2013) du prix Nobel de chimie, M. Martin Karplus (qui est austro-américain), est enseignant à mi-temps à l'Université de Strasbourg.

(5) Les multiples restructurations de la chimie françaises ont conduit à une fragmentation des plateformes chimiques entre de nombreux opérateurs, en oubliant de fait que la clé de la rentabilité est l'optimisation des produits, des coproduits et des sous-produits, et qu'une telle optimisation est difficile à réaliser (voire impossible) lorsqu'il y a plusieurs acteurs. Les plateformes intégrées sont depuis fort longtemps un des points forts de l'industrie allemande.

À quoi sert l'industrie chimique ?

Par Rose Agnès JACQUESY

Rédactrice en chef de l'Actualité chimique (Société Chimique de France)

et Armand LATTES

Professeur émérite à l'Université Paul Sabatier de Toulouse, ancien directeur de l'École Nationale de Chimie de Toulouse et ancien président de la Société Française de Chimie (2003-2008)

Dès la plus haute antiquité, les produits de l'artisanat et de l'industrie chimique ont été à l'origine d'échanges civilisateurs entre les populations, et donc en quelque sorte de la mondialisation. Ce secteur économique français, dont la balance commerciale est largement positive, emploie 156 000 personnes dans ses 3 350 entreprises (dont près de 95 % de PME-ETI). La quasi-totalité des objets qui nous entourent (ordinateurs, automobiles, matériaux de construction, produits alimentaires, produits pharmaceutiques, matériels de sport, textiles, domaine de l'imagerie médicale, etc.) sont tributaires de la chimie... C'est l'industrie la plus réglementée qui soit et elle affiche les taux d'accidents du travail les plus bas. L'industrie chimique joue un rôle majeur dans le contrôle du changement climatique à travers les innovations qu'elle apporte en matière de « transition énergétique », que complètera bientôt la « transition matière », l'utilisation de ressources végétales en lieu et place de ressources fossiles. Quelques exemples sont donnés de l'irrigation par l'industrie chimique de divers domaines touchant à notre quotidien.

« *La chimie, en examinant les propriétés des corps, en découvre tous les jours de nouvelles et multiplie leurs applications.* »

Citation des frères Fausto et Juan José de Elhuyar, chimistes basques découvreurs du tungstène, *Annales de l'Académie des Sciences Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse*, avril 1784.

En remontant le temps, on est amené à constater que, déjà, les hommes des cavernes pratiquaient la chimie – sans le savoir ! Les pigments qu'ils utilisaient pour décorer les parois de leurs grottes entraient dans des formulations facilitant leur utilisation. La chimie – et, par la suite, l'industrie chimique – a servi depuis toujours et sert encore aujourd'hui à assurer aux populations un accompagnement dans leur vie au quotidien la rendant plus facile, une protection contre les nombreuses attaques de toutes sortes qu'elles subissent et, en se projetant dans l'avenir, une espérance en une multitude de progrès.

À l'aube de l'histoire connue de l'humanité, on assiste à une course à la satisfaction des désirs et des besoins des hu-

mans qui se traduisait par la réalisation de nombreux produits (colorants, joaillerie, cosmétiques et parfums) et par la codification de pratiques thanatologiques.

Par la suite, et cela dès la plus haute antiquité, des innovations « chimiques » ont vu le jour : un large artisanat où de petites « industries » du savon, du verre, de la poterie, des céramiques, etc. répondaient de mieux en mieux à des demandes et facilitaient des échanges entre des populations de diverses origines. C'est ainsi que les amphores servaient à transporter de l'huile et du vin, deux produits à la base d'un commerce fructueux. L'obtention des métaux et leur travail de plus en plus élaboré ont donné naissance à des méthodes et à des produits qui ont été à l'origine d'une industrie puissante qui allait devenir la métallurgie et marquer les périodes de ces temps anciens à partir des métaux utilisés : l'âge du bronze, l'âge du fer...

Sortie de l'ombre et atteignant sa maturité après la prise d'Alexandrie par les Arabes, l'alchimie commença à rationaliser ses pratiques, décrivant des procédés, utilisant des opérations telles que la macération, la distillation, l'extraction, développant les fabrications d'extraits, d'élixirs et de

remèdes, complétant la panoplie des métaux et distinguant, entre autres, les acides et les bases. Il serait laborieux de décrire tout ce que nous devons à ces précurseurs qui accompagnèrent l'expansion des sociétés humaines, remplaçant le papyrus et le parchemin par le papier, des mélanges approximatifs de pigments par l'encre, l'association de l'encre et du papier permettant de conserver les souvenirs des événements et de diffuser des messages.

Mais tout cela semble très artisanal à celui qui contemple l'état de l'industrie chimique actuelle. Lavoisier ayant ouvert la voie de la rationalisation de l'(al)chimie, l'abandon de la théorie de la force vitale a permis la libération de la synthèse organique et la maîtrise des propriétés de métaux et d'alliages répondant davantage à de multiples applications. Tous ces développements ont contribué à faire sortir l'industrie chimique de son cadre habituel marqué essentiellement jusqu'alors par la préparation de la poudre à canon !!

Restait cependant, en ce qui concerne les substances organiques, à trouver les matières premières répondant à l'appel de plus en plus impérieux de ce développement. Ce furent d'abord les substances naturelles qui ont rapidement montré leurs limites du fait de leur faible disponibilité au regard de la demande ; puis le charbon, prédominant jusqu'au milieu du XX^e siècle, et, enfin, le pétrole dont les grandes quantités disponibles, les prix abordables et la facilité d'utilisation ont permis le développement considérable de l'industrie chimique organique basée sur l'utilisation de l'éthylène comme matière première.

Parallèlement, l'industrie chimique minérale bénéficia des progrès réalisés dans les procédés et des apports de la catalyse, tandis que la métallurgie disposait de procédés de plus en plus fiables et s'ouvrait au traitement de métaux peu utilisés auparavant.

L'industrie chimique aujourd'hui

L'industrie chimique contemporaine est extrêmement diversifiée ; elle est à la base de la synthèse de nombreux produits et intervient dans des domaines très larges : l'énergie, les transports, etc... Il est difficile d'imaginer ce qu'il serait advenu de l'automobile, de l'aviation, des fusées, de l'électronique, de l'informatique, de la cosmétique... sans la chimie.

Et il en va de même des énergies renouvelables, qui ont besoin de la chimie : matériaux des pales pour éoliennes, procédés de stockage du vecteur hydrogène, batteries ion-lithium..., sans oublier les méthodes analytiques les plus récentes utilisées pour le diagnostic ou le contrôle, après traitement chimique, de la qualité de l'eau que nous buvons, de l'air que nous respirons et du sol que nous foulons. Grâce au dessalement d'eau de mer (un procédé chimique industriel), nous pourrions sans doute éviter des guerres liées à la maîtrise des ressources naturelles, tout comme, au début du XX^e siècle, furent dominées les famines grâce à la synthèse industrielle de l'ammoniac, puis à celle des engrais azotés et phosphorés.

On peut se faire une idée de l'importance économique de l'industrie chimique en examinant la place occupée dans ce domaine par la France, qui, avec quelque 90 milliards d'euros

de chiffre d'affaires, occupe le 2^{ème} rang en Europe après l'Allemagne. Premier exportateur français (près de 54 milliards d'euros) et affichant une balance commerciale excédentaire supérieure à 4,5 milliards d'euros, la France se place aussi au 7^{ème} rang mondial. Sur les quelque 3 350 entreprises du secteur, qui emploient plus de 156 000 personnes, 95 % sont des TPE-PME.

L'industrie chimique est aussi exemplaire en termes de maîtrise des risques. Elle y est tenue par les 600 textes communautaires et les milliers de textes nationaux qui réglementent la sécurité industrielle (avec 400 sites classés Seveso, soit 1/3 des sites industriels français), les atteintes à l'environnement et l'innocuité des produits (REACH).

Des quatre obligations qu'elle s'impose (analyse des risques, réduction des risques à la source, actions préventives et de formation, et suivi de leur efficacité), il résulte que le taux et la fréquence des accidents avec arrêt de travail (par million d'heures travaillées) est de 12,3 dans l'industrie chimique, contre 23,3 pour l'ensemble des autres secteurs d'activité.

C'est toujours dans cet esprit de protection des personnes et des biens que l'industrie chimique mondiale a pris l'initiative de s'engager, dès 1985, dans une démarche volontaire, unique en son genre, visant à l'amélioration de ses performances dans les domaines de la sécurité et de la protection de la santé et de l'environnement, le mouvement *Responsible CARE*, élément fondamental de la mise en œuvre de la Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE). Cette action s'appuie sur neuf principes directeurs et intègre des préoccupations qui vont de la collaboration avec les autorités, y compris en matière de réglementation, à des efforts constants pour favoriser l'émergence du dialogue public en matière de développement durable, les effets des produits chimiques sur la santé, la raréfaction des matières premières, le réchauffement climatique, la transition énergétique...

C'est ainsi que, très rapidement, l'industrie chimique européenne (notamment française) s'est impliquée dans l'application du règlement REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals*). REACH concerne les entreprises qui produisent, mettent sur le marché, importent ou utilisent des quantités importantes d'une substance chimique donnée, qu'il s'agisse d'un mélange (peinture, colle...) ou d'un article (meuble, jouet, vêtement...). Cependant, certains pays, comme les États-Unis, la Chine, l'Inde ou la Russie (notamment) se sont dotés de réglementations spécifiques moins contraignantes qui peuvent impacter négativement la compétitivité des entreprises européennes.

L'engagement de l'industrie chimique dans l'économie circulaire (recyclage des produits non périssables, récupération des métaux rares, etc.) s'accompagne d'un investissement dans la recherche d'alternatives aux composés dont l'innocuité est mise en cause, dans celle de procédés plus économes en énergie et/ou limitant et traitant les rejets. Cet objectif de « durabilité » intègre la conception de nouveaux matériaux, de nouveaux produits élaborés à partir de ressources renouvelables, c'est ce que l'on appelle la *chimie du végétal*, qui présente l'avantage supplémentaire de localiser les emplois sur le territoire et d'assurer ainsi la pérennité de

l'emploi dans les multiples PME-PMI et ETI *High Tech* qui structurent notre réseau national.

L'industrie chimique française, du fait de sa volonté de progression, consacre 1,4 milliard d'euros environ à sa R&D, soit 2,2 % de son chiffre d'affaires. À noter que contrairement à d'autres secteurs stratégiques comme l'aéronautique, le nucléaire ou les industries de défense (notamment), l'essentiel de cet investissement est financé par des fonds propres (de l'ordre de 60 à 80 % pour les industries précitées). Près de 12 000 personnes, dont 5 000 chercheurs, contribuent à cet effort de recherche, avec pour résultat près de 2 500 brevets déposés annuellement. Pour ne citer que la filière chimie et matériaux, 31 pôles y sont consacrés, sur les 71 pôles de compétitivité existant en France. Plusieurs *clusters* ciblés sur la chimie durable se sont organisés régionalement, comme en Midi-Pyrénées.

Mais, concrètement, à quoi servent les produits chimiques ? Voici quelques exemples...

Quand on aborde l'étude des différentes productions de l'industrie chimique, on doit s'appuyer sur la distinction qui est généralement faite entre les différents secteurs concernés :

- la chimie de base (qui regroupe la chimie lourde – minérale et organique),
- la chimie des intermédiaires,
- la chimie fine et la chimie des spécialités.

Toute la production tournée vers la satisfaction des besoins est désormais marquée par les orientations environnementales et sanitaires (choisies ou imposées par la volonté des industriels ou par l'application stricte des règlements). Il en résulte des produits plus « verts » qui répondent de mieux en mieux aux exigences de consommateurs sensibles au respect de la qualité de vie dont ils sont porteurs.

Les premiers bénéficiaires des produits ainsi mis à la disposition des utilisateurs sont... *toutes* les industries ! C'est ce qui amène à appeler l'industrie chimique, « l'industrie des industries ». La distribution de ses produits entre les différents secteurs est alors approximativement la suivante : 44 % sont destinés à l'industrie (11,8 % à la transformation des plastiques ; 5,1 % à la construction ; 3,9 % à l'industrie pharmaceutique (dont les cosmétiques) et 2,7 % à l'industrie agro-alimentaire), 34,3 % à la consommation des ménages, 13,3 % à l'agriculture, à la pisciculture et à la sylviculture, et 8,4 % à des services.

On retrouve les produits de consommation courante issus de la chimie dans les domaines du sport, de la beauté et du *design*. Les apports les plus valorisants de la chimie sont, bien sûr, ceux qui sont utilisés dans l'industrie de la santé : médicaments, prothèses, matériel médical. Enfin, on ne peut ignorer le rôle et le place qu'elle occupe dans les moyens de communication (téléphones) et, de manière générale, dans l'électronique et dans l'informatique. L'importance des services rendus peut être illustrée par les quelques exemples qui suivent.

Les matières plastiques

Il s'agit là d'une des plus grandes innovations de l'industrie chimique du XX^e siècle. Légères, stables, peu coûteuses, recyclables, elles ont permis des avancées technologiques dans de nombreux domaines, y compris dans le domaine médical (prothèses, dispositifs jetables, etc.). L'opprobre qui est jeté sur cette catégorie de produits n'est pas dû à l'industrie chimique en elle-même, mais à une certaine inconséquence dans leur utilisation et surtout dans le peu de considération que les utilisateurs manifestent à l'égard de leur environnement. Les domaines d'application les plus importants sont le textile, le bâtiment, l'automobile et l'emballage.

Le textile non naturel

Le développement du *textile* « non naturel » (concurrent des fibres naturelles telles que le coton, le lin et la laine...) a répondu à une demande pressante en termes de disponibilité quantitative, de facilité d'utilisation et de capacité d'innovation de l'industrie : notons les performances, notamment, des aramides, du Kevlar et du Nomex, des tissus antiperspirants, antibactériens, etc., et leurs applications dans le sport, le domaine spatial et tout notre quotidien. Rappelons le cas du Rilsan, un polyamide inventé et développé en France à partir du ricin, qui est un exemple de notre capacité d'innovation et montre les résultats d'un investissement exemplaire dans la recherche.

L'automobile

L'automobile a été et est toujours aujourd'hui un secteur privilégié pour les innovations issues de l'industrie chimique. Comme dans de nombreux autres modes de transport, l'allègement des structures (avec, dans chaque véhicule, des plastiques divers représentant une centaine de kilos se substituant à des métaux dont le poids est cinq fois supérieur) induit une diminution conséquente de la consommation de carburant et donc de la production de gaz à effet de serre et de l'impact sur le climat. La production industrielle des divers éléments est aidée par la facilité de mise en œuvre des matières plastiques (moulage, extrusion) à des températures peu élevées, sans comparaison avec celles en usage dans la métallurgie ; il en va de même pour leur recyclage en fin de vie. La qualité des tableaux de bord, des revêtements insonorisants, des sièges et des parechocs a bénéficié des polymères de grande diffusion (ABS, polypropylène, polyuréthanes, etc.). Le *laser sintering* (frittage sélectif par laser, ce dernier étant une invention « chimique ») permet de réaliser des pièces qui ne peuvent pas l'être en recourant à des techniques classiques, et les revêtements de polymères permettent de lutter contre la corrosion. L'entrée des polymères dans les assemblages composites a dépassé le seul secteur de l'automobile pour conquérir celui, par exemple, de l'*offshore* pétrolier (flexibles, ombilicaux, réservoirs, etc.).

Le bâtiment

Le bâtiment a largement bénéficié des qualités des polymères en termes d'isolation thermique et phonique, de conduites d'eau (en remplacement de la plomberie) et de maisons à énergie positive (PVC, polystyrène expansé, panneaux en matériaux composites, doubles fenêtres, etc.).



« Les matières plastiques constituent l'une des plus grandes innovations de l'industrie chimique du XX^e siècle. Légères, stables, peu coûteuses, recyclables, elles ont permis des avancées technologiques dans de nombreux domaines. »

Les emballages

L'emballage est peut-être le domaine dans lequel l'utilisation des polymères de synthèse est le plus contesté et le plus contestable, sans que l'industrie chimique en porte elle-même l'essentiel de la responsabilité : le suremballage des produits courants, l'usage de « paillage » en agriculture (par exemple, pour assurer la protection des pieds de vigne) et de bâches plastiques pour les serres, et, surtout, les sacs plastiques utilisés au quotidien sans modération et abandonnés sans état d'âme après usage qui sont à l'origine d'une pollution visible qui devient dramatique en milieu marin, ce mal que l'on nomme le « 7^{ème} continent ».

Les peintures

Cette catégorie de produits chimiques est particulièrement répandue dans notre environnement, car peu de matériaux ou d'objets échappent à une protection par de la peinture (peintures extérieures et intérieures dans le bâtiment, peinture des voitures, objets ménagers, etc.). Leur formulation s'est complexifiée du fait d'une demande exigeant de nouvelles propriétés (comme un séchage rapide ou l'absence de composés toxiques comme le plomb).

Quatre groupes principaux constituent l'essentiel des formulations des peintures : les liants qui leur donnent consistance et transparence, les solvants qui leur donnent de la fluidité, les additifs qui leur confèrent des propriétés particulières (antimousses, fongicides, absorbeur d'ultraviolets...), les matières pulvérulentes et les pigments pour la couleur, l'opacité, ou même la résistance au feu. Pour limiter l'émanation de

composés organiques volatils (COV) issus des solvants (teneur inférieure à 1g/l), les peintures glycérophtaliques ont été remplacées par des peintures acryliques et, depuis peu, par des peintures dites « alkyle-émulsion » à plus faible teneur en solvant, mais qui, outre leur toxicité propre, réagissent avec les oxydes d'azote pour générer photo-chimiquement de l'ozone qui s'accumule dans la troposphère. Par ailleurs, l'interdiction des peintures *antifouling* biocides à base d'organostanniques utilisées pour protéger les coques des bateaux contre leur colonisation par des salissures végétales et marines qui les corrodent et freinent leur avancement dans l'eau, incite à la recherche de produits de substitution et de solutions satisfaisantes pour les grands navires (pétroliers, ferries, navires de guerre, etc.).

Les additifs alimentaires

Nos habitudes alimentaires ont beaucoup changé au cours du siècle dernier sous l'effet de la désertification des campagnes liée à l'urbanisation, du changement de nature du travail (salaré ou non), de l'évolution de nos activités de loisirs, de nos modes de consommation (rythme des courses, multiplication des grandes surfaces, explosion des achats sur Internet...). « Un bon fruit est beau », disait-on déjà en 1926 ! Les exigences des consommateurs se sont accrues (fruits exotiques, forme et couleur standardisées) et, plus généralement, un formatage du goût d'un lot à l'autre, d'une production à l'autre. Ces contraintes nouvelles ont entraîné le développement d'additifs divers, de même que celui de substances associées à la santé, comme le remplacement du sucre (avec les polémiques qui s'en sont sporadiquement en-

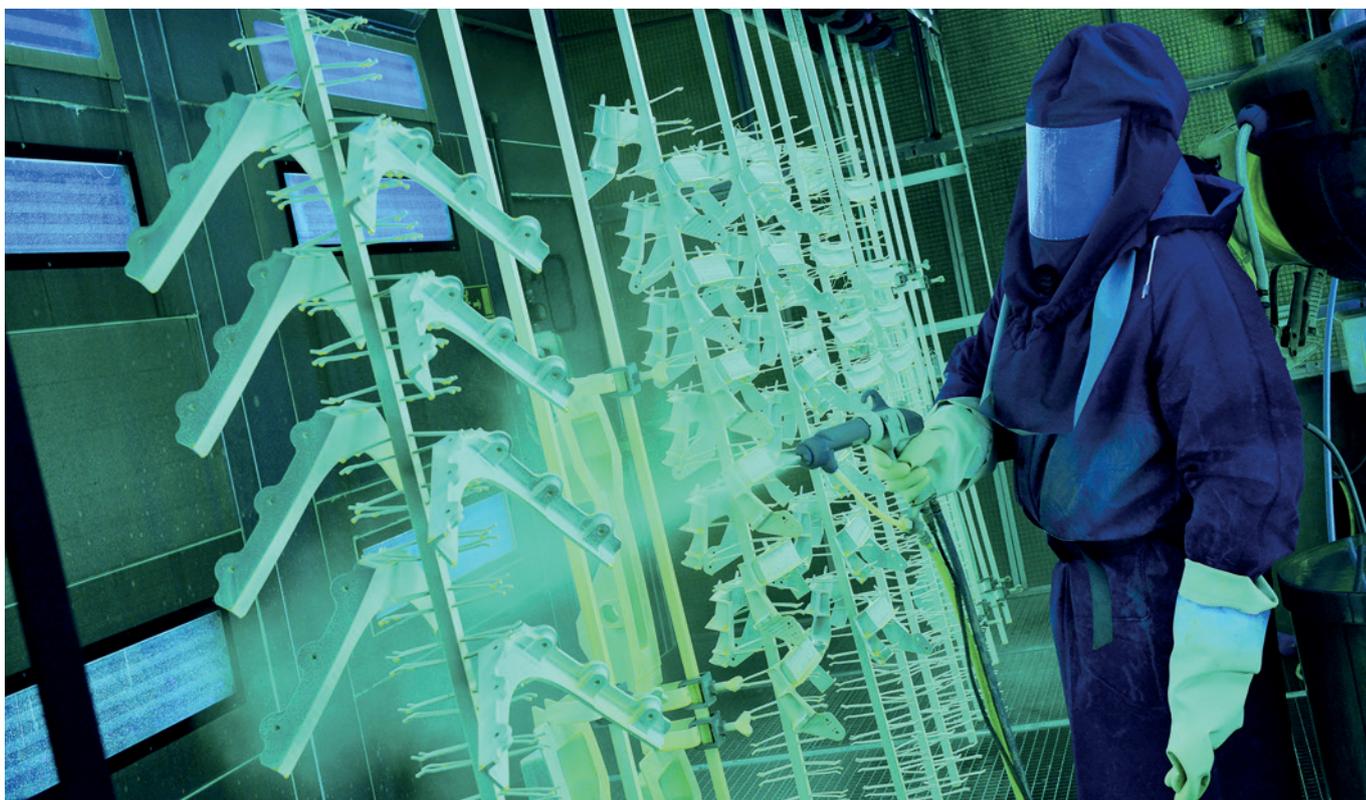


Photo © Lydie Lecarpentier/REA

Usine Mecaprotec Industries à Muret (Haute-Garonne), octobre 2013.

« Les peintures sont une catégorie de produits chimiques particulièrement répandue dans notre environnement, car peu de matériaux ou d'objets échappent à une protection par de la peinture (peintures extérieures et intérieures dans le bâtiment, peinture des voitures, objets ménagers, etc.). »

suivies), la multiplication (à l'instar des États-Unis) des suppléments alimentaires qui peuvent devenir dangereux quand ils sont pris en excès (comme certaines vitamines, le bêta-carotène, et d'autres composés qui sont vendus comme étant « naturels », mais qui sont en fait proposés sous la forme de mélanges complexes mal ou non identifiés).

Parmi les additifs les plus utilisés dans l'industrie agro-alimentaire, on trouve les **texturants**, bien connus de nos grands-mères qui les utilisaient pour réussir leurs confitures, leurs crèmes desserts (voire leurs fromages « maison »). Il s'agit principalement de protéines issues du règne végétal (gluten de blé, lécithine extraite du soja, des pois, etc.) ou du règne animal (gélatine, lait, albumine de l'œuf) et de polysaccharides, qui sont des sucres complexes issus de plantes (amidon, pectine) ou d'algues (alginates, carraghénanes ou agar-agar), voire de micro-organismes (comme le xanthane). Leur nom « chimique » indiqué obligatoirement sur les emballages semble moins rébarbatif que leurs noms de code de la série E400 (comme les E410 et E412 utilisés dans les produits céréaliers et le pain sans gluten...).

Comme la texture, la **couleur** est un élément décisif dans le choix des consommateurs (mévente du sirop de menthe incolore, du saumon fumé, qui est naturellement gris-rosé, etc.). La présence de colorants est également inscrite réglementairement sur les étiquettes (série des E100), même s'il s'agit d'extraits naturels, comme le violet des anthocyanes extraits de cassis ou de peaux de grains de raisin noir. La législation européenne est très claire en la matière, un colorant

doit servir l'un des objectifs suivants : rétablir l'aspect initial de denrées alimentaires dont la couleur a été altérée par la transformation, le stockage, l'emballage et la distribution, et dont l'attrait visuel se trouve ainsi diminué ; améliorer l'attractivité visuelle ou colorer des denrées normalement incolores.

Les **rehausseurs de goût ou les arômes** : 2 550 sont répertoriés, dont 70 % sont d'origine naturelle (cannelle, vanille, citronnelle, lavande...), les 30 % restants sont qualifiés *d'identiques au naturel*, c'est-à-dire que leur structure chimique est parfaitement identique, mais qu'ils sont soit issus de sources plus accessibles que la gousse de vanille, et donc moins coûteux, ou résultent de synthèse partielle. À titre d'exemple, la vanille « non naturelle » peut avoir pour origine l'eugénol extrait de clous de girofle ou de la lignine, voire directement de déchets de bois. Le nombre d'arômes totalement synthétiques, c'est-à-dire n'ayant pas d'équivalent dans la nature se limite à 14 !, comme l'éthylvanilline, qui est plus parfumée que la vanille naturelle et qui est utilisée sous la forme de traces depuis 1930.

Les **conservateurs** sont indispensables en raison des besoins en approvisionnement régulier en aliments variés et sains d'une population majoritairement citadine. La diminution presque totale dans nos pays des cas d'intoxication alimentaire (botulisme des conserves familiales), de salmonellose, etc., témoigne de l'importance d'utiliser des conservateurs (série des E200), dont 50 seulement sont décrits et répertoriés, et peuvent donc être utilisés.

Les **antioxydants** (série des 300) qui sont particulièrement im-

portants pour préserver les huiles et les graisses des effets de l'oxygène de l'air et des rayons ultraviolets, notamment, sont encore moins nombreux (19 autorisés), ils sont classés en 3 catégories, les vitamines (E, C), les oligo-éléments (sélénium, cuivre, zinc...) et des polyphénols (utilisés parfois comme colorants). Ils sont tous peu ou prou d'origine naturelle, comme les conservateurs utilisés pour préserver les fameuses graisses insaturées « bénéfiques pour la santé » (oméga-3 et 6).

Quel est l'avenir de la chimie et de l'industrie chimique en France ?

Au-delà d'une image qui associe « chimique » à artificiel, donc nocif, les efforts de pédagogie entrepris, la réalité de la réserve d'emplois variés (que, curieusement, le public ne conteste pas) et ses multiples applications essentielles au maintien de la qualité de vie de notre société sont les facteurs de pérennisation de cette activité. De très nombreuses PME-ETI utilisent la chimie dans des filières aval, sans même qu'elles soient répertoriées comme telles. Si une partie importante de la chimie de gros tonnage ou à valeur ajoutée faible ont pu être délocalisée, il en va différemment pour les activités plus innovantes, qui sont ouvertes à tous les domaines : environnement, santé, alimentation, etc. L'émergence de technologies élaborées, comme les **nanotechnologies**, préservera (au moins pour un certain temps) notre industrie chimique nationale contre la concurrence de pays à faible coût du travail et à faibles exigences en matière de protection de l'environnement.

Le réseau de nos entreprises bénéficie de l'appui d'une formation particulièrement tournée vers la pluridisciplinarité qui

est nécessaire à leurs évolutions, notamment à leur emprise sur le marché mondial. Un ensemble de 20 écoles d'ingénieurs chimistes auquel s'ajoutent les formations multidisciplinaires comme celles dispensées par l'École Centrale, l'École des Mines, Polytechnique, le Collège de France, les Écoles Normales Supérieures, ou bien encore des universités et des établissements comme Curie, les facultés de médecine et de pharmacie... Du fait même de la pluridisciplinarité inhérente à leur activité, leurs laboratoires de recherche se sont ouverts bien avant les autres domaines scientifiques à des collaborations avec le monde de l'industrie.

La pluridisciplinarité intrinsèque aux activités de la chimie et des chimistes, leur capacité à interagir avec l'amont comme avec l'aval, avec les disciplines et les industries adjacentes (santé, environnement, connectique, matériaux originaux pour les membranes dépolluantes comme pour les lasers, les LED ou le photovoltaïque) démontrent amplement leur modernité et leur pérennité.

Une nouvelle génération de dirigeants industriels moins obnubilés par les jeux financiers et par les restructurations et moins rebutés par les contraintes de la mise en fabrication, y étant mieux préparés par leurs études scientifiques, s'impose actuellement. Pour celle-ci, la mondialisation se traduit par l'écoute des besoins qui diffèrent d'une contrée à l'autre, et par la volonté de conquérir des marchés par l'innovation et la production de biens adaptés. Nos exigences de sécurité dans tous les domaines constituent un facteur de compétitivité pour nos entreprises au même titre que la transition énergétique en cours (dans laquelle l'industrie et la recherche chimiques sont fortement impliquées) qui s'opère au profit d'énergies renouvelables qui favorisent le maintien des activités industrielles au plan local.

Depuis 1857, la SCF fédère et anime le réseau des chimistes français



Société Chimique de France
Le réseau des chimistes

De multiples actions	à son actif
<p style="text-align: center; color: #0070C0;"><i>du régional à l'international...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Animation et consultance scientifiques Réseau des jeunes chimistes <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <small>Réseau des Jeunes Chimistes Société Chimique de France</small> </div> <ul style="list-style-type: none"> Réseaux européens <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px; margin: 10px 0;">   </div> <ul style="list-style-type: none"> Prix et distinctions 	<ul style="list-style-type: none"> Sa revue généraliste « L'Actualité Chimique » <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <small>En 2014 : 350 auteurs sur 750 pages</small> </div> <p style="text-align: center; margin: 10px 0;">www.lactualitechimique.org</p> <ul style="list-style-type: none"> La collection de livres « Chimie et... » (co-édition) Son site Internet et sa lettre d'info

www.societechimiquedefrance.fr




Une industrie chimique européenne à la croisée des chemins

Par Jean-Pierre CLAMADIEU

CEO de SOLVAY et président du CEFIC

L'Europe reste une région essentielle pour l'industrie chimique mondiale avec environ 17 % du chiffre d'affaires du secteur. En 2013, la chimie européenne a généré un excédent commercial de 48,7 milliards d'euros, confirmant sa contribution importante à la croissance et à l'emploi dans cette région du monde. Cependant, une étude récente publiée par *Oxford Economics* a confirmé le fait que la compétitivité du secteur est de plus en plus menacée par des acteurs opérant dans d'autres régions du globe. Une période prolongée de faible croissance, des coûts de l'énergie et des matières premières élevés ainsi qu'une réglementation complexe ne font plus de l'Europe une région attrayante pour les investisseurs. Si, en 2008, la majorité des investissements du secteur se faisait encore en Europe, ces investissements sont aujourd'hui réalisés dans d'autres régions du monde. La révolution du gaz de schiste aux États-Unis et une plus forte croissance économique en Asie-Pacifique créent une situation qui risque d'éroder plus encore le *leadership* européen. Mais cette tendance peut encore être inversée, à la condition que l'Europe améliore les conditions dans lesquelles opèrent les entreprises et qu'elle crée un environnement favorable aux innovations et aux investissements.

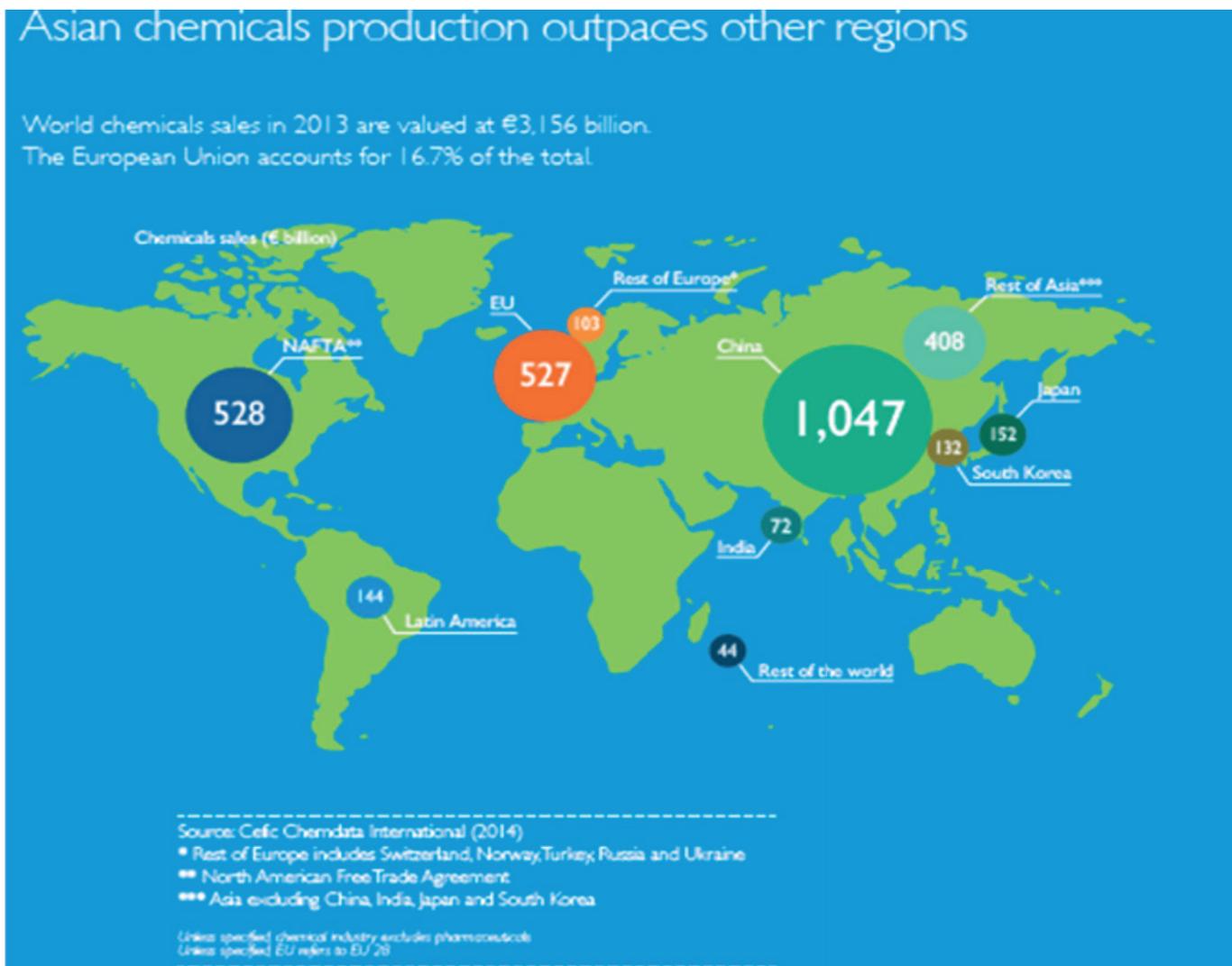
L'industrie chimique est au cœur de l'économie européenne

L'industrie chimique européenne est un secteur clé du développement économique et de la création de richesse : elle fournit des matériaux, des produits et des solutions techniques à pratiquement tous les secteurs de l'économie européenne. Près des deux tiers des produits chimiques sont destinés aux autres secteurs industriels, principalement à la construction, aux caoutchoucs et plastiques et à l'industrie automobile. Avec des ventes s'élevant à 527 milliards d'euros en 2013, la chimie est un des plus grands secteurs manufacturiers de l'Union : elle contribue à hauteur de 7 % à la valeur ajoutée totale des secteurs manufacturiers européens. Les entreprises de la chimie emploient 1,2 million de salariés, soit environ 5 % de l'emploi manufacturier. En incluant les emplois indirects, la chaîne de valeur de l'industrie chimique européenne représente trois à quatre fois plus d'emplois, soit entre 3,6 et 4,8 millions.

Au cours des dernières années, la chimie européenne s'est affaiblie face à une domination accrue de l'industrie chimique asiatique

L'industrie chimique de l'Union européenne et de ses voisins européens a réalisé 630 milliards d'euros de ventes en 2013, soit 20 % des ventes mondiales. Cela place la chimie européenne en deuxième position, mais loin derrière la Chine (1 047 milliards d'euros), laquelle assure, avec ses voisins est-asiatiques plus de la moitié de la production chimique mondiale, comme le montre le Graphique 1 de la page suivante.

Cependant, ces vingt dernières années, le poids de l'industrie européenne dans le commerce mondial des produits chimiques s'est considérablement affaibli, la chimie européenne n'ayant pas réussi à profiter pleinement de la croissance de la demande mondiale. La part de marché des produits chimiques européens a été divisée de presque de



Graphique 1 : Répartition par grande région du monde des chiffres d'affaires des industries chimiques : une nette domination asiatique.

moitié, passant de près de 32 % en 1993 à moins de 17 % en 2013 (voir le Graphique 2 ci-dessous). En effet, alors que les exportations européennes ont augmenté de 83 % en valeur sur cette période, les ventes mondiales de produits



Graphique 2 : Évolution des ventes annuelles de produits chimiques fabriqués dans l'Union européenne (histogramme en vert, en milliards d'euros) et évolution de leur part mondiale (ligne rouge, en pourcentages).

chimiques ont quadruplé, passant de 892 milliards d'euros à 3 156 milliards d'euros.

Selon une étude d'*Oxford Economics*, commanditée par le CEFIC (Conseil de l'industrie chimique européenne), la diminution de la part de marché européenne à l'exportation observée tout au long des vingt dernières années est largement due non pas seulement à une croissance ralentie dans les marchés de destination, mais aussi à une réelle baisse de compétitivité. L'analyse réalisée selon la méthode du *Constant Market Share* révèle en effet que la croissance des exportations de l'Union européenne n'a pas suivi le rythme de croissance des exportations mondiales, et ce même en pondérant les différences dans la composition des produits exportés et la distribution géographique.

L'érosion de la compétitivité des exportations constatée depuis le début des années 2000 a particulièrement touché le sous-secteur de la pétrochimie, qui représente la moitié des exportations chimiques totales (hors Union européenne et polymères inclus). De 40 % au début des années 2000, la part de marché européenne dans les ventes mondiales est

descendue à 20 % aujourd'hui. Si cette baisse des parts de marché était due essentiellement au ralentissement de la croissance dans les marchés de destination jusqu'à la crise financière de 2008, la quasi-totalité de la baisse constatée depuis cette date s'explique par une perte de compétitivité.

Or, cette fragilisation de l'industrie pétrochimique européenne pourrait avoir des effets systémiques sur l'ensemble des chaînes de valeur de l'industrie chimique. Ainsi, un vapocraqueur est un outil essentiel au cœur d'un conglomérat d'industries en aval qui en convertira la production en une panoplie de produits chimiques de base que l'on retrouvera ensuite dans des produits électroniques, des meubles ou encore dans des textiles. L'arrêt du cœur risque d'entraîner progressivement la fin des activités du conglomérat.

La perte de compétitivité de la chimie européenne est principalement due à des conditions d'accès à l'énergie peu favorables. Mais d'autres facteurs jouent également un rôle

L'industrie chimique se caractérise par une grande intensité énergétique et une forte exposition à la concurrence mondiale. Elle doit donc localiser ses activités de production soit dans des régions offrant l'environnement le plus compétitif en matière d'accès à l'énergie et aux matières premières, soit à proximité des consommateurs de ses produits. C'est sur le premier point que l'Union européenne présente les plus grandes faiblesses.

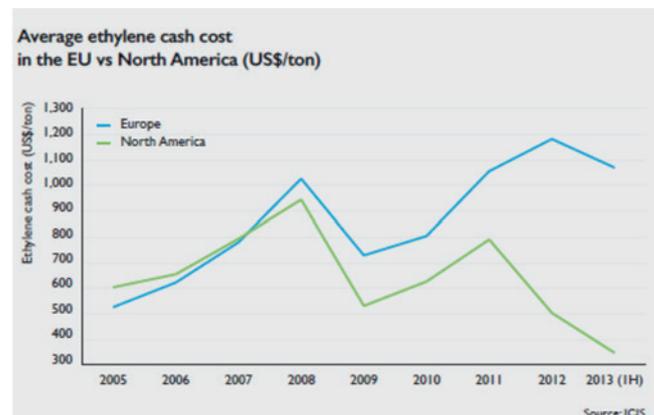
L'accès à l'énergie

Un coût d'accès élevé à l'énergie est le premier facteur dans la perte de compétitivité de la chimie européenne. Pour pallier l'absence de ressources indigènes bon marché et pour se conformer aux exigences réglementaires, l'industrie européenne a fait des efforts importants en matière d'efficacité énergétique au cours des deux dernières décennies. Le secteur a en effet réduit de 50 % son intensité énergétique, ce qui lui a permis de baisser sa consommation d'énergie de 16 %, alors que sa production a augmenté de 59 % entre 1992 et 2012. Grâce à la cogénération, aux améliorations constantes en termes de procédés et à d'autres efforts d'optimisation, les sites chimiques européens sont devenus des références mondiales en termes d'efficacité énergétique.

Mais ces efforts ont été contrecarrés par un écart dans les prix avec certaines régions comme le Moyen-Orient, et plus récemment les États-Unis, qui bénéficient d'un approvisionnement en énergie et en matières premières beaucoup moins onéreux. Aux États-Unis, le boom du gaz de schiste a ainsi considérablement réduit les coûts de l'énergie et des matières premières pour la chimie dans ce pays et a amélioré, par voie de conséquence, la compétitivité des producteurs américains (en particulier en ce qui concerne la pétrochimie et les polymères) face à ceux des pays européens et du Japon.

Le coût de production de l'éthylène (ce gaz est un produit de base pour la fabrication de matières plastiques, de détergents

ou d'enduits) illustre bien cette situation (voir le Graphique 3 ci-dessous). Fin 2013, le coût de production de l'éthylène en Europe était environ deux fois plus élevé qu'aux États-Unis, et jusqu'à quatre fois plus qu'au Moyen-Orient, ce qui conduit à attirer des investissements considérables vers ces régions. En effet, à l'automne 2014, on comptait environ 200 projets d'investissement dans la chimie aux États-Unis, pour un montant total de près de 130 milliards de dollars.



Graphique 3 : Comparaison entre l'Union européenne (en bleu) et les États-Unis (en vert) des prix de revient moyens de l'éthylène (en dollars par tonne) (2013 : projection).

La contrainte réglementaire

À ce désavantage structurel s'ajoutent différentes contraintes réglementaires : il y a tout d'abord le poids particulier et la non-prévisibilité de certaines réglementations, notamment en matière de gestion des produits chimiques (*product stewardship*). Il y a aussi les incertitudes pesant notamment sur l'avenir du système européen d'échanges de quotas d'émissions de gaz à effet de serre. En l'absence de visibilité sur ce cadre réglementaire, les industriels préfèrent allouer leurs ressources à des investissements se situant en dehors de l'Union européenne, tandis que les installations présentes dans l'Union vieillissent et perdent en compétitivité.

Selon l'étude menée par *Oxford Economics*, d'autres facteurs (tels que l'intensité en R&D, le taux de change et le coût du travail) n'auraient pas eu d'impact négatif sur la compétitivité européenne, même si l'on peut noter une multiplication par six des dépenses de R&D chinoises sur la période 2003-2013 (à comparer aux 10 % de croissance cumulée, pour l'Europe).

Les perspectives de reprise restent limitées

L'« effet de dilution » observé sur les deux dernières décennies devrait probablement se poursuivre dans les prochaines années. Alors que la demande de produits chimiques devrait continuer à croître à un rythme soutenu au niveau mondial (voire fortement en Chine, en Inde et dans d'autres pays émergents), elle devrait rester faible en Europe et en Amérique du Nord, dont les marchés largement saturés connaissent une

croissance faible. Or, cela limite les perspectives de croissance de l'industrie européenne sur ses marchés historiques. L'écart de compétitivité structurelle de l'énergie et le cadre réglementaire contraignant de l'Union européenne ne faciliteront pas non plus la relance de l'investissement en Europe.

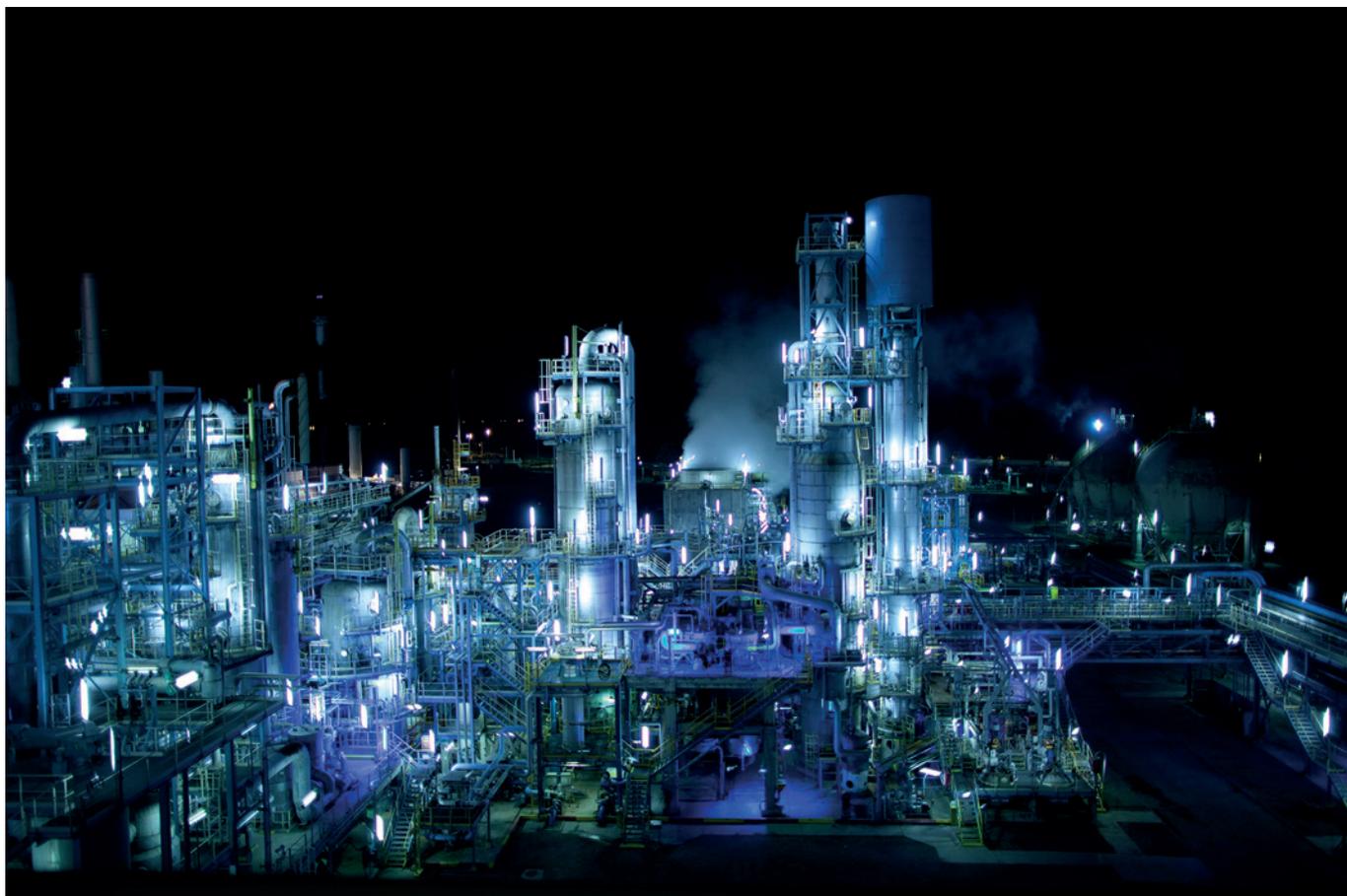
Les producteurs européens pourraient également se voir concurrencés sur leurs marchés domestiques et sur leurs marchés d'exportation. D'un côté, le boom des investissements dans la pétrochimie américaine devrait permettre de mieux servir les marchés américains et asiatiques, et ce, au détriment des importations pétrochimiques en provenance de l'Union européenne. Mais de l'autre, cela pourrait déplacer des exportations pétrochimiques du Moyen-Orient vers des marchés plus proches de cette région du monde, comme ceux de l'Europe. C'est pour ces raisons que le CEFIC prévoit une baisse de la part de marché de l'Union européenne dans la production chimique mondiale, qui devrait passer de 16,7 % en 2013 à 12 % en 2030 (voir le Graphique 4 ci-contre).

À côté de ces tendances inquiétantes, il existe malgré tout des facteurs favorables à une reprise : si l'euro fort a pénalisé jusqu'ici l'industrie chimique européenne, celle-ci devrait bénéficier de son affaiblissement récent face au dollar, même s'il est trop tôt pour en chiffrer l'impact. La récente division par deux du prix du pétrole allègera notre facture d'énergie et de matières premières, et réduira ainsi l'écart de compétitivité



Graphique 4 : Parts des produits chimiques des grandes régions et des grands pays producteurs mondiaux dans la production mondiale en 2013 et projection pour 2030 (en milliards d'euros) (projection prenant en compte un taux de croissance annuel composé mondial de 4,1 %).

avec les États-Unis (où le gaz est la matière première essentielle pour la pétrochimie). Or, même si, outre-Atlantique, une partie des projets d'investissement pourrait ne jamais voir le jour, il ne semble pas à ce jour que cela soit suffisant pour susciter des projets d'investissement sur notre continent. Le déséquilibre structurel entre l'Union européenne et les États-Unis devrait persister (à moins que le prix du pétrole ne reste durablement au-dessous de 40-50 dollars le baril, ce qui est peu probable).



Vue de nuit du site de Chalampé en Alsace (France), qui est spécialisé dans la fabrication du nylon 6/6 et des intermédiaires polyamide.

Photo © Solvay/SQLI



Photo © Solvay/Jean-Michel Byl

Unité de production Solvay sur le site d'Ospiate (en Italie), qui produit des tensio-actifs.

Des solutions structurelles s'imposent pour pouvoir renverser la tendance

Si l'Europe veut néanmoins participer activement à la croissance du marché mondial des produits chimiques et grandir avec lui, elle doit renforcer sa position de région exportatrice dans ce domaine, en misant sur les activités à plus forte valeur ajoutée, en développant ses capacités d'innovation et en offrant un environnement plus compétitif que les autres régions du monde. La tendance à la baisse du secteur en termes de part du PIB européen ne pourra être compensée que par l'augmentation des exportations en dehors de l'Union européenne. Il faut par conséquent davantage valoriser la compétitivité du secteur et l'accompagner par une politique industrielle adaptée.

L'étude d'*Oxford Economics* désigne deux fronts sur lesquels l'Union européenne se doit d'agir. Elle doit : a) réduire ses coûts de l'énergie de manière coordonnée pour tous les procédés intensifs en énergie (qui sont nombreux dans l'industrie chimique) ; b) favoriser l'innovation de ses produits et de ses procédés afin de permettre aux industriels d'offrir plus de valeur aux clients, et de compenser ainsi leur désavantage en termes de coûts.

Pour améliorer l'accès des industries énérgo-intensives (dont la chimie) européennes à une énergie compétitive et garantir durablement leur compétitivité, la politique énergétique eu-

ropéenne devrait se concentrer sur cinq priorités : a) finaliser le marché européen de l'énergie ; b) protéger les consommateurs industriels contre les taxes et les surcharges qui les pénalisent face à leurs concurrents extra-européens ; c) explorer les opportunités d'exploitation des ressources énergétiques indigènes (notamment du gaz de schiste) ; d) faciliter l'accès au marché énergétique des États-Unis, dans le cadre du PTCI (Partenariat transatlantique de commerce et d'investissement) et, enfin, e) investir dans les réseaux d'énergie et de transports tel que prévu dans le plan d'investissement du Président de la Commission Juncker, afin de pouvoir offrir des infrastructures d'excellence aux sites de production chimique européens. Le projet d'Union de l'énergie (*Energy Union*), bien qu'allant dans le bon sens, manque sans doute encore de volontarisme en ce qui concerne les mesures nécessaires pour améliorer la compétitivité de l'Europe.

L'autre front est celui de la Recherche & Développement, qui permettra de maintenir une avance technologique et de jeter les bases d'une croissance à long terme du secteur. Seule une politique ambitieuse dans ce domaine permettra la transition de notre industrie vers des activités à plus haute valeur ajoutée et vers des solutions plus durables susceptibles de répondre aux grands défis sociétaux. La chimie détient en effet les clés pour résoudre de nombreux défis technologiques et sociétaux, qu'il s'agisse d'alléger le poids des véhicules de demain, de stocker de l'énergie, de capter et de stocker du CO₂ (voire d'en réutiliser), de réduire l'utilisa-

tion des ressources rares comme l'eau, de développer de nouveaux procédés de synthèse (comme la liquéfaction du charbon), ou encore d'utiliser le potentiel de compétitivité qu'offrent les biotechnologies et les nanotechnologies. Les risques technologiques et économiques qu'il faut prendre pour innover et trouver de nouvelles applications tout au long des nombreuses chaînes de valeur de la chimie restent importants. C'est pourquoi nous avons besoin d'une politique européenne de R&D qui mette en place un cadre d'investissement favorable, forme les scientifiques et les ingénieurs de demain et fédère la recherche et l'innovation entre secteurs et entre pays européens.

Conclusion

L'industrie chimique européenne dispose d'atouts pour pouvoir maintenir son rang parmi les grandes régions de la

chimie mondiale, et plus encore pour s'ériger en leader dans l'apport de solutions durables aux défis auxquels notre planète est confrontée (réchauffement climatique, épuisement des matières premières). Pour cela, elle doit être capable de s'adapter à un environnement en rapide évolution marqué notamment par la croissance rapide des marchés et des capacités de production asiatiques, la renaissance de la chimie américaine grâce à la révolution des gaz de schiste et des perspectives encore incertaines pesant sur le paysage énergétique mondial.

Pour réussir, il lui faut aussi pouvoir bénéficier du soutien des pouvoirs publics, nationaux et européens. C'est pourquoi nous les invitons à mettre en place un cadre économique qui soit favorable à la compétitivité de notre industrie, qui est prête à relever le défi de sa transformation et à contribuer ainsi à la poursuite du projet européen.

L'industrie chimique en France : quel avenir ?

Par **Didier LE VELY**

Directeur des Études économiques et internationales, Union des Industries Chimiques

Forte de sa balance commerciale de +7,4 milliards d'euros en 2014 et de 65 % des volumes exportés, la chimie est un contributeur industriel majeur à la position commerciale de notre pays. Depuis quinze ans, elle a cependant perdu en compétitivité et voit sa position menacée. Pour se renforcer, elle doit aujourd'hui agir sur deux tableaux :

- restaurer ses marges notamment en lui assurant un accès à l'énergie à un coût compétitif et en adoptant des mesures visant à favoriser l'investissement productif dans son secteur,
- assurer grâce aux efforts d'innovation une transition vers une chimie plus durable (sa transition énergétique et le développement de la chimie du végétal en étant les moteurs).

L'industrie chimique en France : 6^{ème} producteur mondial et 2^{ème} producteur en Europe

L'industrie chimique est, en France, une industrie majeure, qui contribue à l'ensemble de l'économie. Sa valeur ajoutée de près de 18 milliards d'euros la positionne au troisième rang des secteurs industriels derrière les industries agroalimentaires et l'automobile, et elle contribue à hauteur de 8 % à la valeur ajoutée de l'ensemble de l'industrie manufacturière.

En 2014, son chiffre d'affaires s'est établi à 82,4 milliards d'euros. Sur la scène internationale, l'industrie chimique reste le premier secteur industriel exportateur et contribue positivement à la balance commerciale de l'industrie française grâce à son excédent de près de 7,4 milliards d'euros.

Acteur de l'innovation, ses dépenses de recherche et développement ont atteint 10 % de sa valeur ajoutée en 2012, et elle se positionne, en termes de montants investis, parmi les branches industrielles les plus dynamiques.

En emplois directs, le secteur emploie près de 160 000 personnes, soit 5,4 % des effectifs directs de l'industrie, et le nombre des emplois indirects est d'environ 480 000 (données estimées pour 2014).

La chimie est une activité d'accompagnement qui fournit la plupart des secteurs industriels (aéronautique, numérique, automobile, agroalimentaire et pharmacie), mais aussi l'agri-

culture et, en direct, les consommateurs. Si elle bénéficie de la croissance des marchés aval, elle est aussi une industrie indispensable à leur développement. Mais, surtout, la chimie est au cœur des enjeux du développement durable aussi bien sanitaires qu'environnementaux. La chimie permet de répondre aux besoins fondamentaux de la population : santé (médicaments), alimentation (chaîne du froid, emballages), habitat (bâtiment, chauffage, énergie, isolation), accès à l'eau potable... Quant au changement climatique, de nombreuses études démontrent que pour une tonne de CO₂ émise par la chimie, ce sont finalement 2,6 tonnes de CO₂ qui sont économisées grâce à l'action des produits utilisés par ses industries clientes dans leur production (panneaux solaires, éoliennes, plastiques légers et résistants pour l'automobile et l'aéronautique, ampoules basse consommation, batterie lithium-ion, matériaux isolants pour l'industrie et la construction...).

La situation de la chimie se dégrade tendanciellement en France et en Europe

Très capitalistique et dégageant de faibles marges, la production nationale de la chimie de base (qui fournit le secteur en commodités) est inférieure, en 2013, de près de 19 % par rapport à son niveau de 2007. Les marges baissent, les investissements reculent (notamment dans la chimie organique : -2 % en volume entre 2000 et 2012) et, au niveau européen, le nombre des fermetures de sites s'accroît.

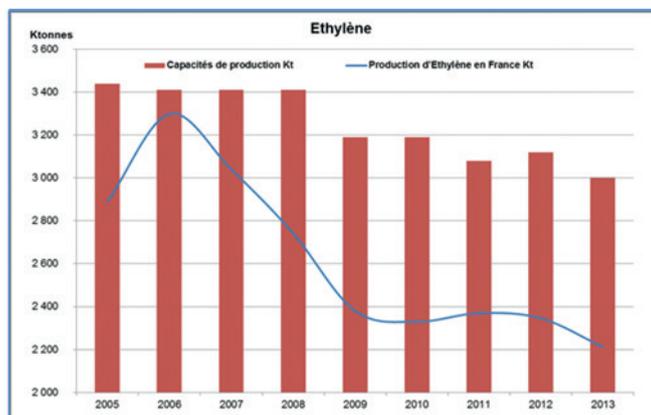


Figure 1 : Exemple de la chute de la production d'éthylène, un produit intermédiaire clé pour la pétrochimie.

Source : UIC.

Dans une économie internationale très concurrentielle, le secteur français de la chimie, qui réalise 65 % de son chiffre d'affaires à l'export, perd des marchés à l'exportation et devient plus exposé aux approvisionnements extérieurs.

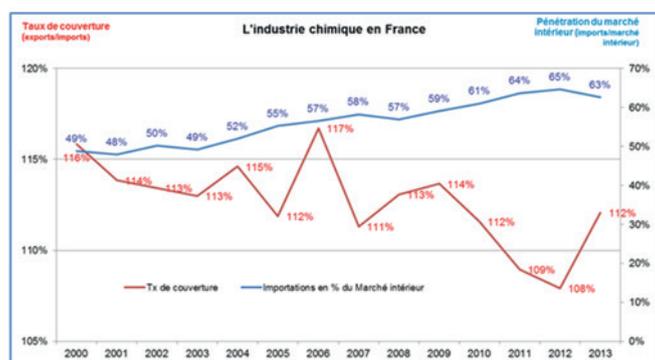


Figure 2 : Évolution pour la France du taux de couverture des produits chimiques et pénétration du marché français par des produits chimiques importés.

Source : UIC.

Par ailleurs, au même titre que pour l'ensemble de l'industrie (voire davantage), la hausse des coûts salariaux, des prix des matières premières et de ceux de l'énergie a contribué à dégrader les marges des entreprises. Depuis plusieurs années, les entreprises chimiques installées en France sont dans une spirale négative qu'illustre la dégradation de plusieurs facteurs clés, en particulier l'effort de recherche, les investissements dans de nouveaux produits et les investissements de capacité.

Sur le plan industriel, outre un grand nombre de sites petits ou moyens répartis sur l'ensemble du territoire, il existe en France 6 *clusters* principaux situés en Normandie (Gonfreville), dans le Nord-Pas-de-Calais (Dunkerque), en Moselle (Carling), dans la région Rhône-Alpes (Lyon), dans la région PACA (Fos-Berre Lavera) et en Aquitaine (Lacq-Mourenx), qui sont d'ailleurs souvent davantage des juxtapositions d'entités distinctes que de véritables plateformes intégrées. Un nouveau *cluster* centré sur le concept de bioraffinerie est en train de naître en Picardie-Champagne-Ardenne (complexe agro-industriel des Sohettes à Bazancourt Pomacle, dans la Marne, traitant des sous-produits céréaliers et sucriers pour produire notamment de l'éthanol).

Un réseau de pôles de compétitivité à compétences chimie/matériaux/environnement a été mis en place. La création récente d'instituts de recherche technologiques (IRT) et d'instituts d'excellence dans le domaine des énergies dé-carbonées (IEED) vient en appui des pôles de compétitivité existants (PIVERT, IDEEL, IFMAS, GREENSTARS, IRT et Jules Verne) qui contribuent au développement industriel et au développement de services à travers le regroupement et le renforcement des capacités de recherche publique/privée allant de la démonstration jusqu'au prototypage industriel, ainsi qu'à travers le transfert de technologies. Ce dispositif est complété par des plateformes d'innovation collaborative qui sont des regroupements de moyens (locaux, services, personnels) au service des transferts de technologies et de la réalisation de projets collaboratifs (Axel'One à Lyon, Plateforme BRI à Reims).

En France, le secteur de la chimie souffre de fragilités en amont et en aval de sa chaîne de valeur

Ces fragilités sont :

- une compétitivité à restaurer (compétitivité coûts et compétitivité hors coûts), en particulier en chimie de base,
- une faible croissance du marché intérieur français et européen (pour un secteur très capitalistique),
- une dispersion des sites industriels dont aucun n'atteint la taille critique,
- des rigidités dans la création de nouvelles unités en France (lourdeur des procédures et délais d'obtention des autorisations trop importants) dues pour beaucoup à la multiplicité des réglementations,
- une politique industrielle pour l'innovation et l'incitation à la R&D collaborative pâtissant d'une dispersion des moyens et d'un accompagnement limité des entreprises dans le passage des innovations à la phase industrielle,
- un déficit d'image.

Néanmoins, la chimie française possède de nombreux atouts

Au nombre de ces atouts, nous citerons :

- sa capacité à mener des recherches,
- ses savoir-faire scientifiques et industriels éprouvés (la France est le 6^{ème} producteur mondial) et la présence dans le pays de leaders technologiques,
- des opportunités considérables se présentent au secteur de la chimie en France grâce à l'innovation, principal moteur de son développement actuel et futur, et grâce à la position mondiale élevée qui est la sienne aujourd'hui, laquelle s'appuie sur quelques leaders dans leur secteur (qu'il s'agisse

de grandes entreprises ou d'entreprises de taille intermédiaire très dynamiques, telles que Total, Arkema, Solvay, Air Liquide, Roquette, Sanofi Aventis, Axens, Eurocat, SNF Floeger, Condat, PCAS, etc.),

- un aval industriel très large comportant des secteurs de tout premier plan mondial,
- la disponibilité d'agro-ressources importantes et d'énergie électrique d'origine nucléaire,
- la proximité du marché unique européen, qui est le deuxième marché mondial pour les produits chimiques.

Le Comité stratégique de filière de la Chimie (et des matériaux)

Créé dans le but d'infléchir les tendances actuelles et d'interrompre les processus de désindustrialisation liés à notre manque de compétitivité, le plan stratégique dont s'est doté le Comité stratégique de filière de la Chimie repose sur la volonté de redonner de l'attractivité au territoire français, dont les atouts de compétitivité doivent permettre de soutenir la comparaison avec les autres pays et inciter les industriels à investir durablement en France. Il est particulièrement important d'identifier les domaines qui, demain, seront porteurs et d'anticiper les besoins afin d'assurer la présence de la France sur les nouveaux marchés.

Les facteurs les plus essentiels pour redonner des atouts au secteur de la chimie en France et inscrire celui-ci résolument dans une perspective de développement et de compétitivité durables sont les suivants :

- maintenir notre énergie à un coût compétitif,
- sécuriser l'accès aux matières premières à un coût compétitif,
- former pour disposer des compétences qui seront nécessaires demain,
- développer des chaînes de recyclage complètes, ainsi que l'utilisation de matières premières renouvelables et recyclables,
- assurer un environnement réglementaire qui soit proportionné et stable,
- poursuivre le développement des infrastructures,
- soutenir et encourager l'innovation et les transferts de technologies.

Une nécessaire évolution vers une chimie plus durable et plus attractive : l'innovation comme moteur de cette transition

Deux axes sont aujourd'hui privilégiés par la plupart des acteurs du secteur. Tous deux sont poussés par un fort contenu technologique.

Un premier axe, qui est au cœur même de la « croissance verte », vise à intégrer la fonctionnalisation des matériaux. Il répond notamment à des besoins de développement durable dans les domaines de la gestion de l'eau, du stockage de

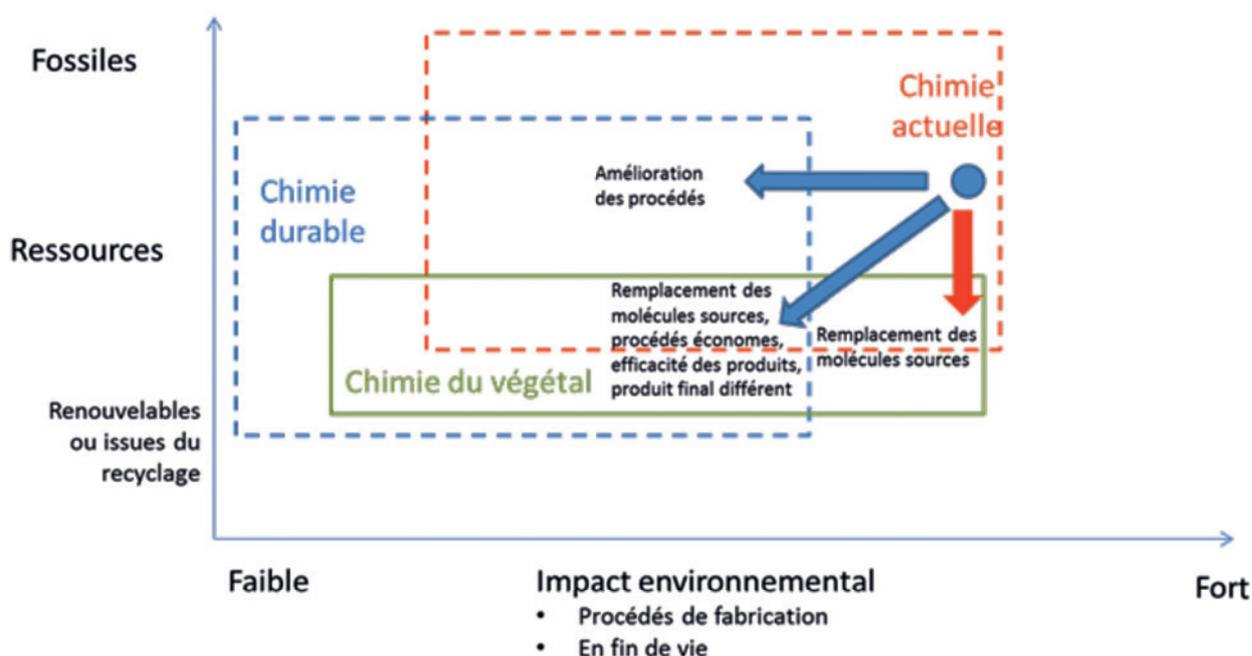


Figure 3 : L'évolution du secteur chimique français vers un recours accru à la fois à la chimie durable et à la chimie du végétal permettra d'en réduire l'impact environnemental et la consommation de ressources fossiles, par nature, épuisables.

Source : A.T. Kearney - Étude Pipame.

l'énergie... ou bien encore dans les secteurs des transports, du bâtiment... C'est un axe favorable au développement de nouveaux produits dans une logique de différenciation, sur des marchés porteurs.

Le deuxième axe s'inscrit lui aussi dans une logique de croissance durable. Il répond à des impératifs économiques et, dans une moindre mesure, à des contraintes réglementaires, qui forcent les entreprises à améliorer constamment leurs procédés pour les rendre plus économes en énergie ou pour en réduire leur empreinte environnementale. Il comporte, là encore, un fort contenu technologique.

Sur la base d'une double dimension ressources/impact environnemental, on peut avancer que :

- la chimie actuelle est largement basée sur les ressources fossiles, son impact environnemental doit donc être impérativement réduit. Mais il y existe d'ores et déjà des filières végétales, qui permettent déjà à une partie de la chimie de n'avoir aucun impact majeur sur l'environnement ;
- à moyen terme, la chimie durable devrait être une chimie à faible impact environnemental, basée notamment sur des ressources renouvelables ou issues du recyclage. On peut même imaginer, à plus long terme, une utilisation exclusivement chimique de certaines ressources fossiles.

Un couple produit-procédé (symbolisé, sur la Figure 3 (voir la page précédente), par un point bleu) peut donc :

- réduire son impact environnemental grâce à l'amélioration des procédés (tout en continuant à avoir pour matière première une ressource fossile),
- faire l'objet d'une substitution d'une source végétale à une source fossile, mais malgré tout en conservant (selon les cas) un fort impact environnemental. C'est le cas notamment pour certains produits intermédiaires ;
- reposer sur une substitution d'une source végétale à une source fossile, avec le recours à une biotechnologie blanche pour le procédé (en général, bénéfique au niveau environnemental) - le produit final peut aussi être différent tout en possédant la fonctionnalité recherchée.

C'est pourquoi la chimie durable doit faire appel aux ressources renouvelables uniquement quand cela fait sens au regard des différents critères de durabilité. En particulier, doit être traitée la question de l'antagonisme lié à la concurrence avec l'usage des sols à des fins agro-alimentaires.

Une piste pourrait consister à faire appel aux ressources renouvelables uniquement pour des usages de spécialité (correspondant à de faibles volumes) plutôt que pour des usages de commodité (à forts volumes). Là encore, sur cette clé de lecture, l'engagement de certaines filières à augmenter la part des ressources renouvelables (en recourant à des bioplastiques, par exemple) devrait être considéré avec précaution.

Quelle chimie pour demain ?

Le développement de la chimie durable nécessite une importante transformation du secteur (bouleversement du *business model* avec l'économie de la fonctionnalité et le recyclage, nécessité de se placer en situation de rupture technologique aussi bien en matière de procédés que de produits finaux, transformation profonde de certaines activités non durables, travail en filière ou en coopération au sein du secteur, etc.), qui doit s'opérer en tenant compte des capacités effectives des acteurs voués à changer (capacité d'adaptation, évolution des organisations, compétences).

Le chemin qui sera choisi pour la chimie en France aura donc une incidence critique pour l'ensemble du tissu économique de notre pays, en articulant la nécessité d'une recherche fondamentale en rupture, sur le long terme, poussée par la recherche publique et par de gros industriels (les PME pouvant difficilement participer à ces investissements très coûteux et s'inscrivant dans la durée) avec le besoin d'un certain pragmatisme industriel (tenant compte des ressources et des équipements permettant la recherche d'évolutions à l'horizon des 4 à 5 ans).

Dans tous les cas de figure, c'est l'innovation qui restera le moteur de cette transition.

Heurs et malheurs de l'industrie chimique de 1981 à nos jours, en France et dans le monde : quelles leçons en retenir ?

Par Pierre AVENAS

Ingénieur en chef des mines honoraire

Les heurs et malheurs d'une industrie sont de nature à la fois technique, commerciale et sociale, avec, dans le cas de la chimie, l'importance particulière de la sécurité industrielle. À cela s'ajoutent les succès et les échecs dans les opérations de rachat entre sociétés, qui se sont multipliées à partir des années 1980 à la faveur d'une certaine dérégulation de la finance internationale. La résultante de tous ces facteurs, c'est pour certaines sociétés de la chimie en l'occurrence, un heureux développement et, pour d'autres, la décroissance voire la disparition, un malheur *a priori*, même si tout ou partie de ces dernières trouvent souvent chez leur repreneur de meilleures conditions de développement.

Introduction

Dans une première approche, on peut donc étudier l'évolution de la liste des acteurs de la chimie, sur la période considérée, d'une trentaine d'années (voir le Tableau 1), tout d'abord dans le monde, puis en France. On objectera que, du fait de la mondialisation, la notion d'industrie « nationale » perd de sa pertinence. Pourtant, tous les pays cherchent à conserver autant que faire se peut sur leur sol les « centres de décision » que sont les sièges sociaux, les laboratoires de R&D, et même, parfois, des unités de production détentrices de procédés originaux. Une telle volonté trouve sa raison principale dans le rôle déterminant que joue une industrie puissante dans le tissu de recherche et développement (tant public que privé) d'un pays.

On ne peut donc pas se désintéresser de la place qu'occupent dans le monde les grandes entreprises françaises de la chimie.

Les plus grands groupes de l'industrie chimique

Certes, les chiffres figurant dans le Tableau 1 de la page suivante intègrent la pharmacie en 1980 et 1988, mais pas en

2013. Par ailleurs, la chimie lourde est surreprésentée dans ce classement des plus grandes sociétés, par rapport à la chimie de spécialités mais cela n'empêche pas des chimistes généralistes comme BASF, Dow, DuPont et les groupes japonais d'y être présents. Même imparfait, ce tableau illustre bien les grandes tendances dans l'évolution de la chimie mondiale, que nous exposons ci-après.

L'émergence de l'Asie

L'émergence de l'Asie en matière de chimie était attendue, et elle se vérifie largement puisque le tiers des 15 premiers chimistes mondiaux ont désormais leur base en Asie. Cette percée correspond à trois logiques principales :

- l'émergence tous azimuts de la Chine, qui se traduit en ce qui concerne la chimie par la deuxième place mondiale de la China Petroleum and Chemical Corporation (Sinopec),
- le développement de la Saudi Basic Industries Corporation (SABIC) en pétrochimie, grâce à un accès privilégié aux hydrocarbures du Moyen-Orient (à noter que le développement des gaz de schiste crée une situation analogue aux États-Unis pour la chimie américaine),
- des restructurations dans l'industrie chimique de Corée (LG Chem) et du Japon (les chimies de Mitsubishi et de Sumito-

Rang	1980*	1988**	2013	CA 2013 en Mrds \$ (données UIC)
	Chimie (pharmacie incluse)		Chimie (hors-pharmacie)	
1	Hoechst	Bayer	BASF	102
2	Bayer	Hoechst	Sinopec	72
3	BASF	BASF	ExxonMobil	59
4	DuPont	ICI	Dow Chemical	57
5	ICI	DuPont	SABIC	50
6	Dow Chemical	Dow Chemical	LyondellBasell	44
7	Union Carbide	Shell	Shell	42
8	Shell	Ciba-Geigy	DuPont	36
9	Exxon	Rhône-Poulenc	Mitsubishi Ch.	34
10	Montedison	Exxon	Bayer	29
11		Union Carbide	Ineos	28
12		Elf-Aquitaine	Total	26
13		Mitsubishi Kasei	Linde Group	23
14		Akzo	LG Chem	22
15		Montedison	Sumitomo Ch.	22
16		Monsanto	Air Liquide	21

Tableau 1 : Évolution entre les années 1980, 1988 et 2013 du classement (selon leurs chiffres d'affaires) des premiers chimistes mondiaux.

NB : Les groupes français sont mentionnés en caractères gras.

* TESCHE (Berndt J.), "European chemicals industry in a globalized context", Document Solvay, mai 2007.

** AFTALION (Fred), *A History of the International Chemical Industry*, Chemical Heritage Press, 2001, Annexe (hors Unilever, Procter and Gamble).

mo), deux pays dans lesquels cette industrie était particulièrement morcelée dans les années 1980.

Les grands groupes mondiaux qui se sont maintenus

On ne peut que saluer le maintien dans le « Top 10 » global de 6 groupes qui ont certes évolué, mais tout en maintenant leur identité :

- 2 des 3 grands chimistes allemands des années 1980, BASF et Bayer (qui est toujours un acteur de premier plan en pharmacie) ;
- 2 chimistes américains, DuPont et Dow Chemical, et 2 pétrochimistes intégrés aux majors pétrolières Exxon (États-Unis) et Shell (anglo-néerlandais).

Lorsque l'on met en avant le mérite des petites sociétés, souvent plus réactives (du moins en chimie !) que les plus grosses, ces dernières étant appelées à disparaître comme les dinosaures..., on compare souvent - sans le dire - une petite société bien gérée à une grosse société mal gérée. On voit ici qu'une (très) grosse société (bien gérée, n'en doutons pas) peut être durable : à cet égard, la performance de BASF est particulièrement remarquable.

Le cas particulier d'Union Carbide

C'est la catastrophe de Bhopal, en Inde, dans la nuit du 2 au 3 décembre 1984, qui a obligé Union Carbide à vendre de

nombreux actifs, avant d'être racheté en 2000-2001 par Dow Chemical.

Cette tragédie est là pour rappeler que l'impératif de sûreté dans l'industrie chimique est pratiquement aussi critique que dans l'industrie nucléaire. On retiendra, en positif, un progrès constant dans la réduction (en moyenne) des accidents industriels, tant en fréquence qu'en gravité. En moyenne seulement. Or, le grand public a tendance à ne retenir que les catastrophes les plus marquantes. Les défaillances techniques et humaines de toutes natures sont sans nul doute de plus en plus rares, mais il faut se méfier d'événements « hautement improbables » qui peuvent devenir pris isolément de plus en plus graves - ne serait-ce qu'à cause des dimensions croissantes des installations et de l'accroissement de populations toujours trop proches des usines.

La chimie des gaz industriels

On notera les places remarquables occupées en 2013 par le groupe allemand Linde (13^{ème} rang) et le groupe français Air Liquide (16^{ème} rang), alors que ce dernier groupe figurait aux environs du 50^{ème} rang en 1988.

Dans les faits, ces deux groupes sont aujourd'hui les deux premiers mondiaux dans le secteur des gaz industriels. Ce qui montre, s'il en était besoin, que le classement général de la chimie tel que le restitue le Tableau 1 ci-dessus ne dit certainement pas tout : le rang mondial occupé par une société

dans chacun des secteurs d'activité de la chimie semble en effet plus pertinent que le rang qu'elle occupe dans le classement global. C'est vrai au moins à moyen terme. À long terme, les groupes chimiques généralistes au large spectre d'activités (dont BASF est l'archétype) bénéficient d'une synergie entre leurs activités (y compris en matière de génie chimique et de recherche applicative) qui leur donne une capacité d'innovation difficile à concurrencer pour une société plus spécialisée.

Des vagues successives de restructurations en Europe et aux États-Unis

La sortie du Top 10 global d'Hoechst, l'un des trois grands chimistes allemands de l'après-guerre, de l'historique et emblématique groupe anglais ICI (*Imperial Chemical Industries*) et de l'italien Montedison s'inscrit dans le vaste mouvement de restructurations qu'a connu l'industrie occidentale dans les décennies 1980 et 1990. L'idée était de se recentrer sur des métiers bien définis, quitte à pratiquer ce que l'on appelait volontiers des « ventes par appartement », avec en particulier la séparation entre la pétrochimie, la chimie et la pharmacie. Les OPA se sont multipliées et beaucoup de groupes ont été redécoupés. Ainsi, à titre d'exemple, ICI est devenu la filiale « peintures » d'Akzo Nobel, qui occupe le 17^{ème} rang mondial en 2013. Autre exemple : la scission des activités de Ciba-Geigy reprises par le suisse Novartis pour le volet Pharmacie et par BASF pour le volet Chimie.

Les groupes français Rhône-Poulenc (RP) et Elf-Aquitaine ont également disparu en tant que tels, leurs activités dans la pharmacie, en même temps que celles d'Hoechst (et d'autres, comme Roussel-Uclaf) constituant, depuis 2004, l'essentiel de l'actuel Sanofi (une filiale d'Elf, à l'origine), qui est aujourd'hui le 5^{ème} groupe pharmaceutique mondial.

À la faveur de ces mouvements de restructurations, de nouveaux grands groupes sont apparus, comme le pétrochimiste américain LyondellBasell et l'anglais Ineos, qui se sont formés en reprenant à divers acteurs des actifs de chimie lourde (comme les polyoléfinés de BASF...).

Enfin, dans le classement mondial 2013 (hors pharmacie), on peut observer que la chimie de Total se place au rang qu'occupait celle d'Elf-Aquitaine (pharmacie incluse) dans les années 1980 – avec, cependant, un portefeuille d'activités très différent, comme nous allons le voir dans la suite de cet article.

Heurs et malheurs de la chimie française de 1981 à nos jours

La situation de la chimie française en 1981

En 1980, les principales sociétés chimiques françaises étaient :

- dans le secteur privé : Rhône-Poulenc, PCUK (Produits Chimiques Ugine Kuhlmann), CECA...
- et dans le secteur public : Elf Aquitaine et ATO (filiale d'Elf (50%) et de Total (50%)), CdF chimie (chimie des Charbon-

nages de France), EMC, SNPE... - alors que Total n'avait à l'époque qu'une activité très limitée en chimie (hormis la pétrochimie, et Hutchinson, acquis en 1974).

Tout le monde reconnaissait, à l'époque, que la chimie française, bien que semi-étatique, était trop morcelée, et surtout de taille sous-critique dans beaucoup de ses activités. Le contraste avec l'Allemagne était important et il était alors classique de dire que l'ensemble de la chimie française aurait pu tenir à l'intérieur d'un seul des trois grands groupes de la chimie allemande.

Or, la situation politique a changé en France en 1981.

1982-1994, la période « nationalisée »

Du fait de la nationalisation de Rhône-Poulenc (RP) et de PCUK (*via* Péchiney Ugine Kuhlmann) en 1982, l'État contrôlait pratiquement toutes les sociétés chimiques françaises. C'était l'occasion d'améliorer la situation. Mais, d'emblée, il a été affiché que le but n'était pas de constituer de trop gros ensembles : « *ne surtout pas faire une Chimie de France* », « *surtout pas de meccano franco-français* »..., mais plutôt de rechercher des alliances sur d'autres continents. Paradoxalement, les confrères (notamment américains) étaient convaincus qu'il n'y avait plus de concurrence entre les sociétés françaises de la chimie, puisqu'elles avaient toutes le même actionnaire. Or, la réalité était très différente, car même si l'État avait des représentants dans chaque société, la concurrence franco-française restait vive, sinon exacerbée, sur le terrain.

La restructuration de PCUK devient une nécessité dès 1983 : la plus grande partie de ses activités est reprise par Elf, en même temps que la chlorochimie de RP, Total quittant ATO qui devient Atochem (détenue à 100% par Elf), et une plus petite partie de PCUK est reprise par CdF-Chimie, en même temps que l'activité Engrais de RP.

Mais c'est seulement en 1990 que les activités de CdF-Chimie (rebaptisée Orkem en 1988) sont reprises pour l'essentiel par Elf et pour une plus petite partie par Total, qui affichait à nouveau un intérêt stratégique pour la chimie.

Finalement, RP a été re-privatisée en 1993, et Elf privatisée en 1994. La chimie française était dès lors en partie rationalisée, surtout dans la pétrochimie, même si coexistaient encore trois pôles, de tailles inégales : Elf, RP, et à nouveau Total.

L'après 1994, la période « privée »

Des mouvements plus radicaux vont intervenir durant cette période où la restructuration de la chimie apparaît de fait comme la conséquence de celles menées, avec succès, dans la pharmacie et dans le pétrole.

Engagé dans le mouvement de regroupements en cours dans la pharmacie que nous avons évoqué plus haut, Rhô-

ne-Poulenc se sépare en 1998 de sa chimie de spécialités, Rhodia, qui, introduite en bourse, est finalement acquise (en 2011) par Solvay, groupe belge qui, grâce à cette acquisition, est désormais le premier acteur de la chimie en France, et se situe au 32^{ème} rang mondial (en 2013).

Inversement, le pétrolier belge Petrofina est acquis en 1999 par Total, qui redevient de ce fait un acteur important de la pétrochimie en concurrence directe avec Elf. Une concurrence qui ne durera pas longtemps, Total réussissant son OPA sur Elf en 2000, devenant ainsi un major pétrolier (le 5^{ème} mondial).

Notons qu'en 2000 toujours, Total-Fina-Elf devenait aussi le 5^{ème} chimiste mondial. Le choix fait à l'époque par Total n'a pas été de se constituer en un grand chimiste généraliste, mais, au contraire, de se concentrer sur la pétrochimie (tout en conservant plusieurs filiales chimiques spécialisées) et de se séparer en 2004 de sa chimie de spécialités, avec une introduction en bourse d'Arkema (un peu comme RP l'avait fait avec Rhodia, six ans plus tôt).

La situation actuelle de la chimie en France

Entre 1981 et aujourd'hui, la chimie française s'est beaucoup développée à l'international, notamment aux États-Unis et en Chine, mais dans une économie qui s'est elle-même fortement mondialisée, la place qu'occupent les sociétés françaises dans la liste des 100 premiers chimistes mondiaux (données UIC, 2013) y reste quantitativement modeste :

- au 12^{ème} rang, Total, principalement en pétrochimie,
- au 16^{ème} rang, Air Liquide,
- au 52^{ème} rang, Arkema.

Qualitativement, il en est autrement. Activité par activité, ces trois sociétés occupent un rang mondial sans rapport avec ceux affichés ci-dessus :

- Total est n°10 dans le monde en pétrochimie (2^{ème} en Europe) et n°1 en caoutchouc industriel (Hutchinson) ainsi qu'en chimie de la métallisation (Atotech).
- Air Liquide est n°2 mondial dans les gaz industriels,
- les activités d'Arkema se situent, pour l'essentiel, aux trois premières places mondiales : n°3 en chimie acrylique, en résines de revêtement, en eau oxygénée, n°2 en verre acrylique, en gaz fluorés et en peroxydes, n°1 en thiochimie, en polymères fluorés et en polyamides de spécialité, et, plus récemment, n°3 en adhésifs (Bostik).

Au niveau mondial, la chimie française occupe aujourd'hui d'excellentes positions dans la chimie fine et la chimie de spécialités.

Cependant, il n'a pas été possible de développer ni de maintenir en France un chimiste généraliste, tels qu'ont pu l'être Rhône-Poulenc ou Elf-Aquitaine dans le passé, et tels que BASF ou DuPont et Dow Chemical le sont aujourd'hui.

En outre, on rappelle souvent que la force de l'industrie allemande réside aussi dans son tissu de sociétés de taille intermédiaire, entre les PME et les grands groupes. Ainsi, au-delà de BASF, de Bayer et de Linde, on ne compte pas moins de 8 autres sociétés chimiques allemandes (Evonik, Merck Group, Lanxess, Henkel, Styrolution, Celanese, Wacher-Chemie et K+S) parmi les 100 premiers groupes mondiaux, alors qu'en dehors de Total et Air Liquide, ne figure dans ce classement qu'une autre société chimique française, Arkema.

La recherche-développement et l'innovation

L'innovation est un grand enjeu de l'industrie chimique. Cependant, la nature de cet enjeu a évolué au fil du temps. La révolution industrielle à partir du milieu du XIX^e siècle s'est traduite, dans la chimie, par de grandes découvertes en matière de produits et de nouveaux procédés industriels. Entre 1930 et 1960 sont apparus en particulier les polymères synthétiques qui ont constitué un domaine d'innovation considérable. Mais à partir des années 1970, ces innovations de rupture sont devenues plus rares et les objectifs de R&D de la chimie se sont concentrés sur une multitude de petits progrès (dits incrémentaux) dans les procédés et dans les formulations des produits. Cela a pesé sur les profits de la chimie, qui dès lors bénéficiait plus rarement que dans les périodes précédentes des profits générés par la commercialisation de produits réellement nouveaux. Dans le même temps, les contraintes environnementales et toxicologiques rendaient l'innovation de plus en plus difficile.

Les polymères sont restés un domaine très innovant, mais moins en termes de nouveaux polymères qu'en termes de nouvelles applications des polymères existants. On peut citer deux polymères qui ont connu une croissance exceptionnelle dans la période 1980-2015 :

- le polypropylène, un polymère à « valeur d'usage élevé » se situant entre le polymère de commodité et le polymère technique ;
- le polymère acrylique super-absorbant dit SAP, utilisé dans le domaine de l'hygiène (notamment pour la fabrication des couches jetables pour bébés), est réellement un polymère nouveau : cela peut paraître anecdotique, mais c'est en fait l'une des innovations les plus marquantes dans la chimie depuis les années 1980 (la production mondiale de SAP passant de pratiquement zéro en 1980 à un million de tonnes dans le monde en 2000 et à 1,8 million de tonnes en 2013). Les *success stories* de ce type étaient certainement plus fréquentes au cours de la première partie du XX^e siècle, en particulier avant les années 1970.

Conclusion

La chimie française a maintenu et renforcé à l'international des positions stratégiques fortes dans un bon nombre de segments de la chimie, mais force est de constater que sa

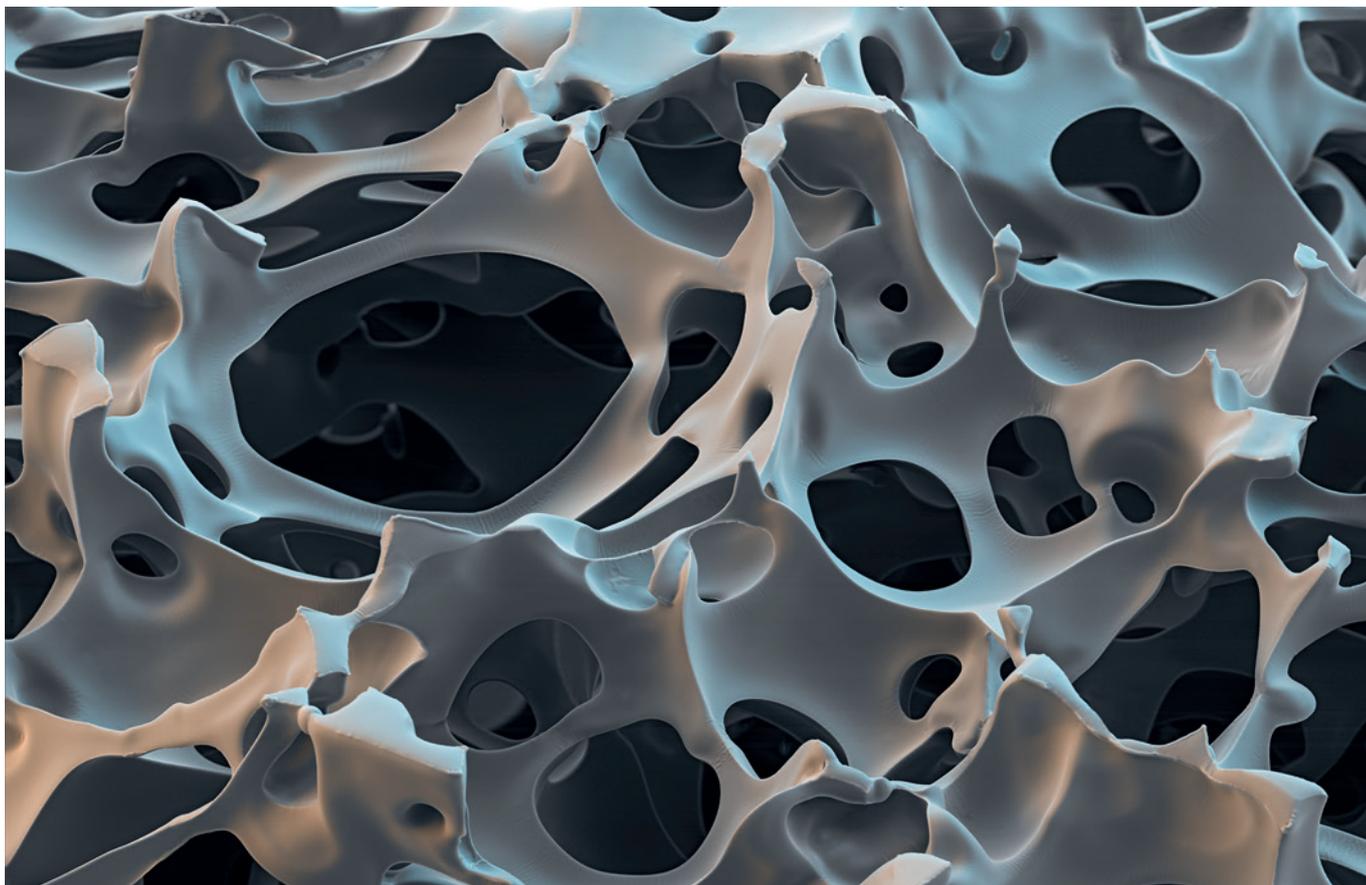


Photo © EYE OF SCIENCE/PHANIE

Polymère acrylique super absorbant grossi 135 fois.

« Le polymère acrylique super-absorbant dit SAP, utilisé dans le domaine de l'hygiène, est l'une des innovations les plus marquantes dans la chimie depuis les années 1980 (la production mondiale de SAP passant de pratiquement zéro en 1980 à un million de tonnes dans le monde en 2000 et à 1,8 million de tonnes en 2013). »

place relative dans le monde n'est pas meilleure, quantitativement, en 2015 qu'en 1981 : elle est restée modeste par rapport à la chimie allemande ou américaine et, entretemps, la concurrence asiatique s'est considérablement amplifiée.

Quelles leçons en tirer ?

D'une manière générale, l'excès de morcellement - un peu dans tous les domaines (des 36 000 communes jusqu'au système très divisé des universités et grandes écoles) - n'est-il pas un mal bien français ?

La chimie française a souffert d'une longue concurrence franco-française à un moment où la concurrence internationale était déjà très forte et largement « suffisante » pour stimuler l'innovation. C'est d'ailleurs l'initiative privée qui a opéré les regroupements que l'État n'a pas su engager, quand il en avait la possibilité.

On a peut-être trop longtemps favorisé une culture française qui privilégie la coexistence de deux champions nationaux : Elf et Total, Usinor et Sacilor auparavant dans la sidérurgie, ou encore Peugeot et Renault, aujourd'hui.

Mentionnons ici que le climat social des années 1980 a éga-

lement pénalisé la chimie française : les grèves fréquentes entraînaient des pertes financières directes et, surtout, elles ont mis à plusieurs reprises en difficulté des clients stratégiques, qui, en réaction, ont incité des concurrents étrangers à investir chez eux afin de réduire leur dépendance vis-à-vis de fabrications françaises. Là encore, on regrettait souvent l'absence en France d'un équivalent du « consensus à l'allemande ».

Mais, comme nous l'avons dit, la mondialisation rend moins pertinente la notion d'« industrie française » : l'implantation de groupes étrangers en France est tout aussi importante, pour l'emploi en tout cas, et pour la balance commerciale, qui est excédentaire en chimie. L'importance de Solvay en France, déjà mentionnée, en est l'illustration. Les pouvoirs publics ont un rôle à jouer pour aider au développement des activités chimiques en France.

Enfin, si l'Europe politique était faite, on ne parlerait de rang mondial qu'à propos de sociétés chimiques européennes : on en trouverait 6 dans les 16 premières, à égalité avec l'Asie (5 sociétés) et les États-Unis (5 également). C'est donc sans doute au niveau de l'Europe que l'on devrait désormais appliquer l'adage selon lequel « l'union fait la force ».

La chimie peut-elle être respectueuse de l'environnement ?

Par Jean-Marie DURAND

Adjoint à la directrice générale de la Prévention des risques du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Le respect de l'environnement (à ne pas confondre avec le respect de la nature) peut se comprendre dans le contexte des installations classées pour l'environnement ou dans la perspective, plus large, du développement durable. La chimie doit être respectueuse de l'environnement et elle peut l'être dans une trajectoire asymptotique et à des conditions et avec des bénéfices que nous précisons dans cet article. Celui-ci présente également les fondements de la réglementation et ses limites constitutionnelles, ainsi que les grands principes tels que le principe de précaution et celui de la participation du public. Nous avons retenu l'exemple des agrocarburants pour discuter du concept de chimie verte et de ses limites.

La chimie respectueuse de l'environnement ? C'est difficile par nature et par Nature ! En effet, la chimie est associée à l'image de l'artificiel qui a une consonance péjorative et qui s'oppose « naturellement » à l'image du naturel, qui lui est paré de toutes les vertus. Essayons de dépasser cette opposition primaire dont les jeux de mots qui précèdent font pressentir la fragilité.

L'environnement, d'un point de vue industriel, peut d'abord être compris au sens de l'article L. 511-1 du Code éponyme, qui précise que « *sont soumis aux dispositions du présent titre les usines, ateliers, dépôts, chantiers et, d'une manière générale, les installations exploitées ou détenues par toute personne physique ou morale, publique ou privée, qui peuvent présenter des dangers ou des inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, soit pour l'utilisation rationnelle de l'énergie, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique. Les dispositions du présent titre sont également applicables aux exploitations de carrières [...] au sens du Code minier.* »

Dans ce sens, c'est-à-dire celui s'appliquant aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), la chimie peut être respectueuse de l'environnement si elle respecte la réglementation ⁽¹⁾ et si elle évite les accidents, les pollutions et les nuisances.

Mais ce n'est pas « naturel » ! Il faut des investissements, qui peuvent être très importants, et une exploitation rigoureuse, alors que la finalité première de l'industrie est autre, elle est de produire à un coût compétitif qui engendre des bénéfices permettant de rémunérer les actionnaires. De fait, même si le respect de l'environnement est très souvent profitable pour les entreprises durables (car il diminue les charges liées aux accidents et aux pollutions, voire les primes d'assurances, il réduit le coût des ressources consommées, il favorise la qualité des *process*, il contribue à la cohésion sociale interne à l'entreprise, à l'image de celle-ci et à son acceptabilité externe...), ces profits ont un caractère plus aléatoire ou sont plus difficilement évaluables que les coûts d'investissement et de fonctionnement qui les induisent. Il s'ensuit qu'il y a une grande diversité dans les comportements des managers d'ICPE, entre les plus engagés dans le respect de l'environnement et ceux qui le sont moins. Cette grande diversité de comportements, l'accidentologie importante ⁽²⁾, la technicité

(1) La mise en œuvre de l'article L. 511-1 du Code de l'environnement conduit à une « approche intégrée » pour prévenir l'ensemble des nuisances et des risques. La réglementation exige en particulier, avant l'autorisation d'une ICPE soumise à cette procédure, la production d'une étude de dangers et d'une étude d'impact sur l'environnement et vise à « réduire, éviter et compenser » lesdits impacts.

(2) La base ARIA des retours d'expériences sur les accidents technologiques contient 40 000 résumés, de nombreuses études de cas et synthèses (ceux-ci sont consultables sur le site www.aria.developpement-durable.gouv.fr).



Photo © Lydie Lecarpentier/REA

Atelier dans l'usine Seppic du groupe Air Liquide, adhérent du *cluster* Chimie verte, à Castres (Midi-Pyrénées), janvier 2014.

« Ce contexte de volontariat a conduit des chimistes à théoriser le concept de "chimie verte", dans les années 1990, au travers de 12 principes fondateurs, en tant que "philosophie de la recherche chimique et du génie chimique qui encourage la conception de produits et de processus chimiques qui diminuent l'utilisation et la production de substances dangereuses" ».

des sujets abordés et les attentes légitimes du public justifient à elles seules l'information des riverains et leur participation aux grandes décisions qui les concernent, comme elles justifient l'existence du corps de contrôle spécialisé que constitue l'Inspection des installations classées.

Mais l'environnement peut également être compris dans un sens plus large (il peut ne pas être forcément lié au voisinage immédiat ou même plus lointain des ICPE), comme « les espaces, ressources et milieux naturels, les sites et paysages, la qualité de l'air, les espèces animales et végétales, la diversité et les équilibres biologiques auxquels ils participent » (article L. 110-1 du Code de l'environnement). Le même article de ce Code précise qu'ils « font partie du patrimoine commun de la nation. Leur protection, leur mise en valeur, leur restauration, leur remise en état et leur gestion sont d'intérêt général et concourent à l'objectif de développement durable qui vise à satisfaire les besoins de développement et la santé des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs »⁽³⁾.

Dans cette perspective, il ne s'agit donc pas seulement de protéger le voisinage (humain et environnemental) des installations stockant, traitant ou rejetant des substances dangereuses, mais aussi d'agir en étant inspiré par une réflexion

globale sur les ressources consommées (en particulier, celles qui ne sont pas renouvelables), la nocivité des produits vendus, les émissions telles que les gaz à effet de serre et les déchets produits..., et en réalisant des analyses de cycles de vie (ACV).

(3) L'article poursuit en définissant 5 principes : « Elles s'inspirent, dans le cadre des lois qui en définissent la portée, des principes suivants :
 1° Le principe de précaution, selon lequel l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable ;
 2° Le principe d'action préventive et de correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement, en utilisant les meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable ;
 3° Le principe pollueur-payeur, selon lequel les frais résultant des mesures de prévention, de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur ;
 4° Le principe selon lequel toute personne a le droit d'accéder aux informations relatives à l'environnement détenues par les autorités publiques
 5° Le principe de participation en vertu duquel toute personne est informée des projets de décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement dans des conditions lui permettant de formuler ses observations, qui sont prises en considération par l'autorité compétente. »

Pour les industriels, cette démarche est beaucoup plus fondée sur le volontariat que sur la réglementation, même si celle-ci peut s'imposer dans certains cas, par exemple avec le règlement REACH qui rend obligatoire le recensement, l'évaluation et le contrôle des substances chimiques fabriquées, importées ou mises sur le marché européen dans des quantités supérieures à des seuils fixés. Cette limitation du pouvoir législatif et réglementaire est issue de la liberté d'entreprendre, déclinaison du principe de liberté qui est profondément ancré dans notre Constitution ⁽⁴⁾. Elle a également pour conséquence que les pouvoirs publics n'ont pas à juger de l'opportunité d'un projet privé ne bénéficiant d'aucun financement public et n'étant pas soumis au préalable d'une déclaration d'utilité publique (DUP), c'est-à-dire que les pouvoirs publics autorisent sous conditions ou refusent un projet privé, mais n'ont pas à décider la réalisation de celui-ci à la place des porteurs de projet ; en conséquence, le public n'a pas à être consulté sur cette opportunité.

Ce contexte de volontariat a conduit des chimistes à théoriser le concept de « chimie verte », dans les années 1990, au travers de 12 principes fondateurs, en tant que « *philosophie de la recherche chimique et du génie chimique qui encourage la conception des produits et des processus chimiques qui diminuent l'utilisation et la production de substances dangereuses* » ⁽⁵⁾.

Ce concept est bien entendu séduisant, mais il est difficile à mettre en œuvre car il s'agit d'avoir une vision d'ensemble et pas seulement de concevoir un procédé plus sobre ou moins polluant, sans tenir compte de son amont et de son aval.

Prenons l'exemple des agrocarburants (abusivement appelés biocarburants), qui peuvent apparaître attrayants puisqu'ils visent, grâce à la chimie, à produire des hydrocarbures renouvelables tout en créant de la richesse et de l'emploi. Pourtant, ils posent différents problèmes. Certains d'entre eux devraient pouvoir être résolus avec les générations suivantes d'agrocarburants grâce à une évolution des technologies permettant une meilleure utilisation des ressources végétales, de meilleurs rendements énergétiques et une réduction des déchets. Mais d'autres problèmes sont plus fondamentaux, comme les interactions entre l'alimentation humaine et la satisfaction des besoins énergétiques, dues au changement d'affectation des sols conduisant à des conséquences négatives sur la biodiversité.

Je ferai une petite digression pour prendre la défense de la biodiversité, qui est souvent mal comprise, surtout lorsque son respect s'oppose à des projets économiques porteurs d'emplois. Outre son intérêt intrinsèque, la diversité biologique (biodiversité) - les espèces, leurs milieux de vie et les individus au sein de l'espèce - rend et rendra de nombreux « services » à l'humanité, qui restent encore aujourd'hui parfois inconnus et/ou auxquels il est impossible ou coûteux de suppléer. Il s'agit, par exemple, de la fourniture de matières premières (nourriture, arômes, médicaments... ; plus de 80 % des médicaments sont issus du monde vivant alors que seulement 2 % des plantes connues ont fait l'objet de recherches à but médical), de la régulation de notre environnement (épuration de l'air, de l'eau, des sols...) et des services « à caractère social » (esthétique, bien-être des personnes)

ayant souvent une valeur économique (activités de plein air, tourisme...). La sauvegarde de la biodiversité est indispensable pour maintenir notre capacité à nous adapter aux changements actuels et futurs (climatique, économique...) et pour garantir le maintien de la vie sur la Terre.

Refermons cette parenthèse, pour constater qu'il n'est donc pas toujours facile d'avoir un point de vue technique qui soit solidement fondé sur le caractère écologique de certaines déclinaisons du concept de chimie verte. *A fortiori*, il n'est pas facile, pour le public, de s'y retrouver - d'autant plus que la méfiance est assez répandue. Cette méfiance, qui a de multiples causes, fait notamment écho aux annonces *marketing* mal fondées (comme celles sur la nature « bio » de plusieurs produits alimentaires ou sur la biodégradabilité d'articles qui ne sont, en fait, que fragmentables).

Deux précisions complémentaires, avant de conclure

Revenant sur le début de cet article, je dirai, dans un clin d'œil, que la Nature, qui sait inventer bien des artifices, n'est pas forcément respectueuse de l'environnement, que ce soit à travers les catastrophes naturelles, la « pollution géologique » des sols et des sous-sols (qui, précisément, peuvent être des lieux propices à l'exploitation de mines ou de carrières), la radioactivité naturelle, la production de substances dangereuses par certaines plantes et certains animaux (rappelons d'ailleurs que plus de 80 % des médicaments sont issus du monde vivant) ou la concurrence des espèces invasives (faisant elles aussi partie intégrante de la « Nature »). Toutefois, l'Homme amplifie et accélère ces actions que la Nature fait déjà sans lui. Une boutade met en évidence certains préjugés, mais aussi certaines questions philosophiques difficiles que comportent les concepts de nature et d'humanité : « *Quand la nature a vraiment eu envie de faire de la chimie, elle a inventé... le chimiste !* ».

Deuxième point : la chimie est bien souvent un outil utile pour traiter des pollutions environnementales, que celles-ci soient d'origine anthropique ou d'origine naturelle.

Alors, la chimie peut-elle vraiment être respectueuse de l'environnement ?

Elle peut l'être, certes, mais dans une trajectoire asymptotique, davantage demain que ce n'est le cas aujourd'hui, même si elle est déjà en progrès - en Europe, en tout cas - par rapport à hier. Mais cela suppose la bonne volonté et l'implication pérenne de tous : d'abord des entreprises de la chimie et de leurs employés, dans leurs intérêts bien compris ; ensuite, des pouvoirs publics qui doivent à la fois pro-

(4) *Par exemple* : « La liberté consiste à pouvoir faire tout ce qui ne nuit pas à autrui : ainsi, l'exercice des droits naturels de chaque homme n'a de bornes que celles qui assurent aux autres Membres de la Société la jouissance de ces mêmes droits. Ces bornes ne peuvent être déterminées que par la Loi » (*Article 4 de la Déclaration des Droits de l'Homme et du Citoyen de 1789 à valeur constitutionnelle*).

(5) http://fr.wikipedia.org/wiki/Chimie_verte

portionner leurs exigences aux enjeux ⁽⁶⁾, s'attacher à ne pas créer de distorsion de concurrence entre les entreprises, appliquer le principe de Montesquieu (« *Il ne faut toucher aux lois que d'une main tremblante* ») et sanctionner d'une main ferme les abus ; mais également des élus, des ONG et, plus largement, du grand public.

Sur ce sujet qui a tellement d'importance pour l'avenir de l'humanité et de la biodiversité, le « Tu peux, donc tu dois » ⁽⁷⁾ et le « Tu dois, donc tu peux » ⁽⁸⁾ se font mutuellement écho ⁽⁹⁾.

(6) C'est une règle de bonne administration qui doit être mise en œuvre en permanence, et pas seulement lors de l'application du principe de précaution dans lequel elle est explicite. Prenons au passage la défense de ce principe qui est souvent mal compris et brandi à tort et à travers, pour l'utiliser ou pour le critiquer, en revenant à son énoncé dans la Charte de l'environnement à valeur constitutionnelle (article 5) : « Lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent, par application

du principe de précaution et dans leurs domaines d'attributions, à la mise en œuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage ». C'est un principe de prudence qui s'applique à des circonstances exceptionnelles (« affecter de manière grave et irréversible l'environnement »), aux autorités publiques seulement et dans leurs domaines d'attributions, exigeant des « procédures d'évaluation des risques et l'adoption de mesures provisoires et proportionnées ». Il ne s'agit donc absolument pas de tout interdire, indéfiniment, à la moindre incertitude. D'ailleurs, son application pratique, en France, n'a concerné jusqu'à présent que très peu de sujets. Il n'est pas à confondre avec le principe d'action préventive, la précaution s'appliquant aux risques incertains et mal connus, tandis que la prévention s'applique aux risques connus.

(7) Ce qui fait référence, par exemple, à l'exigence des « meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable » du principe d'action préventive (article L. 110-1 du Code de l'environnement).

(8) Ce qui incite, par exemple, à la recherche et à l'innovation, promues d'ailleurs par la Charte de l'environnement à valeur constitutionnelle (article 9) : « La recherche et l'innovation doivent apporter leur concours à la préservation et à la mise en valeur de l'environnement ».

(9) Cet article étant relatif à la chimie, ces échos mutuels peuvent faire penser à la catalyse réciproque (voir La Catalyse en chimie organique de Paul Sabatier).

La chimie, un acteur responsable et incontournable de l'économie durable

Par **Luc BENOIT-CATTIN**

Directeur général Industrie, Arkema

Les accidents de l'industrie chimique sont rares, mais ils ont parfois un impact majeur. Ils marquent durablement l'opinion, qui n'a pas toujours conscience des progrès importants qui ont été réalisés depuis plus de vingt ans par les acteurs de cette filière. Confrontée à des questionnements permanents sur la sécurité de ses opérations et l'innocuité de ses produits, et plus largement aux enjeux de sa responsabilité sociétale et environnementale, la chimie est résolument engagée dans une démarche d'amélioration permanente dans les domaines précités, avec à la clef des progrès remarquables qui se mesurent certes par les engagements pris et par les importants moyens mis en œuvre, mais aussi, et avant tout, par les résultats obtenus.

Mais la chimie va bien au-delà de la seule maîtrise de son empreinte environnementale en proposant des solutions innovantes incontournables pour répondre aux nouveaux défis à relever en matière de climat, d'accès à l'eau potable, d'accroissement de la population ou de nouvelles énergies. À la pointe de la technologie et au cœur de la croissance durable de notre société, la chimie est une industrie d'avenir. Les pouvoirs publics, en France et en Europe, doivent dès lors s'attacher à l'accompagner de façon adéquate en trouvant un juste équilibre entre des objectifs environnementaux légitimes et les impératifs de performance économique qu'impose la compétition mondiale.

Une dynamique de changement portée par les industriels

Avec près de 600 textes communautaires et plusieurs milliers de textes nationaux, la réglementation de l'industrie chimique est particulièrement dense et complexe. Elle couvre un spectre très large : sécurité des travailleurs, sécurité industrielle et maîtrise des risques technologiques (directives Seveso, Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT)...), réduction de l'empreinte environnementale (protocoles mondiaux sur les gaz à effet de serre, directives sur l'eau...), sécurité des substances (règlement européen REACH, biocides, produits phytopharmaceutiques...).

Cette profusion de textes, qui résulte de la prise de conscience progressive des risques inhérents à ce type d'activités ne doit pas masquer le réel engagement volontaire des industriels

qui fait aujourd'hui de la chimie un secteur de référence pour tout ce qui touche à la sécurité industrielle, à la protection de l'environnement et à la maîtrise des risques technologiques. Ainsi, cela fera vingt-cinq ans, en 2015, que la démarche *Responsible Care*® aura été engagée : 90 % des cent cinquante industriels mondiaux de la chimie, dont Arkema, s'inscrivent aujourd'hui dans cette démarche volontaire de gestion responsable des activités et des produits fondée sur une dynamique de progrès continu et sur le principe d'une information transparente du public.

Les résultats sont aujourd'hui incontestables, comme en atteste le bilan mondial de cette initiative sur la période 2002-2012, qui met en évidence - pour ne citer que les principaux indicateurs - une division par plus de deux de la fréquence des accidents industriels, une baisse de 29 % de l'intensité énergétique et une décroissance de 41 % des émissions de

CO₂ par unité produite, alors que dans le même temps l'industrie chimique mondiale enregistrait une croissance de 92 % de sa production.

Les entreprises françaises n'ont pas à rougir de leur contribution à cette évolution positive. Ainsi, les données officielles publiées montrent que le taux de fréquence des accidents du travail (nombre d'accidents avec arrêt de travail par million d'heures travaillées) de l'industrie chimique est inférieur de 40 à 50 % aux taux de fréquence de l'ensemble des autres branches d'activité du secteur privé (comprenant les industries, mais aussi les services). La culture de la sécurité est désormais très largement intégrée dans les pratiques managériales de notre industrie et s'inscrit pleinement dans sa logique d'amélioration continue.

Depuis plus de vingt ans, ces mêmes entreprises apportent leur pierre à la lutte contre le changement climatique. Entre 1990 et 2010, l'industrie chimique européenne a ainsi réduit de plus de 45 % ses émissions de gaz à effet de serre (GES) et elle s'est engagée à les réduire de 20 % supplémentaires d'ici à 2020.

Plus généralement, les industriels de la chimie ont su consacrer les investissements nécessaires à la modernisation et à la fiabilisation de leurs installations tout en procédant, dans le même temps, à une réduction significative de leur empreinte

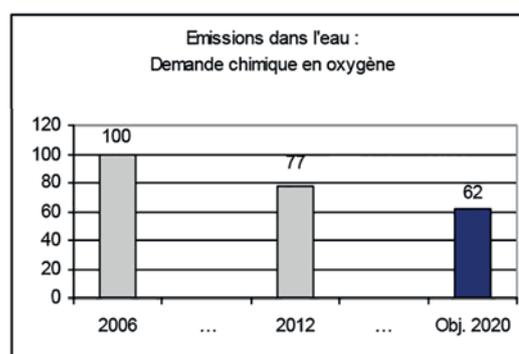
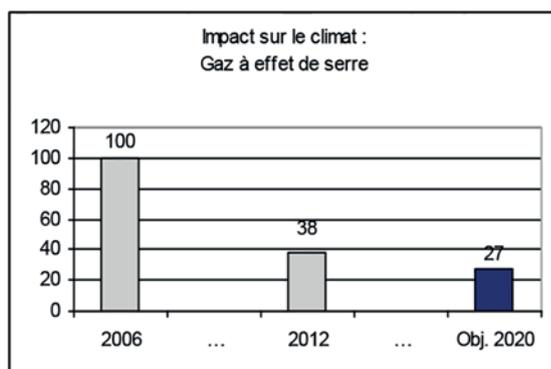
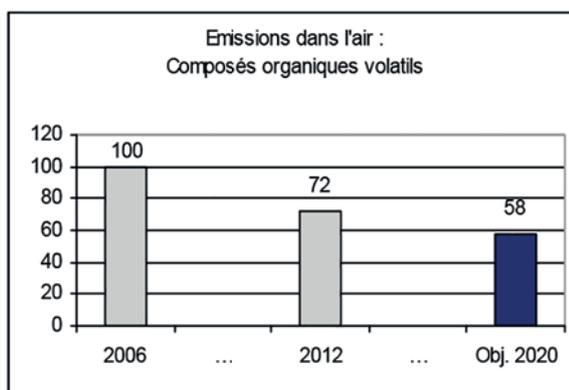
environnementale et en s'assurant d'une maîtrise renforcée de leurs risques technologiques. Ces exigences sont répercutées au niveau de leurs fournisseurs, notamment grâce à la mise en place de *Together for Sustainability*, une plateforme mutualisée d'évaluation et d'audit RSE (Responsabilité sociale d'entreprise) de leurs fournisseurs par les principaux leaders du secteur, dont Arkema.

En parallèle, ces mêmes industriels ont répondu aux attentes réglementaires en matière de sécurité et de traçabilité des produits. Ainsi, l'ensemble de l'industrie s'est mobilisée dans le cadre de la réglementation européenne REACH (enregistrement, évaluation, autorisation des produits chimiques) pour permettre l'accès à des données fiables de sécurité et d'utilisation des substances produites dans l'industrie. Cet effort sans précédent de mise à jour s'est d'ores et déjà matérialisé par l'enregistrement de 3 400 substances en 2010 et de 2 900 autres substances en 2013. Il va se poursuivre avec la dernière phase d'enregistrement prévue en 2018, qui concernera de nombreuses TPI/PME puisqu'il s'agira d'enregistrer les substances produites en quantité inférieure à 100 tonnes par an.

Acteur mondial et premier chimiste français, Arkema illustre bien cette dynamique. Le groupe consacre un tiers de ses investissements annuels (soit près de 150 millions d'euros) à

Arkema : évolution des rejets dans l'environnement

(base 100 en 2006)

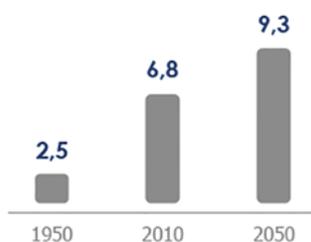


ARKEMA
INNOVATIVE CHEMISTRY

Les enjeux liés au développement durable

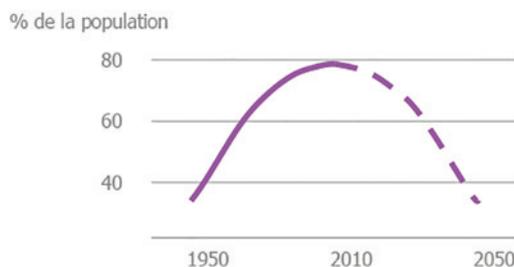
Population mondiale :
9 milliards en 2050

Population mondiale (en Md)



1 milliard d'individus n'ont pas
accès aujourd'hui à l'eau potable

Accès à l'eau potable



La demande en énergie va plus
que doubler d'ici 2050

Economies d'énergies



Allègement des matériaux,
maisons écologiques, etc.

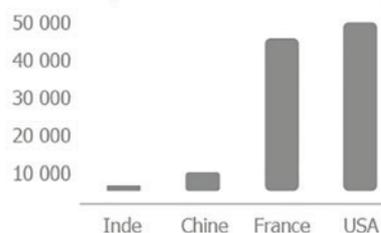
Nouvelles énergies



Photovoltaïque, batteries,
éoliennes, biomasse, etc.

Amélioration du niveau de vie

PIB par habitant en 2011 (en \$)



ARKEMA
INNOVATIVE CHEMISTRY

la fiabilisation, à la mise en conformité et à la modernisation de ses installations, ainsi qu'à la sécurité et à la traçabilité de ses produits. Un effort qui a notamment permis de réduire de plus de 60 % les émissions de gaz à effet de serre du groupe, depuis sa création, en 2006, et qui se prolonge au travers d'objectifs de réduction ambitieux pour l'horizon 2020.

Ainsi, l'analyse des très nombreux indicateurs mis en place conduit aujourd'hui à constater objectivement que, loin de se satisfaire d'une simple réponse à la « pression » réglementaire, l'industrie chimique s'est globalement placée dans une démarche proactive. Il est important que cette attitude soit désormais partagée par tous, quelle que soient la taille de l'entreprise ou sa zone d'activité.

Au-delà, les industriels de la chimie - dont, bien entendu, Arkema - sont par nature des pourvoyeurs de solutions en mesure d'apporter des réponses crédibles et concrètes aux préoccupations majeures de santé publique, d'environnement, de préservation des ressources ou d'efficacité énergétique - autant d'exigences clés d'un développement durable de l'économie de manière générale et, au-delà, de la société tout entière.

La chimie au cœur des solutions durables

La population mondiale sera passée de près de 2,5 milliards d'individus en 1950 à plus de 9 milliards en 2050, avec, dans le même temps, un accroissement très important de l'espérance de vie, et donc une proportion de la population âgée en très forte augmentation.

Cette double dynamique fait, à l'évidence, émerger de nouveaux besoins en termes de santé et de nutrition, mais également en termes d'habitat et d'urbanisation.

Une des implications immédiates de l'accroissement de la population dans le monde est la difficulté de l'accès à l'eau potable pour tous (une question avant tout locale, contrairement au réchauffement climatique, mais qui doit être traitée en adoptant une approche globale).

La croissance de la demande en énergie constitue un autre défi clé. Pour 2050, les besoins mondiaux en énergie sont estimés à près de 20 gigatonnes d'équivalent pétrole par an,

contre moins de 10 aujourd'hui. Tous les secteurs d'activité en dépendent. Ces besoins augmentent de façon constante, lançant un double défi : la disponibilité des sources d'énergie et leur impact sur l'environnement (en particulier, le réchauffement climatique). Un complément très important devra donc être apporté par les énergies alternatives, dans toute leur diversité.

Filtrer et mieux capter le rayonnement solaire, produire différemment de l'énergie et la stocker, alléger les matériaux, et donc économiser l'énergie notamment dans le secteur des transports, recourir de plus en plus aux matériaux avancés en élargissant leur spectre applicatif (en température, résistance...), purifier l'eau, économiser les ressources énergétiques et les matières premières... : entre avancées à petits pas et technologies de rupture, l'industrie chimique, qui est au centre de ces défis techniques, est incontournable pour le développement de solutions adaptées.

En écho à ces enjeux sociétaux qui structurent dans une large mesure la démarche de développement durable, la chimie développe des solutions innovantes qui bénéficient à l'ensemble des secteurs industriels. C'est particulièrement vrai pour ce qui concerne Arkema, dont un tiers des 200 brevets que le groupe dépose chaque année protège des innovations dans le domaine du développement durable se focalisant sur cinq thématiques essentielles suivantes.

1-Accélérer le passage des énergies nouvelles au stade de la maturité industrielle

La chimie intervient dans la fabrication du silicium cristallin, qui est le composant essentiel des panneaux photovoltaïques. Par ailleurs, la mise au point de matériaux avancés intégrant des cellules photovoltaïques plus performantes se traduit par l'augmentation du rendement de ces dernières et la diminution de leur coût, ce qui permet de faire baisser le coût de production du kWh. Arkema produit pour ce qui la concerne les films qui permettent de protéger les cellules et d'en prolonger ainsi la durée de vie.

En matière de stockage d'énergie, la technologie lithium-ion, grâce à sa haute densité d'énergie, est en train de s'imposer comme la technologie dominante pour les accumulateurs. Elle est également promise à de forts développements dans le domaine des batteries pour véhicules (électriques et hybrides). L'accent est mis désormais sur l'amélioration de la qualité et de la sécurité des batteries, tout en augmentant leur puissance et leur durée de vie. À cet égard, les molécules et les polymères fluorés ouvrent des perspectives très intéressantes pour les principaux composants des batteries (cathode, anode et électrolyte).

2-Recourir aux matières premières renouvelables

Le développement du recours à la biomasse, quelle qu'en soit l'origine (biomasse primaire ou secondaire), ouvre la voie à la production à des échelles significatives de molécules chimiques et de matériaux biosourcés dont les propriétés correspondent aux attentes du marché.

Deux grandes voies sont ouvertes dans ce domaine : les produits chimiques de spécialités (à forte valeur ajoutée et repo-

sant sur une R&D intensive) et les produits ou substances à fort volume qui, au demeurant, sont confrontés à une problématique de disponibilité de la ressource et de volatilité des cours des matières premières d'origine agricole qui en sont les bases.

Acteur stratégique de la chimie de spécialités, Arkema se positionne fortement sur le premier créneau et développe notamment, depuis de nombreuses années, une chimie de très haute performance à base d'huile de ricin permettant d'obtenir des polyamides à chaînes longues, aux performances tout à fait exceptionnelles. Cette expertise lui a permis notamment de mettre sur le marché une série de nouveaux polymères techniques Rilsan couvrant une gamme de performances très élargie dans les domaines d'application à forte exigence technologique que sont les articles de sport, les conduites utilisées dans l'extraction du pétrole ou du gaz *offshore* et, de plus en plus, l'automobile.

3-Favoriser le traitement de l'eau à grande échelle

Pour accroître la quantité d'eau potable à travers le monde, il faudra traiter et purifier des volumes d'eau de plus en plus importants. Les techniques membranaires - où il ne s'agit plus d'éliminer chimiquement les polluants ou les bactéries, mais bien de les extraire physiquement - se développent rapidement. Arkema a ainsi mis au point des membranes hydrophiles en polymères fluorés constituées de microfibrilles creuses et poreuses qui permettent d'augmenter le flux d'eau traité, tout en exigeant moins d'énergie.

4-Développer des matériaux plus légers

Dans la lutte contre le changement climatique, la réduction de la consommation d'énergie fossile est bien sûr une nécessité critique. Cette réduction passe, par exemple, dans le domaine des transports, par l'allègement systématique de la masse des véhicules, par la réduction des frottements grâce à l'amélioration des pneumatiques et à la mise au point de nouveaux revêtements routiers. Le développement récent de polymères techniques de haute performance, légers et particulièrement résistants ouvre des perspectives très attractives à cet égard : une pièce en polymère technique est en effet, à performances identiques, jusqu'à six fois plus légère qu'une pièce en métal.

Ainsi, par exemple, le polyamide 11 haute température est l'un des premiers polymères capable de remplacer, dans l'automobile, le métal dans des applications sous capot moteur à haute température (~250° C). Cette nouvelle résine offre une caractéristique unique pour ce type de matériau, la flexibilité, ouvrant aussi des possibilités de substitution au métal jusque-là insoupçonnées, avec des réductions de coûts importantes (jusqu'à 50 %) dans la fabrication et l'assemblage, réductions qui viennent s'ajouter au bénéfice apporté par l'allègement correspondant des véhicules.

5-Développer l'économie circulaire

Le recours généralisé aux méthodes désormais reconnues et normalisées de l'analyse du cycle de vie (ACV) des produits paraît être un point de passage obligé et être le garant de la durabilité de ces derniers. L'ACV considère toutes les phases

de la vie d'un produit, « du berceau à la tombe », c'est-à-dire de l'extraction des matières premières qui le composent jusqu'à son élimination, en passant par les étapes de production, de distribution, d'utilisation et de recyclage. Arkema développe plusieurs solutions favorisant ce recyclage, ainsi en est-il des résines thermoplastiques Elium qui, grâce à leurs propriétés innovantes, sont facilement recyclables, à la différence des pièces en résines thermodurcissables de type époxy.

Ainsi, au-delà de la réduction de l'empreinte environnementale de leur activité, les industriels ont engagé une mutation vers une chimie durable et innovante qui bénéficie à l'ensemble des filières aval, et donc à l'économie tout entière. Pour soutenir cet effort dans la durée, la chimie européenne

doit pouvoir compter sur de véritables marges de manœuvre et d'innovation, notamment grâce à un desserrement des contraintes qui la freinent (équilibre réglementaire, accès à une énergie compétitive, environnement fiscal stable, flexibilité du travail...) par rapport à ses concurrents. Les pouvoirs publics ont un rôle primordial à jouer en la matière, s'ils veulent bien créditer ce secteur des défis qu'il a relevés et des avancées qu'il a réalisées ces vingt dernières années. Il serait pour le moins paradoxal qu'un secteur dont les performances environnementales sont parmi les meilleures au monde, y compris du fait de l'électricité décarbonée qui l'alimente, s'efface au profit d'acteurs moins performants sur ce point, et ce au moment même où le développement durable s'ancre profondément dans la plupart des politiques publiques.

La chimie verte et la chimie du végétal

Par Eric FIRTION

Délégué général de l'ACDV (Association nationale de la Chimie Du Végétal).

et Christophe RUPP-DAHLEM

Président de l'ACDV

La chimie du végétal a connu un essor important ces quinze dernières années. Elle est un pilier essentiel de la chimie verte en utilisant la biomasse comme matière première et en proposant des produits présentant des fonctionnalités nouvelles. La chimie du végétal est devenue une réalité industrielle à travers la concrétisation en Europe de nombreux projets générateurs d'emplois. L'accélération de son déploiement en France passera par la définition d'une véritable stratégie de la bioéconomie à l'image de ce qui a été fait dans de nombreux autres pays (États-Unis, Brésil...). Elle pourra aussi s'appuyer sur l'Association Chimie du Végétal (ACDV) qui a pour vocation de soutenir et d'accélérer le développement d'une chimie fondée sur l'utilisation de ressources végétales en France et en Europe.

Pour en savoir plus : www.chimieduvegetal.com

L'utilisation de la matière végétale comme source première de la production de produits chimiques est une pratique qui existe depuis toujours, mais qui s'est véritablement développée au moment de la révolution industrielle (dans la deuxième moitié du XVIII^e siècle). Depuis une quinzaine d'années, la chimie du végétal a pris une place nouvelle dans l'industrie chimique et est, de ce fait, promise à un bel avenir.

Les produits biosourcés issus de la chimie du végétal sont déjà présents dans notre vie quotidienne : produits d'hygiène, produits d'entretien, ingrédients cosmétiques, pigments, films et sacs plastiques, fibres textiles, emballages, etc.

Aujourd'hui plus que jamais, la chimie du végétal contribue à répondre aux enjeux énergétiques, environnementaux et sociaux que la société et les industriels doivent relever.

Chimie, chimie verte et chimie du végétal

La chimie du végétal est l'un des axes essentiels de la chimie verte. Celle-ci repose sur douze principes formalisés par les chimistes américains Paul Anastas et John C. Warner en 1998 ⁽¹⁾.

Elle vise à utiliser comme matière première de la biomasse (c'est-à-dire des plantes entières telles que les céréales, les pommes de terre, les betteraves ou des résidus végétaux et des substances extraites de végétaux telles que les huiles végétales, le bois, les algues, etc.) pour fabriquer des produits chimiques et des matériaux.

Les végétaux offrent l'avantage d'être renouvelables et nous permettent de réduire nos émissions de gaz à effet de serre, ainsi que notre dépendance vis-à-vis des matières premières fossiles.

Le végétal peut être une alternative au pétrole dans certains procédés de l'industrie chimique : il permet de substituer à une chimie basée sur des hydrocarbures fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon) une chimie basée sur des carbohydrates (contenus dans les plantes, le bois, etc.).

D'amont en aval : la chaîne de valeur des acteurs de la chimie du végétal

En amont de la filière, la vocation de la première transformation industrielle est de valoriser l'intégralité des matières

(1) Voir <http://www.chimieduvegetal.com/>



Photo © Vainco / SIPA

Huiles fabriquées à partir de micro-algues destinées à la production de biocarburants, usine Fermentalg à Libourne (Gironde), janvier 2011.

« La chimie du végétal vise à utiliser comme matière première de la biomasse (c'est-à-dire des plantes entières telles que les céréales, les pommes de terre, les betteraves ou des résidus végétaux et des substances extraites de végétaux telles que les huiles végétales, le bois, les algues, etc.) pour fabriquer des produits chimiques et des matériaux. »

premières agricoles en sucres, en carbohydrates, en lipides, en protéines et en lignines. Cette transformation opérée par les agro-industriels permet de proposer une large gamme de produits à des clients industriels de secteurs allant de l'industrie alimentaire à la pharmacie, mais également à la chimie, en créant ainsi une nouvelle chaîne de valeur organique.

Puis les industriels de la chimie et de la transformation/formulation fabriquent des intermédiaires chimiques, des résines et des matériaux biosourcés que nous retrouvons dans de nombreux produits de grande consommation : plastiques (flacons rigides, jouets, stylos, chaussures de sport, etc.), peintures, vernis, tensioactifs (qui sont présents dans les détergents, dans des cosmétiques, etc.) et lubrifiants. Les matériaux biosourcés sont également présents dans le domaine agricole : engrais, produits phytosanitaires, composants de machines...

Cette chaîne de valeur se poursuit en aval avec les distributeurs, qui approvisionnent les différents marchés applicatifs (cosmétique, construction, automobile, alimentation...).

Enfin, elle trouve son terme dans les filières de gestion des déchets (incinération, recyclage, compostage, valorisation).

Une réalité industrielle génératrice d'emplois et de dynamisme territorial

De nombreux projets de R&D relatifs à la chimie du végétal sont aujourd'hui arrivés au stade industriel dans les domaines des intermédiaires chimiques (par exemple, avec la première unité industrielle d'acide succinique mise en service par DSM et Roquette à travers leur co-entreprise Reverdia en Italie, en 2012) et des produits finis tels que des films plastiques ou des pièces en plastique rigide pour l'automobile ou le bâtiment.

Une première unité de taille mondiale de polybutylène succinate (PBS) biosourcé démarre en Thaïlande chez PTTMCC Biochem, une co-entreprise entre le Thaïlandais PTT et le Japonais Mitsubishi Chemical Corporation.

En France, certains projets en sont encore au stade de la démonstration, avec le financement d'instituts d'excellence, tels que Pivert, Ifmas ou Ideel. Il est donc important de ne pas relâcher les efforts de financement public-privé dans ce domaine. En effet, cette filière est source de croissance puisque, selon l'Ademe, elle représentait, en 2012, 23 000

emplois directs et 65 000 emplois indirects en France dans la chimie du végétal. Les observateurs confirment que cette filière a un potentiel de création de 19 000 emplois supplémentaires à l'horizon 2020, une tendance qui permettra également d'accompagner la dynamique de croissance dans le domaine de la chimie traditionnelle.

Une nouvelle étude de l'Ademe (en cours de finalisation) apportera une vision plus précise des marchés, des produits et de leurs perspectives d'évolution sur la période 2020-2030.

Une filière complémentaire par rapport à la chimie fossile

Un des challenges de la chimie du végétal est d'apporter une performance environnementale égale ou supérieure à celle des produits d'origine fossile, en particulier, à travers de meilleurs ACV (Analyse de Cycle de Vie).

Mais cela ne suffit pas. Elle doit aussi proposer des performances techniques différenciantes par le biais de nouvelles propriétés.

Positionner la chimie du végétal uniquement en substitution aux matières correspondantes d'origine fossile n'est pas le bon choix. En effet, la baisse des coûts du pétrole et la révolution des gaz de schiste accentuent l'écart de prix entre ces deux filières.

En revanche, des molécules ou des produits finis de la chimie du végétal présentant des caractéristiques nouvelles (telles que des molécules anti-UV ou des plastiques résistant à la chaleur) ou des produits présentant de nouvelles fonctionnalités pourront trouver leur place sur de nouveaux marchés et proposer de véritables alternatives à la chimie des matières fossiles. Ils sont déjà utilisés dans des produits aussi variés que des gels-douche formulés à partir de tensioactifs biosourcés, des lubrifiants obtenus à partir d'huile de colza ou des couverts jetables réalisés à partir de plastiques biodégradables.

Une feuille de route nationale pour la bioéconomie

Pour se développer, la chimie du végétal doit être accompagnée d'une véritable stratégie nationale de la bioéconomie. L'Europe en a pris conscience, en février 2012, avec la parution de la Stratégie européenne en faveur d'une bioéconomie durable. En octobre 2014, s'est tenu à Turin un forum, où le *Standing Committee on Agricultural Research et l'European Bioeconomy Panel* se sont réunis pour faire le point sur la stratégie européenne visant à faire des produits biosourcés un élément de croissance de la bioéconomie.

Deux documents ont été présentés à cette occasion : l'un sur l'approvisionnement en biomasse et l'autre sur les enjeux de marché. Ainsi, pour répondre à une demande croissante de produits biosourcés, la production de la biomasse devra

répondre à un triple défi :

- elle devra être plus efficace grâce à une utilisation plus intensive des terres sans tomber dans le travers de la surexploitation - de nouvelles sources de biomasse devront être mobilisées, comme les co-produits ou les déchets ;
- l'exploitation de la biomasse devra également contribuer à la réduction de l'impact environnemental et se dérouler dans des conditions économiques viables sur l'ensemble de la chaîne de valeur. Ainsi, comparativement à leurs homologues américains, brésiliens ou asiatiques, les acteurs européens sont désavantagés, du fait d'une politique de la bioéconomie qui est moins développée en Europe ;
- des incitations sont nécessaires pour stimuler le marché des bioproduits, au travers d'aides spécifiques ou de l'émergence de labels ou de certifications.

En France, la loi de Transition énergétique (actuellement en cours d'examen au Parlement) prend en compte ces enjeux. Elle prévoit la possibilité, dans le cadre des marchés publics, d'instaurer une préférence pour les produits à faible impact environnemental, y compris les produits biosourcés.

Toutes les pièces du puzzle sont donc réunies pour composer une feuille de route nationale (impliquant l'ACDV, les Instituts de transition énergétique, les pôles de compétitivité...). Il ne reste plus qu'à les rassembler pour mieux afficher les ambitions et les priorités de notre pays dans ce domaine.

L'ACDV, une organisation incontournable de la chimie du végétal

Régie par la loi de 1901, l'Association Chimie du Végétal (ACDV) est une organisation indépendante dont la vocation première est de promouvoir le développement d'une chimie fondée sur l'utilisation de ressources végétales, en France comme en Europe. Créée fin 2007 sous l'impulsion de chimistes et d'agro-industriels, l'ACDV est spécifique de par la multiplicité des acteurs et des secteurs qu'elle représente. Ses fondateurs ont en effet souhaité réunir en son sein des entreprises se situant tant en amont qu'en aval de la filière considérée. L'Association favorise l'accélération du développement industriel de la chimie du végétal en s'appuyant sur ses membres : entreprises de la chimie, de l'agro-industrie et des branches en aval, les pôles de compétitivité et les organismes professionnels.

Ses cinq membres fondateurs sont :

- l'Union des Industries Chimiques (UIC),
- l'Union des Syndicats des Industries des Produits Amylacés et de leurs dérivés (USIPA),
- l'industriel Solvay,
- le groupe Roquette Frères,
- et le pôle de compétitivité Industries & Agro-Ressources (IAR).

L'Association Chimie Du Végétal (ACDV) est le porte-parole de la filière chimie du végétal auprès de différents publics (politiques, médias, grandes écoles, chercheurs, etc.). Elle valorise ses membres et les bénéfices tant économiques qu'environnementaux qu'ils apportent. Véritable force de proposition, l'ACDV met en avant la filière et ses capacités d'innovation et de développement en France et en Europe.

En tant qu'interlocuteur clé reconnu par les pouvoirs publics et par les institutions, l'ACDV participe à la définition de la stratégie nationale en matière de bioéconomie.

Les missions principales de l'ACDV sont :

- d'élaborer des positions et des argumentaires communs à destination des acteurs de la chimie du végétal, des pouvoirs publics français et européens, des médias et des ONG afin de définir un contexte propice au développement d'une chimie fondée sur l'utilisation du végétal,
- de favoriser la recherche et l'innovation (en particulier dans le domaine des biotechnologies industrielles) et de créer un environnement favorable au développement de la filière, notamment par l'implantation de bioraffineries,
- de mener des réflexions stratégiques sur les actions à mener en fonction de l'intérêt des marchés (construction, cosmétique, automobile, aéronautique, emballage...),
- de promouvoir la filière chimie du végétal au travers de *Plant Based Summits* (PBS) co-organisé par l'ACDV, qui rassemblent des exposants et des intervenants acteurs de la bioéconomie. Les PBS sont l'occasion, pour des industriels de tous horizons, de venir s'informer, communiquer et

échanger sur l'innovation, le développement et le déploiement commercial de produits biosourcés. La 3^{ème} édition de ces PBS a eu lieu à Lille, du 8 au 10 avril 2015.

Une des forces de l'ACDV repose sur ses groupes d'experts, qui interviennent sur des sujets stratégiques pour la filière, que sont :

- les analyses de cycles de vie,
- les réglementations et les incitations,
- les biopolymères,
- les normes et les références,
- et la communication.

Plus de 100 experts produisent des travaux utiles aux membres de l'Association et aux pouvoirs publics (guides méthodologiques, indicateurs biosourcés, études sur les biopolymères...).

Dans un contexte économique difficile (avec notamment une baisse des cours du pétrole et le développement des gaz de schiste), la chimie du végétal a toute sa place en tant que chimie durable et complémentaire de la chimie base fossile. Elle permet de concevoir des produits chimiques et des dérivés présentant des fonctionnalités nouvelles répondant aux exigences du marché. L'industrie chimique européenne utilise près de 10 % de ressources végétales dans ses approvisionnements, offrant ainsi une réponse durable aux défis économiques, environnementaux et sociétaux actuels. Cette chimie du végétal devra toutefois s'appuyer, d'une part, sur une véritable stratégie nationale en termes de bioéconomie, qui soit capable de créer un environnement favorable au développement de cette filière, et, d'autre part, sur l'ACDV en tant que facilitateur pour développer cette transition matière qui est complémentaire de la transition énergétique.

L'industrie chimique et l'énergie : la situation en France et dans le monde

Par Virginie SCHWARZ

Directrice de l'Énergie, ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

et Julien TOGNOLA

Sous-directeur des Marchés de l'Énergie et des Affaires sociales

Souvent énérgo-intensive, l'industrie chimique est fortement dépendante des prix de l'énergie et est sensible aux différentiels de prix qui peuvent exister entre les différentes régions du monde. Ces écarts de prix concernent naturellement le gaz, mais aussi l'électricité. Au sein de l'Union européenne, les prix de l'électricité en France restent inférieurs à ceux de nos voisins sur le marché de détail, mais la situation est plus contrastée s'agissant des consommateurs électro-intensifs, qui bénéficient à la fois de la faiblesse des prix de gros dans certains pays et de mesures spécifiques visant à préserver leur compétitivité. Dans ce contexte, les pouvoirs publics français portent l'ambition de préserver l'accès à une énergie compétitive pour les consommateurs énérgo-intensifs, notamment au travers des mesures concrètes prévues par le projet de loi relatif à la Transition énergétique pour la croissance verte, tout en promouvant une amélioration continue de l'efficacité énergétique.

L'énergie représente une part importante des coûts de production de l'industrie chimique : 10 % du prix de revient, en moyenne, mais une part qui peut monter jusqu'à 35 % pour la chlorochimie, selon l'Union des industries chimiques (UIC). Les entreprises du secteur présentent également la caractéristique, du moins pour une partie d'entre elles, d'être exposées à une concurrence non seulement européenne, mais aussi mondiale.

Or, les prix de l'énergie peuvent différer de manière significative d'un pays à l'autre, une divergence qui a plutôt eu tendance à s'accroître au cours des dernières années. En effet, si les produits pétroliers sont aisément transportables - ce qui conduit à une certaine convergence des prix au niveau mondial (exception faite de certains pays producteurs, qui peuvent les mettre à la disposition de leur industrie à prix

coûtant), il n'en va pas de même de l'électricité et du gaz, qui restent des marchés essentiellement régionaux ⁽¹⁾, voire nationaux.

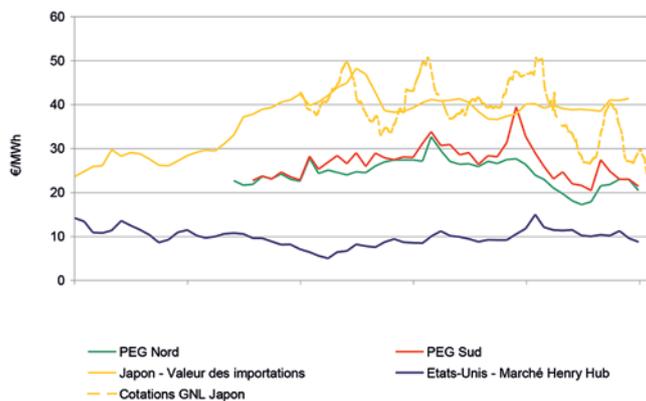
Le cas du gaz

Le coût du transport du gaz sur de longues distances et les limitations techniques ⁽²⁾ ont conduit à l'apparition de trois grands marchés régionaux (voir le Graphe 1 de la page suivante) :

- le marché nord-américain (Canada, États-Unis, Mexique) caractérisé par un excès d'offre dû à un développement plus rapide qu'anticipé du gaz non conventionnel, sans réelles capacités d'exportation à ce stade. Les prix y sont très bas (de l'ordre de 10 €/MWh) ;
- le marché européen, fortement importateur de gaz (en provenance de Russie, d'Algérie, de Norvège, du Qatar), avec une production locale déclinante et où les prix sont compris entre 20 et 35 €/MWh (selon les types de contrat) ;

(1) Au sens de la réunion de plusieurs pays.

(2) Le coût du transport par gazoduc devient prohibitif au-delà de quelques milliers de kilomètres. Le transport par méthanier représente un surcoût important lié à l'étape de liquéfaction, il ne concerne aujourd'hui que 10 % du gaz naturel vendu dans le monde.



Graph 1 : Comparaison des prix internationaux du gaz (source : DGEC).

- le marché asiatique, où s'échange essentiellement du gaz naturel liquéfié (GNL), avec une large prédominance de contrats de long terme indexés. Les marchés asiatiques connaissent des tensions liées à la croissance de la demande (pays émergents, mais aussi Japon - à la suite de l'accident de Fukushima). Le niveau des prix est élevé et peut atteindre 40, voire 50 €/MWh⁽³⁾.

Les prix du gaz sur les marchés de gros européens sont de deux à trois fois supérieurs à ceux constatés aux États-Unis et inférieurs à ceux observés en Asie. L'industrie nord-américaine dispose ainsi d'un réel avantage, qui selon l'Union

des industries utilisatrices d'énergie (UNIDEN) se traduirait déjà par une croissance des exportations vers l'Europe de certaines des industries le plus fortement consommatrices, comme celle du PVC.

Les études prospectives tendent à considérer cette situation comme durable (voire le Graph 3 de la page suivante). Plusieurs facteurs pourraient toutefois à l'avenir modifier l'équilibre actuel, notamment la forte baisse des prix du pétrole qui pourrait conduire à un ralentissement de l'activité d'exploration/production aux États-Unis.

Le cas de l'électricité

La comparaison internationale des prix de l'électricité réalisée par la Commission européenne⁽⁴⁾ montre également de forts écarts d'un pays à l'autre. Ces écarts résultent à la fois de structures de coûts différentes (accès à l'hydro-électricité ou à un combustible bon marché), mais aussi de choix relatifs à la répartition de ces coûts entre les usagers du système électrique et de mesures spécifiques qui peuvent être prises en faveur des consommateurs industriels.

(3) Les prix spot ont récemment baissé dans le contexte de la baisse des prix du pétrole.

(4) Communication de la Commission européenne, « Les prix et les coûts de l'énergie en Europe », janvier 2014.

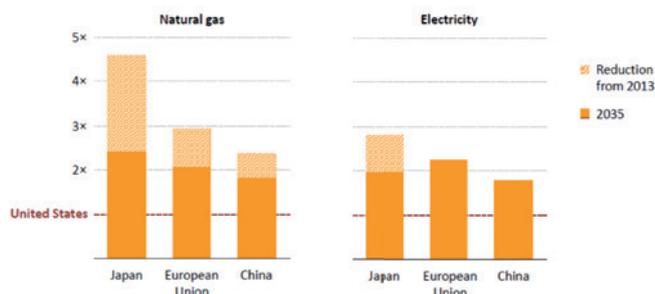


Ligne électrique à très haute tension.

La baisse des prix sur les marchés de gros, conséquence des surcapacités actuelles (liées à la baisse de la demande dans un contexte de crise économique accentuée par le développement rapide des énergies renouvelables) et de la faiblesse des prix du carbone et du charbon, est un autre facteur explicatif. Particulièrement marquée dans certains pays européens comme l'Allemagne (à fin janvier 2015, le prix de l'électricité à terme pour 2016 était de 31 €/MWh en Allemagne, contre 37 €/MWh en France et plus de 60 €/MWh au Royaume-Uni), elle contribue également à des écarts de prix importants d'un pays à l'autre (voir les Graphes 2 et 3 ci-dessous).



Graph 2 : Évolution des prix de gros de l'électricité – prix futures pour l'année N+1 (source : DGEC).



Graph 3 : Comparaison des prix de l'énergie dans différentes régions du monde par rapport aux États-Unis, et évolution prévisionnelle (source : AIE).

Des enjeux non seulement français, mais aussi européens

Cette situation a conduit à une prise de conscience au niveau européen. Ainsi, lors du Conseil européen de février 2014, les chefs d'État et de gouvernement ont mis en avant la nécessité de « modérer les coûts énergétiques supportés par les utilisateurs finals ». Ils ont souligné que « la mise en place en Europe d'une base industrielle solide, efficace dans l'utilisation des ressources et compétitive doit être envisagée en liaison avec une politique européenne cohérente en matière de climat et d'énergie, y compris dans le cadre de mesures visant à remédier au problème des prix élevés de l'énergie, en particulier pour les industries grandes consommatrices d'énergie ».

Plusieurs avancées témoignent de cette prise de conscience. Les lignes directrices sur les aides d'État en matière d'éner-

gie et d'environnement (adoptées par la Commission européenne en avril 2014) définissent un cadre juridique qui permet d'exonérer partiellement des coûts du soutien aux énergies renouvelables les industriels énérgo-intensifs les plus exposés à la concurrence internationale. Cette possibilité est toutefois strictement encadrée, et elle ne s'applique pas à d'autres surcoûts que ceux liés au développement des énergies renouvelables.

La Commission européenne a par ailleurs autorisé, dans certains secteurs d'activité exposés aux fuites de carbone, une compensation des coûts liés au système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre répercutés sur les prix de l'électricité.

Malgré ces ouvertures, le cadre européen reste contraignant et la Commission, soucieuse de concilier l'objectif de compétitivité avec celui de la limitation des distorsions de concurrence au sein du marché intérieur, est particulièrement vigilante sur les mesures mises en œuvre par les États membres. Pour ces derniers, le chemin est étroit entre les règles européennes sur les aides d'État et celles sur le fonctionnement du marché intérieur de l'énergie.

Les mesures françaises en faveur des industriels gazo-intensifs

La facture de gaz des industriels gazo-intensifs est essentiellement le reflet du coût de la molécule elle-même. À ces niveaux de consommation, les coûts d'accès au réseau sont en effet très limités (de l'ordre de 1 €/MWh), et il en va de même pour la fiscalité. Une grande partie de ces industriels bénéficient d'exonérations de taxe intérieure sur la consommation de gaz naturel, conformément à la directive 2003/96 restructurant le cadre communautaire de taxation des produits énergétiques et de l'électricité.

Les industries fortement consommatrices de gaz ont progressivement délaissé les contrats de fourniture classiques pour s'approvisionner désormais sur les marchés « spot » européens, qui affichent aujourd'hui des prix très voisins, partout en Europe du Nord-Ouest.

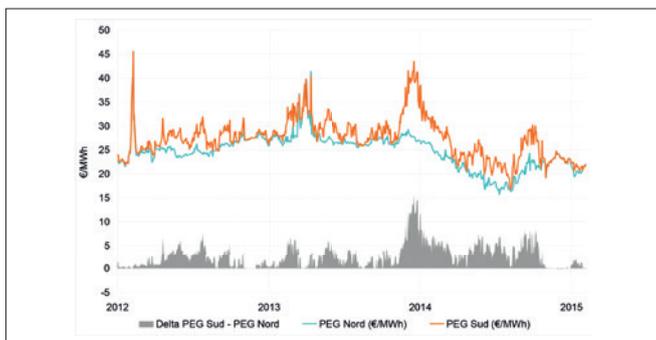
Les industriels français situés dans la moitié sud de la France sont toutefois confrontés à une situation particulière, qui est liée à une congestion des infrastructures de transport qui conduit régulièrement à renchérir le prix du gaz dans ladite zone. Cette situation résulte de la structure physique du réseau français. Historiquement, l'approvisionnement de cette zone était assuré par les terminaux méthaniers de Fos-sur-Mer et par l'interconnexion avec la zone Nord. Toutefois, en raison des opportunités offertes par les marchés asiatiques, le volume de GNL livré dans le sud de la France est désormais fluctuant, augmentant l'utilisation des capacités d'interconnexion entre les zones Nord et Sud, et ce jusqu'à saturation. La congestion physique de l'infrastructure a ainsi pu conduire à des écarts de prix de plus de 5 €/MWh entre les zones Nord et Sud (pour un prix du gaz compris en moyenne entre 20 et 30 €/MWh), avec une forte variabilité au cours des derniers mois (voir le Graph 4 de la page suivante). L'évo-



Photo © Laurent Mignaux - MEDDE

Vue du complexe pétrochimique d'Orcher (Seine-Maritime).

lution de la situation dans les prochains mois est incertaine, même si le retour du GNL en Europe, avec la baisse des prix spot en Asie, a permis depuis la fin 2014 de réduire sensiblement cet écart.



Graphe 4 : Écart de prix du gaz entre le nord et le sud de la France (marchés de gros) (source : DGEC).

Afin de remédier aux effets néfastes liés au différentiel de prix du gaz entre le nord et le sud de la France pour les industriels fortement consommateurs de gaz, le gouvernement a introduit en novembre 2013 un statut de « consommateur gazo-intensif ». Sur la base de ce statut, des capacités d'interconnexion Nord-Sud leur ont été réservées en priorité, permettant ainsi aux industriels les plus impactés par les prix du gaz de couvrir plus de la moitié de leurs besoins pour un surcoût limité à 0,57 €/MWh. Ce processus d'allocation des capacités a ainsi permis de limiter le surcoût supporté par les

consommateurs gazo-intensifs du sud de la France. À plus long terme, d'ici à 2018, des investissements seront réalisés sur l'interconnexion Nord-Sud de manière à pallier l'actuelle congestion.

Par ailleurs, le projet de loi relatif à la Transition énergétique pour la croissance verte permettra de mieux valoriser, dans la tarification de l'acheminement, l'apport pour le système gazier des consommateurs ayant une consommation stable ou anticyclique, ou capables de réduire leur consommation pendant les périodes de forte demande.

Les mesures en faveur des industriels électro-intensifs

Les comparaisons européennes montrent qu'en France, les consommateurs continuent de bénéficier de prix de l'électricité parmi les moins élevés d'Europe grâce notamment à un parc nucléaire largement amorti. Pour les consommateurs électro-intensifs, la situation (qui doit également s'apprécier au regard de la concurrence extra-européenne) apparaît toutefois plus contrastée.

En France, le prix de l'électricité payé par un consommateur électro-intensif comprend plusieurs composantes : le coût de la fourniture (variable, de l'ordre de 35 à 45 €/MWh), le coût de l'acheminement (de l'ordre de 5 €/MWh en moyenne, moins pour les très gros sites) et les taxes (de l'ordre de

1 €/MWh). Il faut déduire de ce prix les rémunérations éventuellement perçues par l'industriel pour les services qu'il rend au système électrique (interruptibilité, participation au mécanisme d'ajustement, aux réserves...), qui, rapportées à la consommation, peuvent atteindre plusieurs euros par MWh.

La plupart des pays européens connaissent une baisse des prix de gros (à des degrés divers, toutefois). Ainsi, à la fin janvier 2015, le prix à terme de l'électricité pour 2016 était tombé à 31 €/MWh en Allemagne, et il était de l'ordre de 37 €/MWh en France et de plus de 60 €/MWh au Royaume-Uni. Les prix observés en France et en Allemagne sont inférieurs aux coûts de production, y compris à ceux du parc nucléaire français. À 42 €/MWh, l'accès régulé à l'électricité nucléaire historique (ARENH)⁽⁵⁾ conserve toutefois une valeur d'option protectrice pour les consommateurs en cas de remontée des prix de gros.

Au-delà des différences dans les prix de l'électron, les comparaisons européennes montrent une forte disparité des coûts d'acheminement et des taxes. Certaines exonérations dont bénéficient les gros consommateurs font l'objet d'enquêtes de la Commission européenne. Par ailleurs, la valorisation des services rendus au système électrique varie beaucoup d'un pays à l'autre, et d'un industriel à l'autre, y compris au sein d'un même pays.

Dans ce contexte, l'action des pouvoirs publics français porte sur :

- la mise en place de solutions d'approvisionnement spécifiques combinant visibilité et compétitivité pour les sites les plus électro-intensifs exposés à la concurrence internationale,
- une meilleure prise en compte, dans les tarifs d'acheminement, de l'apport des consommateurs ayant un profil plat ou anticyclique pour l'exploitation et l'optimisation du système électrique, sur le modèle de la tarification allemande. Ainsi, un abattement temporaire a été accordé par la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) pour la période 2014-15 (impact de l'ordre de -2 à -5 €/MWh pour les consommateurs concernés, à comparer à un coût de l'électricité de l'ordre de 45 €/MWh pour ce type d'industriels), et le projet de loi relatif à la Transition énergétique prévoit la mise en place d'une nouvelle méthode pérenne de fixation des tarifs permettant d'accorder des réductions importantes à certains profils de consommateurs.
- une meilleure rémunération du service rendu par les industriels au système électrique du fait de la flexibilité de leur consommation :
 - le mécanisme dit d' « interruptibilité » permet de rémunérer les sites ayant la possibilité de réduire leur consommation dans un délai très court. Ce mécanisme concerne en pratique quelques sites ciblés sélectionnés par le gestionnaire du réseau de transport *via* une procédure d'appel d'offres, lesquels bénéficient en contrepartie d'une rémunération équivalente à une réduction de l'ordre de 2 à 3 €/MWh sur leur facture d'électricité. La puissance maximale interruptible a récemment été portée de 400 MW à 600 MW ;

- la rémunération des capacités d' « effacement » (préavis plus long). La loi du 15 avril 2013 a mis en place un nouveau cadre réglementaire plus favorable au développement des effacements comprenant notamment des appels d'offres pilotés par le gestionnaire du réseau de transport. La rémunération pour les sites concernés est équivalente à une réduction de l'ordre de 1 à 3 €/MWh sur leur facture d'électricité ;

- à partir de 2016, les consommateurs capables de réduire leur consommation aux périodes de pointe pour le système électrique pourront bénéficier d'une rémunération complémentaire dans le cadre d'un « mécanisme de capacité » - ce dispositif doit permettre de garantir durablement l'adéquation offre/demande tout particulièrement lors de la pointe de consommation.

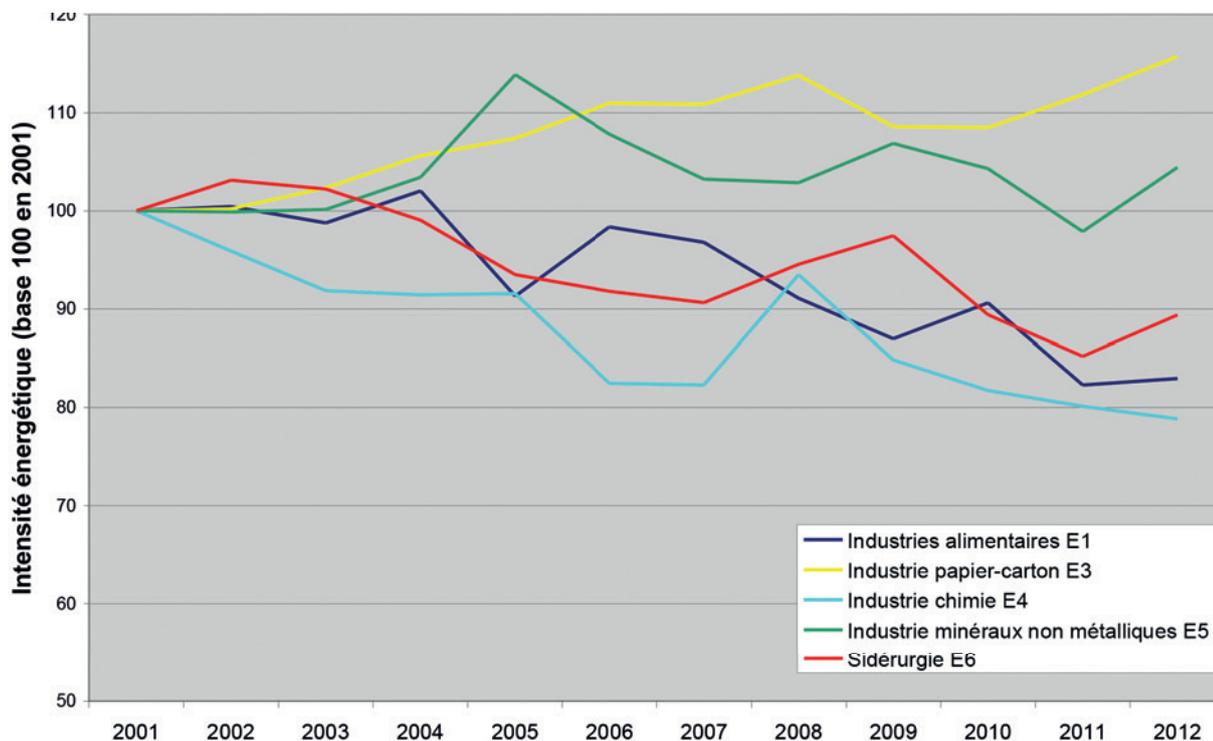
- enfin, la France plaide pour le maintien d'une fiscalité réduite pour les consommateurs électro-intensifs exposés à la concurrence internationale. Une enquête formelle a été ouverte début 2014 à l'encontre de certaines exonérations accordées aux gros consommateurs. Des discussions sont en cours avec la Commission européenne en vue de mettre en conformité le régime d'exonérations actuel.

L'enjeu de l'efficacité énergétique

Sur le long terme, le découplage constaté entre la consommation d'énergie et l'activité industrielle témoigne de gains d'efficacité énergétique réalisés par ce secteur. Ainsi, depuis 1986, l'efficacité énergétique de l'industrie chimique a été améliorée de plus de 60 % (source : ADEME/CEREN), dont plus de 20 % depuis 2001 (voir le Graphe 5 de la page suivante). Ces gains peuvent s'expliquer par des effets de structure et par une sensibilisation croissante au développement durable, mais aussi par une recherche de compétitivité qui incite l'industrie chimique, dans un contexte d'énergie chère et d'encadrement des émissions de gaz à effet de serre, à renforcer ses efforts d'économies d'énergie et de développement des énergies renouvelables (lorsque les techniques le permettent).

La politique de la France en matière d'efficacité énergétique et de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur industriel s'appuie, en premier lieu, sur la directive 2003/87/CE établissant un marché d'échange des permis d'émissions au sein de l'Union européenne. Pour permettre aux entreprises d'identifier l'ensemble des gisements d'économies d'énergie et de chaleur fatale récupérable, la directive 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique a conduit, en complément, à la mise en place de deux outils réglementaires d'aide à la décision : un audit énergétique à réaliser par toutes les grandes entreprises avant le 5 décembre 2015 et une analyse coûts-avantages du raccordement à un réseau de chaleur pour toute installation nouvelle (ou pour toute ins-

(5) L'accès régulé à l'électricité nucléaire historique (ARENH) permet aux consommateurs d'électricité français (particuliers, collectivités, industriels...), quel que soit leur fournisseur, de bénéficier d'une partie de la production du parc nucléaire historique à son coût de revient.



Graph 5 : Évolution de l'intensité énergétique de différents secteurs industriels (source : MEDDE/SOeS).

tallation existante ayant été rénovée de manière substantielle) d'une puissance supérieure à 20 MW qui génère de la chaleur fatale non encore valorisée.

Pour valoriser l'ensemble de ces gisements, un système d'impulsion forte a été mis en place par les pouvoirs publics, dont, en particulier :

- les « prêts verts », des prêts à taux bonifiés s'accompagnant de garanties de prêt distribués par Bpifrance,
- le fonds chaleur qui permet d'accompagner les projets de valorisation de la chaleur fatale récupérable,

- un soutien au développement des technologies les plus efficaces, notamment par le biais du dispositif des Investissements d'avenir : l'AMI « Industrie et agriculture éco-efficaces » est ainsi ouvert jusqu'au 30 novembre 2016 et cible en particulier le secteur de la chimie.

L'amélioration de son efficacité énergétique, dans le prolongement des efforts déjà accomplis, doit ainsi contribuer (au même titre que les mesures sur les prix de l'énergie) à préserver la compétitivité de l'industrie chimique dans un contexte de concurrence internationale accrue.

Les prix de l'énergie et la compétitivité de l'industrie chimique européenne

Par Jacques PERCEBOIS

Professeur émérite à l'Université de Montpellier (CREDEN - UMR CNRS Art-Dev 5281)

Le développement à grande échelle du gaz de schiste aux États-Unis a permis à l'industrie chimique américaine, qui est fortement utilisatrice d'éthane, d'améliorer sa compétitivité sur les marchés internationaux, notamment par rapport à l'industrie chimique européenne qui demeure tributaire du naphta, lequel est obtenu à partir du pétrole, dont le prix est resté élevé jusqu'en 2014. La compétition existe aussi avec les chimistes du Moyen-Orient et d'Asie (en particulier avec la Chine). Des restructurations s'imposent en Europe et la baisse du prix du pétrole comme celle du cours de l'euro observées fin 2014 sont des opportunités que l'industrie chimique européenne doit saisir.

L'industrie pétrochimique américaine, qui utilise principalement l'éthane comme matière première, bénéficie depuis quelques années d'un important avantage-coût du fait de la chute des prix du gaz naturel aux États-Unis induite par l'exploitation des hydrocarbures non conventionnels, notamment du gaz de schiste. Les États-Unis sont devenus le premier producteur mondial de gaz naturel et l'on envisage qu'ils deviennent exportateurs de gaz naturel liquéfié (GNL) avant 2020, alors qu'ils étaient structurellement importateurs de gaz.

L'industrie pétrochimique européenne privilégie l'utilisation du naphta comme matière première (75 % de naphta, contre 13 % environ pour l'éthane, le reste provenant du gazole), un produit issu du pétrole dont le prix est demeuré élevé jusqu'à la mi-2014. Du coup, la compétitivité des produits chimiques européens est compromise, et ce d'autant plus que l'Europe doit aussi faire face à une concurrence en provenance de la Chine et du Moyen-Orient. La baisse sensible du prix du pétrole observée à l'échelle mondiale courant 2014 et début 2015 et celle, concomitante, du cours de l'euro par rapport au dollar sont-elles de nature à modifier sensiblement la situation de la chimie européenne dans la compétition mondiale ? C'est en tout cas là une opportunité à saisir.

Le développement du gaz de schiste aux États-Unis fragilise la compétitivité économique de l'industrie chimique européenne

Le développement à grande échelle du gaz non conventionnel observé aux États-Unis depuis 2008 grâce à la fractu-

ration hydraulique et au forage horizontal a permis de faire baisser fortement le prix du gaz, ce qui constitue un atout important pour les industries américaines à forte intensité énergétique, la chimie notamment. Rappelons que l'énergie représente environ 50 % du coût de production des produits chimiques et de l'aluminium, contre 40 % du coût de production du ciment et moins de 10 % pour la plupart des autres produits de l'industrie manufacturière.

En Europe et en Asie, le prix du gaz (largement importé) demeure en grande partie indexé sur celui du pétrole, ce qui explique que le gaz se négociait début 2014 aux alentours de 4 euros le MBTU sur le Henry Hub, en Louisiane (soit 10 euros/MWh), contre 9 à 10 dollars environ en Europe et 14 à 16 dollars (40 euros/MWh) au Japon (voir la Figure 1 de la page suivante). Les industries des engrais, des alcalins et du chlore ont ainsi vu leurs coûts de production baisser de plus de 20 % grâce à la baisse du prix du gaz en quelques années aux États-Unis, et cette baisse est parfois plus forte que celle du coût de transport de ces produits vers les marchés européens, comme le souligne Mathieu Bordigoni (2013). Cette baisse du prix du gaz aux États-Unis a également engendré une baisse du prix de l'électricité, des centrales au gaz ayant remplacé les centrales à charbon devenues moins compétitives. En 2008, la production d'électricité américaine se faisait encore pour 50 % avec du charbon et la part du gaz naturel ne représentait guère plus de 20 %. La part du charbon a chuté en-dessous des 40 % en 2014 alors que celle du gaz a dépassé les 30 %.

Le charbon américain qui ne trouve plus de débouché aux États-Unis vient concurrencer le gaz importé en Europe dans le domaine de la production d'électricité : ainsi, le gaz



Photo © Chatin/EXPANSION-REA

Usine de traitement du gaz de schiste en Pennsylvanie (États-Unis), août 2012.

« Le développement à grande échelle du gaz non conventionnel observé aux États-Unis depuis 2008 grâce à la fracturation hydraulique et au forage horizontal a permis de faire baisser fortement le prix du gaz, ce qui constitue un atout important pour les industries américaines à forte intensité énergétique, la chimie notamment. »

(de schiste) américain chasse le charbon américain, lequel chasse le gaz européen de la production d'électricité...

Le poids de l'électricité dans le coût de production des produits chimiques (à l'exception de quelques produits, comme le chlore) demeure cependant faible dans la plupart des pays du monde, ce qui toutefois n'est pas vrai pour d'autres industries. En revanche, le gaz est utilisé en chimie (aux États-Unis, tout du moins) à la fois comme combustible et comme matière première, ce qui explique son poids élevé dans le coût des produits. Pour l'éthylène, par exemple, le gaz peut représenter jusqu'à 70 % du coût total du produit.

La production d'éthane (qui sert de base à la production d'éthylène) a ainsi fortement progressé aux États-Unis entraînant d'ailleurs une chute des prix de celui-ci ; le prix de l'éthylène ayant, quant à lui, enregistré une baisse moindre du fait d'un prix mondial tenant compte d'un coût de production plus élevé pour les producteurs européens, les marges des chimistes américains ont fortement progressé, ce qui a incité plusieurs entreprises étrangères à se (dé)localiser aux États-Unis.

La chimie européenne ne serait pas avantagée si elle passait au gaz, puisqu'en Europe, le gaz est majoritairement importé (à plus de 60 %) et que son prix est indexé sur ceux du pétrole (un mix des prix du brut et de ceux des produits pétroliers).

Le prix international de l'éthylène est, quant à lui, fonction de la loi de l'offre et de la demande et, à ce niveau, la production européenne est indispensable à l'équilibre du marché. Comme le coût de production de l'éthylène est sensiblement plus élevé en Europe qu'aux États-Unis ou au Moyen-Orient, le prix mondial de l'éthylène, qui est assis sur le coût marginal (le coût du dernier offreur nécessaire à l'équilibre du marché), suit le coût de la production européenne.

Prix du gaz en Europe, aux États-Unis, en Amérique Latine et en Asie
(source: Bloomberg, Heren, CRE, 2014)

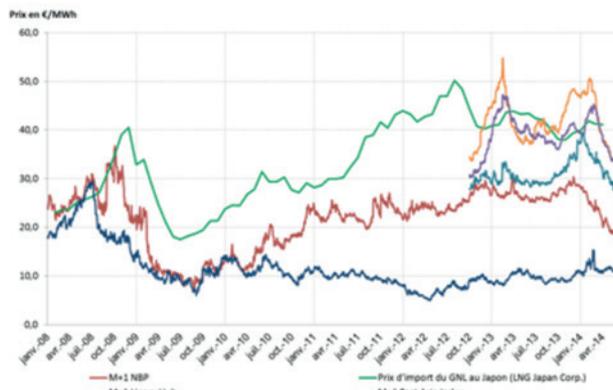


Figure 1

Rappelons que la pétrochimie américaine et celle du Moyen-Orient utilisent essentiellement de l'éthane issu du gaz naturel, alors que la pétrochimie européenne, comme la pétrochimie asiatique, est en majorité utilisatrice de naphta, un produit issu du raffinage du pétrole brut. L'évolution contrastée des prix du pétrole et du gaz aux États-Unis explique que le coût de production de l'éthylène, qui était sensiblement le même aux États-Unis et en Europe en 2005, ait pu diverger fortement depuis cette date, du fait de la baisse du prix du gaz aux États-Unis dans un contexte où le prix international du pétrole est demeuré élevé, l'Europe (comme l'Asie d'ailleurs) étant dans une position de moindre compétitivité, comme le montre la Figure 2 ci-dessous. Les coûts de main-d'œuvre étant sensiblement plus faibles en Asie (en particulier, en Chine) qu'en Europe, cette dernière cumule les inconvénients, ce qui explique qu'elle ait plus de difficultés à résister à la concurrence internationale.

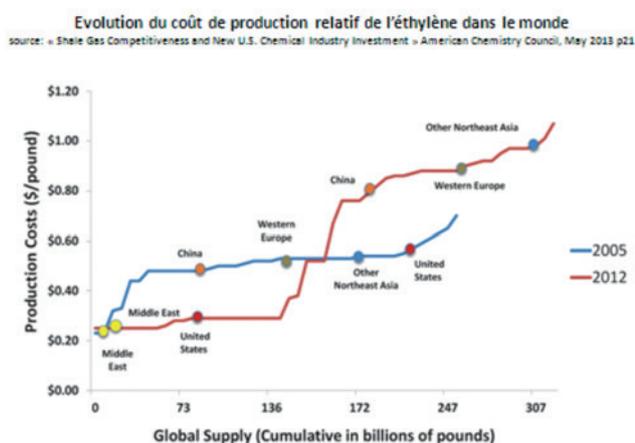


Figure 2

Certains pétrochimistes européens ont dès lors manifesté leur intention de se délocaliser et d'investir aux États-Unis, où les marges sont plus confortables. Du coup, la production américaine risque de devenir excédentaire et les produits américains risquent d'inonder le marché mondial, aggravant ainsi la crise d'une chimie européenne confrontée à

un effet de ciseau entre la baisse de la demande de produits chimiques (du fait de la crise économique), d'une part, et la baisse des coûts relatifs de production de ses concurrents, d'autre part. Les États-Unis, qui demeurent un importateur d'éthylène en 2013, devraient voir ces importations s'effondrer dans les prochaines années.

Notons, comme le souligne Sylvie Cornot-Gandolphe, que l'utilisation croissante de l'éthane aux États-Unis n'a pas que des inconvénients pour la pétrochimie européenne (voir le rapport de l'IFRI (voir références en notes biographiques), page 40). Cela a en effet provoqué une réduction de la production de propylène et de butadiène (produits issus du craquage du naphta), et la relative pénurie qui a suivi a engendré une hausse du prix de ces deux produits, ce qui est favorable aux chimistes européens. C'est donc en quelque sorte d'un effet boomerang dont est victime l'industrie chimique américaine.

La concurrence pour la chimie européenne n'est pas seulement américaine. Le Tableau 1 ci-dessous montre que les pays asiatiques (la Chine, tout spécialement) grignotent les parts de marché des pays de l'OCDE (Europe, États-Unis et Japon).

La part de la Chine dans la production mondiale de produits chimiques est passée de 8,1 % en 2001 à 26,8 % en 2011 (chiffres CEFIC). Les pays du Moyen-Orient pourraient eux aussi accroître leur part de marché, mais ils se heurtent à un obstacle récurrent : leur moindre maîtrise des circuits de distribution des produits chimiques.

Les options possibles pour l'industrie chimique européenne

Plusieurs options s'offrent à l'industrie chimique européenne pour faire face à la concurrence internationale.

Elle peut opter pour la délocalisation de certaines activités vers des pays à bas coûts de production des matières premières (les États-Unis ou le Moyen-Orient) ou à bas coûts de main-d'œuvre (l'Asie du Sud).

Zones géographiques	2001	2011
Union européenne	29,8 %	19,6 %
NAFTA (États-Unis, Canada, Mexique)	27,6 %	17,1 %
Japon	10,7 %	6,4 %
Reste de l'Asie	14,0 %	18,8 %
Chine	8,1 %	26,8 %
Reste du monde	9,8 %	11,3 %
TOTAL	100 %	100 %
	(1 407 milliards d'euros)	(2 744 milliards d'euros)

Source : CEFIC (2013).

Tableau 1 : Répartition de la production mondiale de produits chimiques par grandes régions du monde (comparaison 2001/2010).

Le coût de production de l'éthylène était en 2012, selon l'*Energy Road Map 2013* du CEFIC (se reporter à l'étude de Roland Berger Consultants, 2013), de 125 dollars par tonne au Moyen-Orient et de 501 dollars par tonne aux États-Unis, lorsque l'éthane est utilisé comme matière première. Il était de 850 dollars par tonne en Asie du Sud-Est, de 1 150 dollars en Asie du Nord-Est et de 1201 dollars (en moyenne) en Europe (des zones du monde où prédomine l'utilisation du naphtha). Si la délocalisation est assez facilement réalisable pour la chimie de base, elle se révèle beaucoup moins aisée s'agissant de la chimie de spécialités. Dans ce dernier cas, les producteurs de produits chimiques ont en effet besoin d'être proches de leurs clients finals, en raison du coût élevé du transport de ces produits.

L'industrie chimique européenne peut développer des *joint ventures* et des partenariats de divers autres types avec des entreprises américaines, et surtout avec des entreprises du Moyen-Orient. Notons que les pays du Moyen-Orient (Arabie Saoudite, Iran, Qatar, Koweït, Abu Dhabi) sont en train de développer une pétrochimie produisant des polymères à très bas coûts (grâce à la disponibilité chez eux d'éthane très bon marché) et cela va renforcer la concurrence internationale, et ce d'autant plus que certains pays (comme l'Arabie Saoudite) misent fortement sur le développement du gaz de schiste. La question du transport demeure toutefois pendante, car il ne faut pas que les gains observés au niveau de la production soient plus que compensés par le surcoût lié au transport des lieux de production vers les lieux de consommation. La question des centres de décision est elle aussi centrale : une participation minoritaire enlève beaucoup d'intérêt aux partenariats.

L'industrie chimique européenne peut améliorer la baisse de ses coûts en développant des technologies plus performantes et en optant pour des technologies à bas carbone (notamment en développant la « chimie verte »). Elle peut ainsi se spécialiser sur des niches à forte valeur ajoutée qui requièrent une compétence scientifique forte. La priorité donnée à la recherche-développement demeure un atout de la chimie européenne, car c'est dans l'innovation que se trouve une partie de la solution.

La chimie européenne peut espérer que le développement de l'exploitation du gaz de schiste en Europe lui permettra, demain, de rivaliser avec ses concurrents bénéficiant d'éthane à bon marché. Il ne faut néanmoins pas trop compter sur cette solution, d'abord parce que certains pays (dont la France) sont très réticents à l'exploration du gaz de schiste, ensuite parce que rien ne prouve, pour l'instant, que le potentiel de gaz de schiste européen (qui demeure très inférieur à celui estimé en Amérique, en Chine ou au Moyen-Orient) pourrait être accessible à faible coût. La chute du prix du pétrole courant 2014 compromet la rentabilité économique de l'exploration des hydrocarbures non conventionnels.

Il ne faut pas non plus perdre de vue qu'une partie importante de la compétition se fait entre entreprises européennes, et pas seulement avec les sociétés américaines ou asiatiques. La part européenne des importations françaises était en 2013 de près de 60 % pour la chimie organique et, au sein de l'Europe, ce n'est pas le coût de l'énergie qui constitue l'essentiel

de la discrimination entre producteurs, puisque tous les Européens paient leur pétrole et leur gaz importés à un prix hors taxes qui est partout sensiblement le même.

Le coût des produits chimiques a également un impact sur le prix de revient de la plupart des produits manufacturés : ces produits chimiques sont en effet des consommations intermédiaires utilisées par les autres branches et cela a, indirectement, un impact sur la compétitivité des autres produits industriels.

La chute des prix du pétrole et du cours de l'euro : une aubaine pour l'Europe ?

Les prix du pétrole ont chuté de 50 % entre la mi-2014 et le début 2015, passant de plus de 100 dollars du baril (en moyenne) à moins de 50 dollars. Cette baisse s'explique par la conjonction de plusieurs facteurs :

- une demande mondiale de pétrole moins forte que prévu, en particulier du fait d'un ralentissement de la croissance économique de la Chine (les importations chinoises d'hydrocarbures sont moins élevées que ce qui avait été prévu),
- une forte augmentation de la production d'hydrocarbures non conventionnels aux États-Unis, que ce soit pour le gaz ou le pétrole. Du coup, les États-Unis, qui sont déjà le premier pays producteur de gaz devant la Russie, pourraient également devenir, avant 2020, le premier producteur de pétrole, devant l'Arabie Saoudite (les importations de gaz et de pétrole des États-Unis ont de ce fait fortement baissé) ;
- une reprise des exportations de pétrole d'Irak et de Libye, ce qui accroît l'offre sur le marché international à un moment où la reprise économique et les politiques d'efficacité énergétique ont plutôt tendance à comprimer la demande ;
- et, surtout, une stratégie dite de « prix limite » impulsée par l'Arabie Saoudite, qui s'efforce de contrer la rentabilité du pétrole non conventionnel exploité aux États-Unis. La stratégie de « prix limite » consiste à baisser le prix du produit exporté au-dessous du seuil de rentabilité des produits de substitution, afin d'empêcher leur entrée sur le marché.

Du fait de sa position de leader sur le marché international du pétrole, l'Arabie Saoudite a toujours eu le choix entre deux stratégies : d'une part, une stratégie de défense d'un prix rémunérateur, ce qui peut l'amener à baisser ses exportations et donc sa production, et, d'autre part, une stratégie de défense de sa part de marché, ce qui peut la conduire à faire baisser le prix du pétrole sur le marché international afin d'en évincer certains concurrents.

C'est d'autant plus facile pour elle que ses coûts de production sont les plus bas au monde (à 20 dollars du baril, l'Arabie Saoudite arrive encore à dégager un profit, ce qui n'est pas le cas pour de nombreux producteurs - au sein comme en dehors de l'OPEP). Une stratégie de prix limite ne se conçoit d'ailleurs que pour un pays à bas coûts de production. Cette politique de « guerre des prix » vise bien sûr les États-Unis, où, du coup, l'exploration des hydrocarbures non conven-

tionnels a tendance à chuter (par contre, l'exploitation continue tant que les coûts variables sont couverts). Mais cela vise aussi l'Iran, un pays avec lequel l'Arabie Saoudite entretient des relations politiques tendues du fait, entre autres, des projets nucléaires iraniens en cours. Notons que la chute du prix du pétrole pénalise également fortement la Russie, pays pour lequel les hydrocarbures (pétrole et gaz) représentent 60 % de ses recettes d'exportations en valeur, ce qui n'est pas fait pour déplaire aux États-Unis, dans le contexte actuel de tensions politiques liées au conflit dans l'est de l'Ukraine.

La baisse du prix du pétrole entraîne avec elle la baisse du prix du gaz, puisque le prix du gaz importé en Europe est, dans le cadre de contrats à long terme, indexé à hauteur de 60 % sur le prix du pétrole. Certes, la baisse du cours de l'euro par rapport au dollar freine quelque peu le gain : en effet, si l'on paie moins cher le pétrole et le gaz, c'est avec des dollars dont le cours est plus élevé (de l'ordre de 20 % début 2015 par rapport à début 2014).

C'est sans doute la baisse du cours de l'euro qui procure aujourd'hui un « ballon d'oxygène » à l'industrie manufacturière européenne dans la compétition mondiale, puisque les produits exportés deviennent du jour au lendemain relativement moins coûteux que ceux de leurs concurrents américains ou asiatiques. Cela est vrai, tout du moins, pour les pays de la zone euro, mais ce n'est le cas ni pour l'Angleterre ni pour la Suisse, deux pays dont la monnaie vient de s'apprécier fortement en ce début d'année 2015 (ce qui risque d'accroître les difficultés de l'industrie chimique suisse).

L'industrie chimique européenne constitue, avec l'aéronautique et l'industrie électrique, un des atouts industriels de

l'Europe. Elle est confrontée à une forte concurrence internationale liée en grande partie à la baisse du prix de l'énergie constatée aux États-Unis depuis quelques années. Elle se doit de profiter de l'accalmie liée à la baisse du prix du pétrole et à la baisse du cours de l'euro pour opérer les restructurations qui s'imposent à elle, d'autant que ces baisses ne dureront sans doute pas. Plusieurs pistes doivent être explorées : la baisse des coûts de production, la réalisation de fusions, un recentrage sur la chimie « verte », la mise sur le marché de produits innovants...

Bibliographie

ACC (American Chemistry Council), "Shale Gas, Competitiveness and New US Chemical Industry Investment: An Analysis based on Announced Projects", May, 2013.

BORDIGONI (Mathieu), « L'impact du coût de l'énergie sur la compétitivité de l'industrie manufacturière », Éd. La Fabrique de l'Industrie, document de travail, 30 octobre, 2013.

CEFIC, "IEA Global Industry Dialogue Expert", *Review Workshop*, The European Chemical Industry Perspective, 7, October 2013.

CORNOT-GANDOLPHE (Sylvie), « L'impact du développement du gaz de schiste aux États-Unis sur la pétrochimie européenne », note IFRI, octobre, 2013.

ROLAND BERGER CONSULTANTS, « Compétitivité des industriels électro-intensifs en France », Étude, 2013.

La recherche en chimie aux frontières de la connaissance

Par Dominique MASSIOT, Claire-Marie PRADIER, Jacques MADDALUNO, Jean-François TASSIN, Joël MOREAU, Mehran MOSTAFAVI, Anne IMBERTY, Pascal BREUILLES et Catherine LARROCHE

Institut de Chimie du CNRS

L'Unité Mixte de Recherche est la brique élémentaire, souple et pérenne d'un paysage de la recherche en évolution rapide. De nombreux dispositifs viennent structurer l'activité de ces équipes pour faire émerger des pôles de recherche, consolider le maillage des réseaux nationaux, identifier les points forts, mutualiser des équipements de haut niveau et promouvoir les collaborations académiques et industrielles. La diversité de l'activité des chimistes se place dans un *continuum* thématique dépassant les frontières disciplinaires et traversant les mondes académique et industriel. La dichotomie entre les structures disciplinaires de nos tutelles et l'affichage de défis socio-économiques par les agences de financement doivent permettre aux acteurs de mettre en œuvre des recherches de très haut niveau tout en favorisant l'émergence et la description de nouveaux concepts en rupture qui permettront de construire la chimie de demain.

La chimie, cette science qui étudie la matière et ses transformations, entreprend d'imaginer et de créer de nouveaux objets, de décrire et de prévoir la variété et la complexité des assemblages atomiques ou moléculaires, d'en comprendre, d'en ajuster et d'en optimiser les propriétés. La recherche *aux frontières de la connaissance* s'attache tout particulièrement à faire émerger de nouveaux concepts en rupture avec les idées établies. Les champs d'étude de la chimie couvrent les différents états de la matière (gazeux, liquide et solide), leurs structures comme leurs dynamiques et leurs interfaces. En synergie avec la physique, la biologie, la pharmacie, l'environnement et l'écologie, grâce à la modélisation et à la simulation, aux spectroscopies, aux méthodes analytiques et à leurs applications, la chimie s'est toujours enrichie d'interactions fortes avec les disciplines voisines. Ses objets d'étude couvrent donc tout un panorama allant des recherches de base aux applications finalisées ou aux procédés industriels, dans un *continuum* thématique qui ignore les frontières disciplinaires.

Le panorama de l'écosystème de la recherche française a connu une évolution rapide avec des modifications marquantes dans les structures, les outils, les indicateurs, les objectifs et le mode de financement des laboratoires. Ces

évolutions sont bien sûr impulsées par l'État (lois, budget, agences de financement ou agences d'évaluation, Stratégie Nationale de la Recherche), l'Europe (PCRD, H2020), les organismes et établissements, les industriels (les grandes entreprises comme les PME), et elles sont mises en œuvre par les acteurs eux-mêmes : chercheurs (universités et organismes), ingénieurs, techniciens et directions des diverses unités.

La mise en place de l'autonomie des universités a engendré d'importantes modifications dans le contexte général de la recherche académique. Ainsi, le *Plan d'Investissement d'Avenir* (PIA1) (2010-2011), dans le cadre d'un processus compétitif de sélection, a mis en place les *Initiatives d'Excellence* (IdeX) et un ensemble de structures projets (LabeX, EquipeX, ITE, IRT...).

Ce processus débouche aujourd'hui sur une structuration territoriale en *COMmunautés d'Universités et d'Établissements* (COMUE), qui s'accompagne de reconfigurations structurales, dans le cadre de politiques de site impliquant tous les partenaires, locaux comme nationaux. Cela conduira sans doute à l'identification d'un nombre limité de sites majeurs ou de réseaux de recherche et d'enseignement supérieur interdisciplinaires ayant des spécificités clairement identifiées

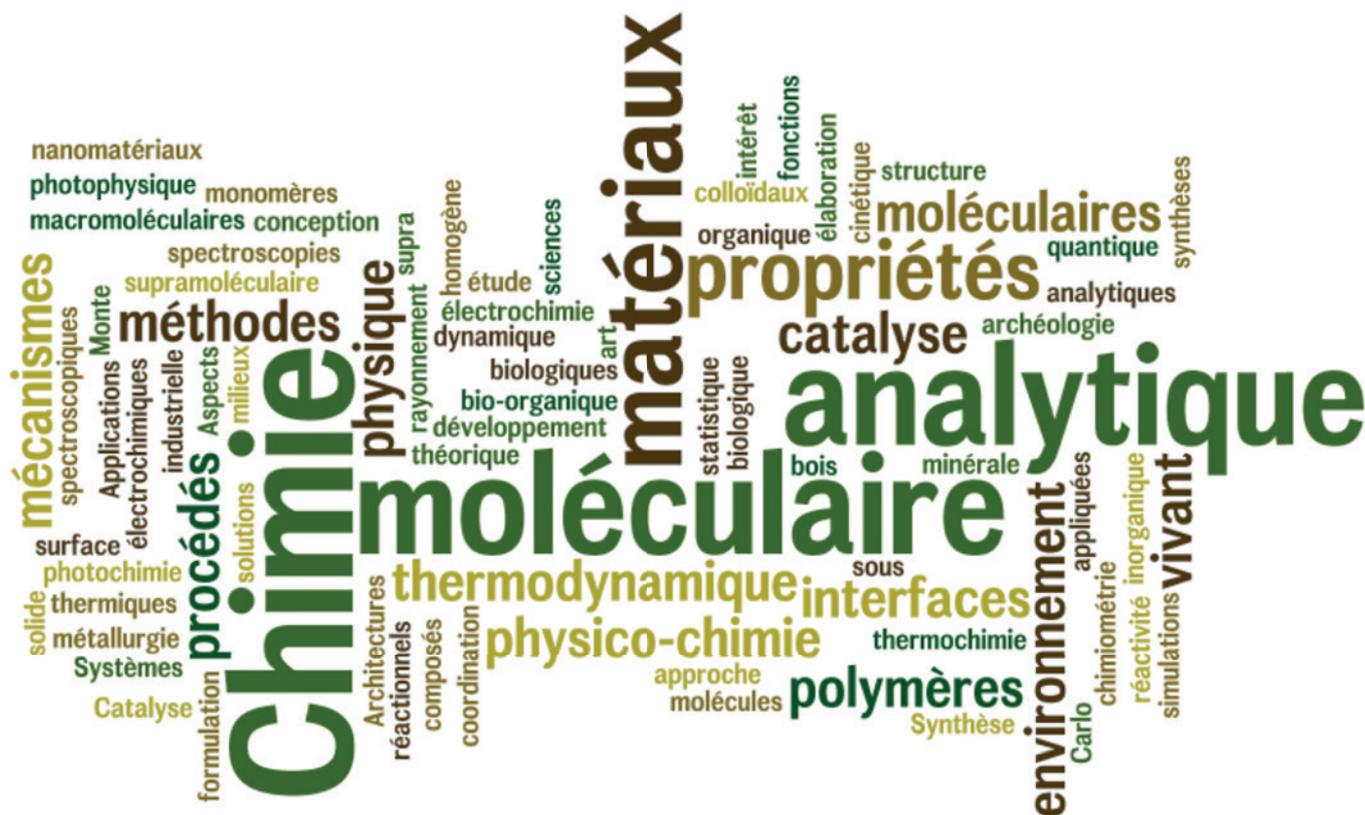


Figure 1 : Mots clés de la chimie académique à partir des intitulés des sections 31 à 33 du Conseil National des Universités (CNU) et des Sections 11 à 16 du Comité National de la Recherche Scientifique (CoNRS).

tant sur le plan de la recherche académique que sur celui de la valorisation et de son impact socio-économique. Les dernières étapes de ce processus sont les appels PIA en cours ou annoncés.

Parallèlement, l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), qui est une des sources importantes de financement de la recherche de base malgré un budget et des taux de succès trop limités, a opéré un changement de paradigme. D'appels à projets principalement disciplinaires (qui coexistaient avec des appels thématiques), elle est en effet passée, depuis 2013, à une description en termes de 9 défis de société ⁽¹⁾ et d'un défi de tous les savoirs qui s'appuie sur la déclinaison de la Stratégie Nationale de la Recherche (SNR). Si le but affiché de l'ANR reste bien de financer la recherche de base sans ignorer ses capacités d'innovation et d'application, on peut considérer, en faisant un parallèle avec la cristallographie, que la nouvelle grille de lecture par défi est l'espace *réciroque* de la vision disciplinaire antérieure. À l'issue de cette transformation, les disciplines académiques se trouveront placées à l'interface entre un nombre limité d'objets d'étude donnés comme cibles aux défis.

La chimie se trouve ainsi principalement représentée dans les défis « Une énergie propre, sûre et efficace », « Stimuler le renouveau industriel » et « Vie, santé et bien-être ». Cette situation reste néanmoins réductrice, car elle privilégie un nombre limité d'axes d'application reconnus au détriment

de l'émergence de nouveaux enjeux. Cette nouvelle déclinaison accompagne la mise en place, sur le plan européen, d'Horizon 2020 qui met en œuvre trois volets complémentaires : *Excellence scientifique*, *Leadership industriel* et *Défis de société*. La notion de recherche ouverte et sans *a priori* est préservée dans le volet *Excellence* grâce à l'ERC ⁽²⁾. Mais pour les deux autres volets, l'accent est également mis sur l'objet d'étude, la finalisation de la recherche et son impact socio-économique à court terme.

L'unité de base : le laboratoire, ou l'unité mixte de recherche (UMR)

L'unité de base du fonctionnement de la recherche académique française est le laboratoire ou plutôt l'*Unité Mixte de Recherche* (UMR), qui rassemble des équipes de recherche (chercheurs, ingénieurs, techniciens) dans un environnement commun et autour d'un projet scientifique partagé identifiant les points forts de l'unité. Ces structures pérennes, mais évolutives, sont créées d'un commun accord par leurs tutelles,

(1) Liste sur le site de l'Agence Nationale de la Recherche.
<http://www.agence-nationale-recherche.fr/finances-votre-projet/presentation/>

(2) ERC (European Research Council),
<http://erc.europa.eu>

qui peuvent être des organismes de recherche (CNRS, Inserm, CEA...), des établissements d'enseignement supérieur (universités, grandes écoles) et/ou des partenaires industriels (grands groupes nationaux et internationaux ou PME). Leurs activités sont suivies par leurs tutelles et évaluées par l'HCERES⁽³⁾. Sur le plan budgétaire, en ce qui concerne la chimie, on peut considérer aujourd'hui que les tutelles d'une UMR se partagent les frais d'hébergement et les charges salariales et qu'elles assurent ensemble une « dotation de base » qui couvre de 10 à 20 % des coûts de fonctionnement courant de la structure. Dans un paysage désormais structuré par les financements sur projet, il est primordial de prendre conscience du fait que ce sont les chercheurs qui lèvent l'essentiel des financements de fonctionnement de leurs équipes dans le cadre des appels à projets publics nationaux (ANR, Région, IdeX, LabeX) et européens (ERC, PCRD, H2020), ainsi que dans le cadre de collaborations avec des industriels.

Les chercheurs en chimie et leurs unités de rattachement sont répartis de façon assez homogène sur l'ensemble du territoire en étroite association avec les établissements d'enseignement supérieur. Ils constituent un maillage territorial fin qui tire sa richesse de sa diversité en se structurant, à l'échelle nationale, autour de nœuds principaux qui ne sont pas nécessairement les sites majeurs de recherche « couronnés » par le PIA. Pour le CNRS et ses partenaires cotutelles des UMR, on comptabilise (en 2014) 220 laboratoires accueillant des chimistes. Cela représente environ 13 000

emplois se répartissant de façon équitable entre chercheurs (enseignants-chercheurs et chercheurs permanents : environ 4 900, soit 34 %), ingénieurs et techniciens (environ 3 500, soit 29 %) et personnels non permanents (doctorants et post-doctorants) (environ 4 500, soit 37 %).

Ce sont les enseignants-chercheurs et les chercheurs permanents des laboratoires qui développent leurs thématiques de recherche au sein des unités, dans un contexte interdisciplinaire, même si le découpage disciplinaire prévaut dans la description des activités des organismes ou de celles des établissements. On notera, en particulier, que des interactions ont été établies dans la vie des unités de recherche avec l'ensemble des disciplines qui structurent la recherche académique, y compris avec les sciences humaines. Il existe aujourd'hui un *continuum* interdisciplinaire entre la physique, l'ingénierie, la chimie, les sciences biologiques et les sciences de l'univers et de l'environnement. Cela se traduit par la structuration de communautés scientifiques autour de la chimie-biologie, de la chimie-physique et de la chimie environnementale.

(3) HCERES (Haut Conseil de l'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur).
<http://www.hceres.fr>

- **223 Unités (UMR, UPR, UMI...)**
dont 135 principalement chimie
- **Coordination**
29 Fédérations [FR]
42 Groupements de Recherche
dont 19 principalement chimie
- **Industrie**
 - **9 Unités nationales – 3 Internationales (UMI)**
 - **15 Laboratoires Communs de Recherche**
 - **4 Instituts de Transition Énergétique**
 - **3 Instituts de Recherche Technologique**
 - **10 Instituts Carnot**
- **Plateformes**
- **Réseaux Nationaux**
- **Infrastructures de Recherche**
- **International**

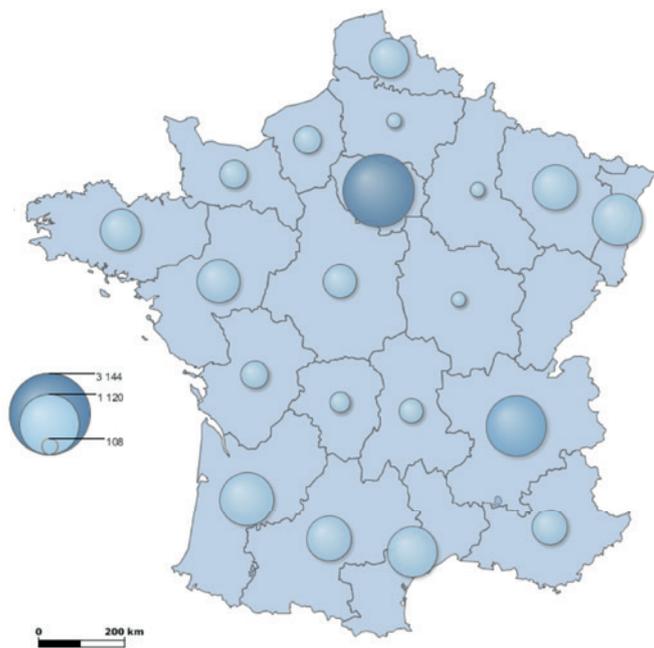


Figure 2 : Répartition nationale des personnels de chimie (universités, écoles, organismes et partenaires) et chiffres-clés des structures de recherche, coordination et réseaux pour la chimie.

Des outils au service du partage, de la mutualisation et de la collaboration

Les Fédérations de Recherche (FR), les Groupements de Services (GdS) ou encore les Groupements de Recherche (GdR) sont des outils souples et évolutifs qui structurent les activités des équipes de recherche autour de problématiques disciplinaires ou interdisciplinaires à l'échelle locale comme à l'échelle nationale. On peut prendre pour exemples : les plateformes mutualisées rassemblant des moyens de caractérisation partagés à l'échelle locale ; les réseaux thématiques nationaux comme le Réseau RS2E ⁽⁴⁾ s'agissant du stockage de l'énergie électrique ; les réseaux d'infrastructures nationales (tels le RMN ⁽⁵⁾ et le RPE ⁽⁶⁾) mettant à disposition de la communauté des instruments au meilleur de leurs performances et dont les coûts sont devenus incompatibles avec un financement par un laboratoire ou un site ; les Très Grandes Infrastructures de Recherche (les TGIR, tels que les synchrotrons ou les lasers à électrons libres)... Les *Groupements de Recherche*, quant à eux, animent et coordonnent entre elles les diverses communautés scientifiques nationales. Les projets PIA, LabeX et EquipeX ont poussé ces communautés à identifier leurs forces et à se rassembler au niveau local ou au niveau national.

Les relations entre l'industrie et la recherche académique

Les relations avec l'industrie sont indissociables de la réalité de la recherche en chimie. Les équipes de recherche conduisent de nombreuses collaborations bilatérales qui reposent avant tout sur des relations personnelles entre chercheurs et ingénieurs appartenant aux deux univers - académique et industriel - sur la base d'un partage réciproque d'expertise et de savoir-faire autour de recherches à la Frontière des Connaissances.

Des relations fortes avec un industriel peuvent s'établir à travers la mise en œuvre de *Laboratoires Communs de Recherche* (LCR), des structures pérennes, souples et sans mur ou d'*Unités Mixtes de Recherche*. Ces structures sont construites autour d'une stratégie scientifique décidée en commun. En chimie, on compte 15 LCR (dont certains sont de dimension internationale) et 9 Unités Mixtes (avec de grands groupes ou des PME). De façon remarquable, ces unités développent une stratégie scientifique partagée avec une visibilité académique se situant au plus haut niveau international. Avec Solvay et Saint-Gobain, ce dispositif a également été porté à l'échelle mondiale, avec trois Unités Mixtes Internationales (UMI), au contact d'universités ou d'organismes de référence, qui se situent aux États-Unis (COMPASS ⁽⁷⁾), en Chine (E2P2 ⁽⁸⁾) et au Japon (LINK ⁽⁹⁾).

Les laboratoires de recherche académique sont également impliqués dans des dispositifs orientés vers la valorisation socio-économique des résultats de la recherche : 10 Instituts Carnot ⁽¹⁰⁾, thématiques, répartis sur l'ensemble du territoire national (Toulouse, Montpellier, Marseille, Grenoble (2 instituts), Lyon, Alsace, Lorraine, Pau et Bordeaux), 4 *Instituts*

pour la Transition Énergétique, les ITE (IPVF ⁽¹¹⁾ à Paris-Saclay, Pivert ⁽¹²⁾ en Picardie, IFMAS ⁽¹³⁾ à Lille et IDEEL ⁽¹⁴⁾ à Lyon) et 3 *Instituts de Recherche Technologique* – IRT (Jules Vernes à Nantes, M2P en Lorraine et Saint-Exupéry à Toulouse).

Le CNRS cherche également à évaluer l'impact de la recherche académique en termes de création de *start-ups*. Dans un communiqué portant sur une étude récente ⁽¹⁵⁾, il rapporte la création de plus de 1 000 *start-ups* depuis les années 2000. Pour la chimie, 153 de ces *start-ups* sont en activité en 2014 représentant 1 000 emplois créés. L'apport sans doute le plus remarquable de cette étude est le fait qu'elle propose une lecture alternative de l'impact de la recherche académique menée dans nos laboratoires. Elle contredit bien des idées reçues et souligne notamment qu'il n'y pas nécessairement d'opposition ou de fossé entre recherche fondamentale et applications industrielles.

Les relations entre les mondes académique et industriel sont très largement réparties dans l'ensemble des laboratoires et l'on doit souligner que le meilleur de ces collaborations est souvent associé au meilleur de la reconnaissance académique (Médailles du CNRS, Académie des Sciences, Collège de France, ERC, articles dans des journaux de premier plan), traduisant ainsi des liens étroits et fructueux qu'exprime mal la représentation linéaire et réductrice des *Technology Readiness Levels* (TRL).

Les relations internationales

Les relations internationales sont l'un des principaux moteurs de la reconnaissance des travaux menés par nos laboratoires. Leur participation à la vie de la communauté

(4) RS2E (Réseau sur le Stockage Electrochimique de l'Énergie).
<http://www.energie-rs2e.com/fr>

(5) IR-RMN-THC (Infrastructure de Recherche en Résonance Magnétique Nucléaire à Très Hauts Champs).
<http://www.ir-rmn.fr>

(6) RENARD (Réseau National de RPE interDisciplinaire).
<http://renard.univ-lille1.fr>

(7) COMPASS (Complex Assembly of Soft Matter Laboratory avec Solvay & University of Pennsylvania).
<http://www.cnrs-compass.com>

(8) E2P2 (Eco-Efficient Products & Processes Laboratory Shanghai, en partenariat avec Solvay & East China Normal University).
<http://www.e2p2l.com>

(9) LINK (Laboratory for Innovative Key Materials and Structures, Tsukuba (Japon) avec Saint Gobain & NIMS (National Institute for Materials Science)).

(10) Instituts Carnot.
<http://www.instituts-carnot.eu>

(11) Institut PhotoVoltaire de l'Île-de-France.

(12) Pivert - Compiègne - Picardie Innovation Végétale Enseignement et Recherches Technologiques.
<http://www.institut-pivert.com>

(13) IFMAS (Lille), Institut Français des Matériaux Agro-Sourcés.
<http://www.ifmas.eu>

(14) IDEEL (Lyon) Chimie matériaux procédés pour l'usine éco-efficente.
<http://www.ideel-factory.fr/fr/>

(15) Communiqué de presse de 10 décembre 2014.
<http://www2.cnrs.fr/presse/communiqués/3837.htm?theme1=10>

scientifique internationale est du ressort des chercheurs, qui peuvent participer en tant qu'orateurs ou conférenciers invités à des conférences internationales, mais qui sont également des membres actifs de comités scientifiques ou de comités d'organisation. Les chercheurs sont également les relecteurs ou les éditeurs de revues scientifiques publiées par les grands éditeurs et par les grandes sociétés savantes (principalement américaines et anglaises) qui font référence dans notre domaine.

En chimie, comme dans la plupart des autres disciplines, la recherche est internationale et plus de 50 % des publications sont le fruit de collaborations (un peu plus de 25 % avec l'Europe, environ 10 % avec les États-Unis et le Canada, et environ 3 % avec la Chine).

Le paysage du financement des relations internationales reste morcelé, avec des actions du ministère des Affaires étrangères relayées par les ambassades, des appels à projets coordonnés par l'ANR et des initiatives portées par les établissements d'enseignement ou par les organismes de recherche. La mise en place des politiques de site devrait permettre d'en renforcer la cohérence. Le CNRS mène une politique volontariste de soutien aux actions internationales au moyen d'un réseau de bureaux situés à l'étranger en ce qui concerne les zones d'importance stratégique (Europe, Amérique, Asie) et d'un ensemble de dispositifs coordonnés avec nos partenaires : les *Programmes Internationaux de Collaboration Scientifique* (PICS), les *Laboratoires Internationaux Associés* (LIA) et les *Groupements de Recherche Internationaux* (GdRI) soutiennent des échanges bilatéraux et formalisent les coopérations autour de projets scientifiques. Les *Unités Mixtes Internationales* (UMI) transposent la notion d'UMR au plan international.

Sur le plan européen, la mise en place des programmes Horizon 2020 (H2020) et de leurs déclinaisons en piliers rend indispensable d'être présent non seulement dans les réponses aux appels à projets (en tant que participant ou en tant que coordinateur) en continuant à améliorer la coordination des dispositifs d'aide à la préparation et au suivi des candidatures, mais également d'être actif dans les phases amont de définition des *work programs* en participant activement aux travaux des *Groupes de Travail Nationaux* coordonnés par les ministères. Nous avons là une très large capacité de progression.

Les perspectives

Nous sommes aujourd'hui dans une situation apparemment paradoxale dans laquelle les structures et les financements de la recherche s'inscrivent dans des espaces *réiproques*, alors qu'*in fine*, ils poursuivent les mêmes buts et rassemblent les mêmes acteurs. Faut-il regretter un déclin de la vision disciplinaire quand nous déployons tant d'efforts à mettre en œuvre l'interdisciplinarité ? Si l'on veut pousser encore un peu plus loin la métaphore cristallographique, il nous faut nous interroger sur le potentiel que porte cette dualité des points de vue qui considèrent le même objet, la recherche de base, qui est capable de faire émerger de nouveaux concepts en rupture avec les idées établies et les a prioris.

Il convient de rappeler que bien des concepts qui nous apparaissent aujourd'hui fondateurs et indiscutables ne sont apparus que tout récemment et qu'ils ont ouvert de nouveaux champs d'application : la chimie supramoléculaire (Nobel 1987), la chimie douce, les matériaux nano-poreux, la réactivité chimique (Nobel 2005), l'électronique organique, la catalyse enzymatique, la chimie théorique et la modélisation (Nobel 2013). Sans être exhaustif, on peut aujourd'hui identifier des domaines particulièrement porteurs dans lesquels la chimie valorise ces avancées : les matériaux carbonés (*Flagship Graphene H2020*), les matériaux ou les molécules luminescents ou fluorescents, les matériaux actifs ou auto-cicatrisants, le codage et le stockage d'informations à l'échelle moléculaire, la conversion et le stockage d'énergie, le captage de l'énergie photovoltaïque, le développement de la nano-médecine (imagerie, ciblage, vectorisation), la chimie bio-inspirée et/ou biocompatible, la chimie verte (catalyse écologique et valorisation des déchets), les ressources, la remédiation (dont la phyto-remédiation), les cycles de vie ou encore la chimie de l'atmosphère. La chimie est aux côtés des autres disciplines un acteur majeur de la transition énergétique qui sera au centre de la prochaine Conférence sur le climat de Paris (la COP21). Ces exemples illustrent la capacité créatrice et inventive d'une chimie porteuse de nouveaux concepts et de ruptures qu'il importe de continuer à identifier et à consolider, car ils construisent la chimie de demain.

Chimie et industries chimiques : les formations universitaires et professionnelles

Par Catherine BEUDON
Union des Industries Chimiques (UIC)

Jacques BOUSQUET
Délégué Fédération Gay-Lussac (FGL)

Anouk GALTAYRIES
École Nationale Supérieure de Chimie de Paris (Chimie ParisTech)

et Daniel GUILLON
École Européenne de Chimie, Polymères et Matériaux de Strasbourg (ECPM)

Lorsque l'on s'intéresse aux compétences des salariés dans un secteur d'activité tel que celui des industries chimiques, inévitablement, on s'intéresse aux formations : aussi bien à celles qui permettent d'acquérir les savoirs et les compétences dont les entreprises ont besoin qu'à celles qui permettent de les maintenir à jour, voire d'en acquérir de nouvelles. Des études sont réalisées, notamment par l'Observatoire Prospectif des Industries Chimiques ⁽¹⁾, pour identifier ces compétences et s'assurer de l'adéquation entre les besoins des entreprises et l'offre de formations autant en formation initiale qu'en formation continue, tout au long de la vie professionnelle.

Une formation initiale en adéquation avec les besoins du marché de l'emploi

La formation initiale est la base sur laquelle se construit le parcours professionnel d'un individu. Le diplôme, notamment, occupe une place prépondérante dans l'insertion professionnelle du jeune futur salarié. Certains de ces diplômes sont professionnalisants, ce qui suppose qu'ils répondent aux besoins de l'industrie ou du secteur des services aux entreprises. Les diplômés en chimie et en génie des procédés peuvent travailler dans de très nombreux secteurs industriels (pétrochimie, cosmétique, peintures, agrochimie, agroalimen-

taire, aéronautique, pharmacie, plasturgie, pétrole, papier, environnement...), dans le secteur des services aux entreprises (*engineering*, sociétés de conseil, administration...) et exercer de nombreux métiers (R&D, production, laboratoires, bureaux d'études, développeurs d'affaires, *marketing*...).

Ces dernières années, les compétences des salariés des industries chimiques ont été fortement marquées par le développement durable, la chimie du végétal et les biotechnologies industrielles. Les réglementations françaises et européennes sont de plus en plus complexes. Les questions sociétales et environnementales, la problématique de l'énergie, l'économie circulaire, le recyclage, les cycles de vie des produits, les méga-données (le *Big Data*), la digitalisation de l'économie et, dernièrement, la transition écologique sont aussi au cœur des préoccupations. Le besoin d'innovation de l'industrie est fort. C'est au cœur des laboratoires universitaires et industriels que se préparent les produits de demain, qui à leur tour généreront de nouveaux services.

(1) Parmi les dernières études consultables sur le site Internet de l'Observatoire : voir « Les métiers des cadres dans les industries chimiques » et « Les métiers stratégiques dans la chimie du végétal ». www.observatoireindustrieschimiques.com

a) Au niveau baccalauréat et licence (niveau L3), deux filières en formation initiale ont été identifiées et les diplômes correspondants ont été rénovés, certains ont même été créés, et ce grâce à une participation forte des industriels aux côtés des équipes du ministère de l'Éducation nationale et de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Il s'agit :

- d'une filière « Procédés », avec un baccalauréat professionnel « Chimie », un BTS « Pilotage de procédés » et un DUT « Génie chimique, génie des procédés ». Le management d'équipes a été intégré récemment aux référentiels du BTS et du DUT afin de préparer les futurs diplômés à cette dimension de leur activité en entreprise ;
- d'une filière « Laboratoire », avec un bac technologique, un BTS « Métiers de la chimie » et un DUT « Chimie ».

Ces deux filières permettent à ceux qui le souhaitent de poursuivre leurs études en licence professionnelle (niveau L3) afin de se spécialiser.

b) Dans son Livre blanc publié tout récemment, la Fédération Gay-Lussac ⁽²⁾ s'intéresse tout particulièrement à la formation des ingénieurs en chimie et des ingénieurs en génie des procédés dans une optique visant à répondre aux attentes de la société de demain. Il s'agit d'une formation de haut niveau qui se déroule en cinq ans après le baccalauréat (niveau Master). Dans cette filière, les deux premières années suivant l'obtention du baccalauréat permettent l'acquisition de bases scientifiques indispensables dans les domaines des mathématiques, de la physique, de la chimie et, pour certaines formations, de la biologie. Ces deux premières années peuvent s'effectuer en classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE). Elles constituent alors une période d'apprentissage intense développant les capacités d'abstraction et d'analyse des étudiants. Les étudiants issus de CPGE sont généralement capables de développer une importante capacité de travail et disposent d'un socle de connaissances scientifiques solides qui est le garant de leur adaptabilité et de leur faculté de mobilisation. La filière « Physique-Chimie » (PC) est bien adaptée à la poursuite d'études de chimie, les filières « Biologie, Chimie, Physique et Sciences de la Terre » (BCPST) et « Mathématiques et physique » (MP) peuvent permettre d'intégrer des écoles d'ingénieurs chimistes.

Mais les classes préparatoires traditionnelles ne sont plus les seules voies d'accès aux écoles d'ingénieurs chimistes : les classes préparatoires intégrées (CPI) de la Fédération Gay-Lussac (FGL), les admissions sur titres s'adressant aux étudiants en licence justifiant d'un bon niveau, à des diplômés (DUT) des Instituts Universitaires de Technologies (IUT) ou à des diplômés de l'étranger...

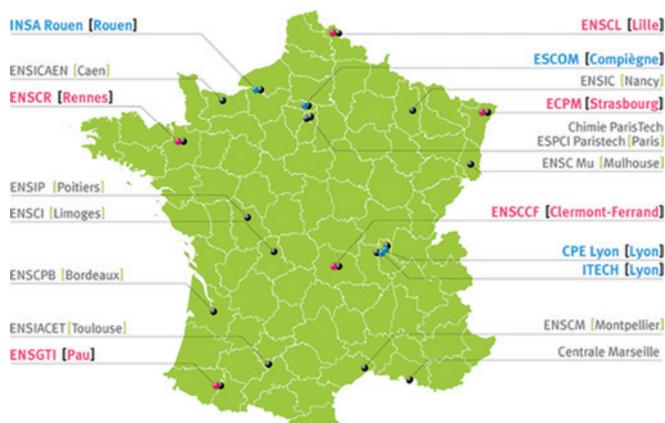
Nous insisterons également ici sur deux voies d'accès alternatives aux CPGE :

- les classes CPI-FGL : elles permettent à des bacheliers de bénéficier d'une solide formation scientifique, ainsi que d'une formation à l'international et aux sciences humaines diversifiées, avant d'intégrer l'une des écoles de la Fédération Gay-Lussac (voir la carte ci-contre). Les programmes de l'enseignement dispensé dans ces classes sont adaptés

de ceux des CPGE afin de répondre au mieux aux besoins spécifiques des écoles d'ingénieurs ;

- les filières à caractère davantage technologique : celles-ci s'adressent aux étudiants diplômés des IUT ou issus des classes préparatoires « Adaptation des Techniciens Supérieurs » (ATS) et « Technologie Physique et Chimie » (TPC).

La formation de l'ingénieur se poursuit au sein des écoles d'ingénieurs par un cycle de trois ans au cours duquel l'apprentissage du métier devient central. On s'inscrit dès lors dans une logique d'acquisition des compétences attendues par le monde de l'entreprise. Il s'agit de mettre en application les connaissances théoriques préalablement acquises, que ce soit dans le cadre de travaux pratiques, de projets ou de stages. Ce cycle « ingénieur » est composé d'un tronc commun (compétences générales de l'ingénieur chimiste) suivi d'une spécialisation (dont la nature et la durée varient selon les écoles). Ce type d'organisation permet de proposer des formations qui répondent de façon plus directe aux besoins des entreprises, facilitant ainsi l'obtention d'un premier emploi. La diversité des spécialisations permet de préparer les jeunes diplômés à la multiplicité des opportunités de carrières offertes par les partenaires industriels et de répondre aux attentes de ces derniers. Reposant sur un maillage territorial d'options réparties entre les 17 agglomérations accueillant des écoles de la Fédération Gay-Lussac, cette organisation offre aux élèves en dernière année la possibilité d'étudier pendant un an dans une autre école de la Fédération et de réaliser ainsi une mobilité thématique permettant une personnalisation des parcours de formation.



Implantation géographique des écoles de la Fédération Gay-Lussac.

Les formations font également une place importante aux pédagogies actives (pédagogie par projets, pédagogie inductive) tout en maintenant les exigences indispensables en ce qui concerne le niveau de compréhension et d'appropriation des connaissances. Une part significative du temps est consacrée aux travaux pratiques et aux travaux dirigés, avec le souci permanent d'assurer l'acquisition par l'étudiant des

(2) La Fédération Gay-Lussac (FGL) est une association qui réunit les vingt plus grandes écoles d'ingénieurs de chimie et de génie chimique en France.

www.19ecolesdechimie.com

compétences nécessaires et de mettre celui-ci en situation concrète.

Dans ce contexte, la proximité des élèves avec les laboratoires de recherche de ces écoles aide grandement à cet apprentissage du concret et à la sensibilisation des élèves à l'exigence de validation de modèles pouvant aller jusqu'à l'innovation.

Une partie significative des enseignements est dédiée aux sciences humaines et sociales, aux enjeux économiques et industriels et à l'apprentissage des langues étrangères (ce dernier constituant la seule garantie à l'ouverture des écoles à l'international). En effet, l'emploi des jeunes diplômés s'est internationalisé : environ 20 % des ingénieurs formés par les écoles de la Fédération Gay-Lussac travaillent en dehors de nos frontières, que ce soit au sein de filiales de sociétés françaises ou dans des compagnies étrangères qui apprécient les qualités techniques et humaines des élèves ayant bénéficié de nos formations. Quelques ingénieurs chimistes s'établissent définitivement à l'étranger, mais la majorité des Français expatriés revient au bout de cinq à dix ans, faisant ainsi profiter notre industrie d'expériences acquises en dehors de notre territoire. Quant aux ingénieurs chimistes qui ne s'expatrient pas dans le cours de leur carrière, c'est le quotidien de leur travail qui devient de plus en plus globalisé. C'est particulièrement vrai pour les ingénieurs chimistes travaillant au sein de grands groupes qui sont généralement des entreprises multinationales (de la chimie, du pétrole, des cosmétiques, du traitement de l'eau, etc.).

Le rôle des experts industriels est d'une grande importance dans la formation d'un chimiste. Les écoles d'ingénieurs chimistes ne peuvent se passer de relations étroites et soutenues avec le monde de l'entreprise. Les contacts avec le monde industriel contribuent au développement personnel des étudiants, qui mûrissent et comprennent d'autant mieux les exigences des métiers qui les attendent. À côté de cours formels, les écoles ont mis en place d'autres actions qui permettent aux étudiants de mieux appréhender le monde de l'entreprise : présentations de sociétés, interventions d'acteurs de l'industrie dans les enseignements, journées thématiques industrielles en relation avec les grands thèmes sociétaux actuels (écoconception, santé, éthique...), visites d'entreprises.

Depuis plus de trente ans, les stages en industrie reposent également sur une forte implication des entreprises. Ces stages sont un facteur de mûrissement très important pour les élèves, en leur permettant de découvrir les différents postes qu'ils pourraient être amenés à occuper dans une entreprise : ainsi, ils participent à un stage « d'exécution » (généralement en fin de première année d'école), puis, dans les années qui suivent, un stage d'ingénieur et/ou un stage de fin d'études, en « production » ou en R&D. Dans la plupart des écoles de la FGL, la sensibilisation des élèves à l'entreprise est aussi favorisée par la participation à des projets que les industriels proposent eux-mêmes et qui se déroulent sur plusieurs mois de l'année universitaire, voire, dans certains cas, sur toute la durée du cursus. Dans le cadre de ces stages, les partenaires industriels interviennent en tant qu'experts-tuteurs. La soutenance de ces travaux est toujours faite en présence d'un jury de professionnels impliquant des acteurs justifiant de compétences variées et

représentant le caractère nécessairement interdisciplinaire des sujets traités.

Enfin, il convient de rappeler la forte implication des industriels dans la gouvernance des écoles, en particulier au sein de leur conseil de perfectionnement et de leur conseil d'administration, deux instances qui proposent et valident les principales décisions d'ordre pédagogique et stratégique.

Les formations à la chimie et aux industries chimiques dans les écoles d'ingénieurs apportent aussi une grande attention à la sensibilisation de leurs élèves à l'entrepreneuriat. À cette fin, plusieurs actions pédagogiques sont mises en place allant d'une simple sensibilisation à la proposition de parcours différenciés permettant aux élèves qui le souhaitent de développer un projet d'entrepreneuriat sur plusieurs mois, avec ses aspects innovation, *marketing*, finance, jusqu'à la présentation d'un *business plan* à des *Business Angels* et à des entreprises du secteur.

Tous les ingénieurs chimistes sont formés aujourd'hui de manière à pouvoir travailler non seulement dans de très nombreux secteurs industriels, mais aussi dans des entreprises de toutes tailles, et ce quels qu'en soient la localisation géographique ou leurs marchés. Cette formation des ingénieurs à la française est reconnue et appréciée partout dans le monde, principalement en raison de la solidité technique, du pragmatisme et de la capacité d'innover qu'elle leur permet d'acquérir.

Le doctorat concerne en moyenne 24 % des jeunes diplômés ingénieurs chimistes, ce qui représente un taux significatif se situant dans la moyenne relevée dans les écoles d'ingénieurs d'autres secteurs disciplinaires (comme en physique). Une part significative des diplômés préparent leur thèse dans le cadre de contrats CIFRE (Conventions Industrielles de Formation par la Recherche) (ou de contrats équivalents), dont les sujets sont en rapport direct avec des problèmes posés par le partenaire industriel. Le titre de docteur, qui est le grade universitaire le plus élevé à être reconnu au plan international pour les ingénieurs chimistes, permet de continuer à disposer en France d'un corps informel de scientifiques et de techniciens de haut niveau indispensable à la survie technologique d'un pays comme le nôtre.

La demande d'ingénieurs docteurs formés dans nos écoles émane plus particulièrement :

- de grands groupes du secteur,
- et, plus spécifiquement, de grandes sociétés des branches de la pharmacie, de la chimie et de la mise en œuvre des matériaux.

L'Union des Industries Chimiques (UIC) et la Fondation de la Maison de la Chimie ont créé avec des écoles doctorales de chimie un réseau thématique, REDOX, qui permet de dynamiser les collaborations entre les différentes écoles et de faciliter leurs relations avec les industriels. Un site Internet dédié à l'emploi des docteurs en chimie a également été créé ⁽³⁾.

Les pôles de compétitivité favorisent également les contacts

(3) <http://emploi.docteurs-chimie.org>

entre les industriels et les établissements d'enseignement supérieur :

- le Pôle IAR (Industries & Agro-Ressources) : ce pôle de compétitivité à vocation mondiale, développe la labellisation de formations relatives notamment à la chimie, à la biologie et aux biotechnologies : à ce jour, 38 de ces formations ont été labellisées ⁽⁴⁾ ;

- le Pôle AXELERA, pôle de compétitivité Chimie-Environnement Lyon & Rhône-Alpes, a mis au point un référentiel de compétences comportementales ⁽⁵⁾ exigées par les industriels du secteur ;

- le Pôle PASS, pôle de compétitivité Parfums, Arômes, Saveurs, a lui aussi développé la labellisation de formations spécifiques ⁽⁶⁾ ;

- enfin, la Cosmetic Valley, Réseau de la parfumerie et de la cosmétique, propose un annuaire des formations ⁽⁷⁾ susceptibles d'intéresser ses membres (des industriels pour leurs salariés en tant que recruteurs, mais aussi de futurs ingénieurs souhaitant s'orienter vers ce secteur d'activité).

La formation continue : des dispositifs de formation spécifiques qui permettent de se construire un parcours professionnel

Une fois quitté le monde académique, son diplôme en poche, le jeune diplômé doit trouver sa voie. Il est évident que pour un parcours professionnel qui s'envisage sur une quarantaine d'années, le diplôme initial ne suffit pas à assurer le maintien de l'employabilité de la personne, le développement de ses compétences professionnelles, voire l'acquisition de nouvelles compétences sont donc indispensables pour lui permettre de faire face aux évolutions scientifiques, techniques et technologiques. C'est là qu'intervient la formation continue, tout au long de la vie professionnelle. Toute entreprise du secteur privé a pour obligation de former ses salariés à leurs postes de travail et de maintenir leur employabilité

À l'embauche, une entreprise peut proposer une formation en alternance, soit sous la forme d'un contrat d'apprentissage (pour les moins de 26 ans), soit sous la forme d'un contrat de professionnalisation. Ces deux types de contrat permettent à de nombreux jeunes de poursuivre leurs études, notamment dans l'enseignement supérieur, tout en ayant un emploi en lien avec le diplôme qu'ils préparent, et donc une rémunération.

Dans les entreprises de l'industrie chimique, ce sont près de 5 000 jeunes qui bénéficient d'un de ces contrats, 80 % d'entre eux ayant pour objectif d'obtenir un diplôme de l'enseignement supérieur (1/3 de BTS, 1/3 de licences professionnelles et 1/3 de masters et diplômes d'ingénieur).

En ce qui concerne les salariés en poste, les employeurs peuvent leur proposer des formations (dans le cadre de la période de professionnalisation ou dans le cadre du plan de formation de l'entreprise). Ce dispositif est encore peu utilisé pour obtenir une certification inscrite au Répertoire national des certifications

professionnelles (RNCP). La création du compte personnel de formation (CPF), qui est opérationnel depuis le 1^{er} janvier 2015, est une réelle opportunité de développement de la formation continue dans l'enseignement supérieur. Cela suppose de la part des universités, des IUT et des écoles d'ingénieurs qu'ils prennent en compte non seulement les contraintes légales et conventionnelles de ces différents dispositifs, mais aussi les besoins des salariés et ceux des entreprises. C'est bien dans l'enseignement supérieur que l'on peut trouver des formations de haut niveau en chimie et en génie des procédés industriels.

Le compte personnel de formation a pour finalité de permettre à un salarié de réaliser un projet de formation personnel, notamment pour acquérir un niveau de qualification supérieur. Articulé avec une période de professionnalisation, le CPF permet d'envisager la mise en œuvre de parcours de formation visant l'obtention d'un diplôme. Le CPF permet de suivre une formation en vue de l'obtention d'une certification inscrite au RNCP, mais aussi de se constituer un bloc de compétences opérationnelles (c'est la raison pour laquelle les universités et les écoles d'ingénieurs devront revoir leur offre de certifications afin de reconstruire celle-ci autour de ces blocs de compétences dont ont besoin les industries de la chimie).

Autre nouveauté introduite par la loi du 5 mars 2014 portant réforme de la formation : la possibilité d'inscrire des formations à l'inventaire ⁽⁸⁾ des certifications/habilitations non inscrites au RNCP. Cette inscription permet aux salariés intéressés et à leurs employeurs de bénéficier du CPF, ainsi que de la mise en place de périodes de professionnalisation (formation pratique, recyclages et stages techniques, pour un maintien dans l'emploi de salariés en contrat à durée indéterminée).

Un salarié peut aussi obtenir la reconnaissance de ses compétences en mettant en œuvre une démarche de Validation des acquis de l'expérience (VAE). Le salarié peut mobiliser son compte personnel de formation (CPF) pour financer un accompagnement personnalisé et augmenter ainsi ses chances d'obtenir une certification.

Pour conclure, on peut souligner que l'industrie chimique est, en France, le premier secteur industriel exportateur, et le second en termes de solde commercial (7,4 milliards d'euros d'excédent en 2014) ⁽⁹⁾. Cette position ne devrait que s'améliorer, puisque les sciences de la chimie détiennent les clés permettant de lever les verrous scientifiques et techniques et donc de répondre aux défis majeurs de ce siècle. Pour ce faire, l'industrie chimique aura de plus en plus besoin de générations de scientifiques et de techniciens chimistes qui soient capables d'utiliser les sciences de la chimie et du génie des procédés, en collaboration avec des experts d'autres spécialités.

Les formations dont la chimie théorique et l'industrie chimique ont besoin, sont en place pour accompagner les chimistes dans l'acquisition des compétences dont la société a besoin.

(4) www.iar-pole.com

(5) www.axelera.org

(6) www.pole-pass.fr

(7) www.cosmetic-valley.com

(8) *L'inventaire est géré par la Commission nationale des certifications professionnelles (CNCP).*

(9) *Info Chimie Magazine du 31 mars 2015.*

L'action du ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique en faveur de la chimie

Par Marc RICO

Chef du bureau de la Chimie et des Biotechnologies, direction générale des Entreprises (DGE), ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique

Avec près de 160 000 emplois et un chiffre d'affaires de 82,4 milliards d'euros, l'industrie chimique tient une place de premier plan dans l'activité industrielle en France. Malgré ses atouts et des réussites indéniables sur certains marchés, l'industrie chimique est confrontée en France à un certain nombre de difficultés.

Pour favoriser le développement de l'industrie chimique, l'action du ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique porte sur les points prioritaires que sont l'accès à l'énergie à un coût compétitif, le développement des plates-formes chimiques et le soutien aux investissements industriels. Ce soutien porte également sur le développement de la chimie utilisant la biomasse comme matière première, ainsi que sur l'innovation, notamment en matière de biotechnologies. Pour la majeure partie, ces actions s'inscrivent dans le cadre de la mise en œuvre du contrat de filière Chimie-Matériaux et du Plan industriel Chimie verte et Biocarburants.

Un secteur industriel important (avec près de 160 000 emplois directs), mais qui est confronté à des difficultés

En 2013, l'industrie chimique affichait un chiffre d'affaires de 82,4 milliards d'euros. Un résultat qui la classe au sixième rang mondial des pays producteurs, après la Chine (premier chimiste mondial depuis 2009), les États-Unis, le Japon, l'Allemagne et la Corée du Sud. La France est au deuxième rang des pays producteurs européens. Sa contribution aux échanges extérieurs est significative puisque c'est un des premiers secteurs exportateurs, avec une balance commerciale positive de 5,8 milliards d'euros en 2013.

En France, l'industrie chimique a des atouts, notamment ses savoir-faire, ses capacités d'innovation et un aval industriel très large. Ce secteur est néanmoins confronté à des difficultés en raison de certaines faiblesses et de certaines contraintes, telles qu'un manque de compétitivité des installations qui est lié pour partie à leur obsolescence et au prix de l'énergie (électricité, pétrole et gaz – rappelons ici que les hydrocarbures sont aussi une matière première pour la

chimie) ou bien encore une relative faiblesse de son effort de recherche et développement.

L'action du ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique

L'action du ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique (MEIN) en faveur de la chimie est portée par la direction générale des Entreprises (DGE). Cette action vise à favoriser le développement de la chimie en cherchant à réduire les difficultés identifiées auxquelles ce secteur est aujourd'hui confronté. Pour une grande part, ces actions s'inscrivent dans le cadre des travaux du comité stratégique de Filière Chimie et Matériaux qui a été mis en place au sein du Conseil national de l'industrie, ainsi que dans le cadre du Plan industriel Chimie verte et Biocarburants.

Le comité stratégique de filière Chimie et Matériaux

Placé sous l'égide du Conseil national de l'industrie, le comité stratégique de filière (CSF) Chimie et Matériaux concerne

les industries de la chimie, du caoutchouc, du papier-carton et de la plasturgie. Il a pour mission d'identifier dans des contrats de filière les enjeux clés de la filière considérée et les engagements réciproques de l'État et des industriels, d'émettre des propositions d'actions concrètes et, le cas échéant, de suivre leur mise en œuvre. Il est présidé par le ministre de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique.

Ce comité regroupe, sous le pilotage d'un industriel vice-président du CSF, des représentants des acteurs de la filière (entreprises ou fédérations industrielles), des représentants des cinq organisations syndicales représentatives, les différentes administrations concernées par cette filière et des experts. Il compte environ 50 membres.

Un contrat de filière ⁽¹⁾ *ad hoc* a été adopté le 4 février 2013, puis réactualisé le 27 juin 2014. Il présente un ensemble d'actions destinées à favoriser la compétitivité de la filière.

Le plan industriel Chimie verte et Biocarburants

La Nouvelle France industrielle a été annoncée le 12 septembre 2013 lors de la présentation des priorités de la politique industrielle de la France par le Président de la République. Ces priorités ont pris la forme de 34 plans de reconquête industrielle, chacun étant piloté par un chef de projet chargé d'élaborer une feuille de route spécifique. Un de ces plans porte sur la chimie verte et les biocarburants, dont la feuille de route a été présentée le 2 juillet 2014.

Ce plan vise à favoriser la conversion des entreprises afin qu'elles utilisent des procédés plus propres et consommant moins d'énergie. L'utilisation des ressources végétales doit également être soutenue en cohérence avec les atouts dont dispose la France dans les domaines agricole et forestier, car elle offre des opportunités de développement industriel (production de nouveaux polymères ou de molécules à forte valeur ajoutée - par exemple, pour le secteur de la cosmétique). Le développement de la production de biocarburants avancés reposant sur l'utilisation de déchets ou de biomasse lignocellulosique représente un enjeu important pour répondre aux exigences environnementales, qui se mettent en place au niveau de l'Union européenne. Les entreprises qui s'engagent dans cette voie doivent cependant maintenir la production des biocarburants de première génération dans laquelle elles ont déjà beaucoup investi.

L'élaboration de la feuille de route a conduit à identifier plus de 40 projets d'investissement industriel, certes à des niveaux de maturation plus ou moins avancés, mais pour lesquels des difficultés sont apparues et font obstacle à la décision d'investir. Ces difficultés sont de différents ordres (financier, réglementaire, normatif, etc.). L'État accompagne ces projets d'investissement en analysant les difficultés rencontrées et en s'attachant à proposer des solutions. Des actions sont menées en parallèle par l'État pour mettre en place un contexte favorable au développement de la chimie verte et des biocarburants.

(1) Accessible en ligne à l'adresse URL : http://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cni/Contrats_filières/2014-06-CSF-Chimie-Materiaux.pdf

Les principales actions menées en faveur de l'industrie chimique

Permettre à l'industrie chimique d'accéder à une énergie compétitive

Comme cela a été dit, l'énergie est un facteur déterminant pour l'industrie chimique, en particulier pour les activités intensives en énergie (comme la production de chlore par électrolyse). Cette situation a conduit à élaborer des mesures, auxquelles le MEIN a pris une part active, visant à permettre aux entreprises d'accéder à une énergie compétitive.

Parmi les mesures récemment décidées, on peut évoquer l'introduction (en 2013) dans le Code de l'énergie d'un statut de gazo-intensif, à l'instar du statut d'électro-intensif qui y avait été introduit antérieurement. Sur la base de cette définition, des dispositions ont pu être mises en place permettant aux industriels du sud de la France, qui supportent des prix du gaz plus élevés que ceux du nord du pays, de s'approvisionner dans de meilleures conditions économiques.

D'autres mesures sont en cours d'examen, en particulier dans le cadre du projet de loi relatif à la Transition énergétique pour la croissance verte. Parmi celles-ci, on peut citer les dispositions relatives à l'effacement et à l'interruptibilité des consommations électriques ; celles-ci permettront aux industries en mesure d'en respecter les conditions de bénéficier d'une rémunération qui réduira le coût de l'énergie qu'elles consomment.

Favoriser le développement des plates-formes industrielles, celles-ci étant sources de compétitivité

Les plates-formes industrielles correspondent au regroupement sur un territoire délimité d'installations qui, du fait de la similarité ou de la complémentarité de leurs activités, ont un potentiel de mutualisation de la gestion de leurs biens ou de leurs services. Cela permet d'optimiser la consommation de matières premières, d'énergie et d'utilités, de mieux valoriser les sous-produits et d'améliorer la gestion des effluents et des déchets.

Une étude visant à établir une comparaison entre plusieurs plates-formes chimiques européennes a été réalisée en 2014 par la direction générale des Entreprises et l'Union des Industries Chimiques ; elle a conduit au constat que la situation des plates-formes de la chimie en France était souvent défavorable. Des actions visant à favoriser ces plates-formes ont été introduites dans le contrat de filière Chimie-Matériaux. Elles ont pour objectif d'inciter à la mise en place d'une gouvernance de ces plates-formes pour instaurer une gestion mutualisée des services et des utilités, ce qui en réduit le coût et permet des gains de compétitivité.

Il apparaît également nécessaire de renforcer la chaîne de valeur des plates-formes à travers l'implantation de nouvelles activités permettant une meilleure intégration aval. Dans ce but, la promotion de ces plates-formes en France va être développée en lien avec Business France. Au-delà, des investissements vont être soutenus dans le cadre de la mise en œuvre du Plan industriel Chimie verte et Biocarburants.



Photo © GIE Osiris

Plate-forme chimique de Roussillon (Isère).

Chimie du végétal : soutenir le passage de l'innovation à l'industrialisation

La chimie du végétal utilise la biomasse comme matière première. C'est aujourd'hui une réalité industrielle, avec plusieurs milliers d'emplois directs, et elle présente un fort potentiel de développement. Elle dispose d'atouts : elle utilise une ressource renouvelable ne contribuant pas au changement climatique ; elle permet de fournir des produits ayant de nouvelles fonctionnalités ; enfin, en France, elle peut s'appuyer sur des ressources agricoles et lignocellulosiques abondantes et sur une agro-industrie performante qui peut lui fournir des matières premières, telles que de l'amidon, des sucres, des huiles.

L'enjeu pour la chimie du végétal en France est cependant d'arriver à transformer les innovations en réalisations industrielles sur le territoire national. En termes de procédés, la chimie du végétal constitue un champ de développement pour les biotechnologies. Cependant, la mise en œuvre industrielle de ces innovations nécessite l'instauration de partenariats industriels entre producteurs de la biomasse, experts des biotechnologies et spécialistes de la chimie pour mettre en œuvre des infrastructures dédiées (notamment des bioraffineries), ce qui nécessite de lourds investissements.

Le ministère a soutenu les travaux de R&D visant à développer de nouveaux procédés (en particulier biotechnologiques) et la mise en place de plates-formes de démonstration per-

mettant de valider ces procédés à l'échelle pré-industrielle. Dans le cadre du Plan industriel Chimie verte et Biocarburants, une aide sera apportée à la réalisation d'investissements industriels. Parallèlement, un travail est engagé pour développer le marché des produits biosourcés en incitant à l'achat de ce type de produits dans le cadre des marchés publics. Des propositions en ce sens devront être présentées d'ici à la fin de l'année 2015.

Soutenir l'industrie des biocarburants et son évolution vers la deuxième génération

Les biocarburants sont essentiels dans l'atteinte des engagements pris par la France en matière de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre dans les transports d'ici à 2020. La filière des biocarburants (production d'éthanol et de biodiesel) a fait l'objet de plus de 2 milliards d'euros d'investissements qui ont permis de constituer une activité industrielle tout à fait notable.

Le MEIN suit avec attention les évolutions de cette filière. Dans le cadre de la négociation du projet de directive ILUC (*Indirect Land Use Change* - qui vise à prendre en compte les changements indirects d'affectation des sols), il a défendu un plafond d'incorporation de 7 % qui permettrait de ne pas remettre en cause les investissements d'ores et déjà réalisés (ce plafond fait encore aujourd'hui l'objet de discussions au niveau communautaire). Le ministère a également soutenu l'adoption d'un nouveau grade de carburant pour le gazole,

le gazole B8, qui pourra désormais contenir jusqu'à 8 % de biodiesel, au lieu de 7 % auparavant, une mesure qui s'est concrétisée par un arrêté signé le 31 décembre 2014. L'autorisation de ce carburant vise à permettre de développer des biocarburants avancés sans entraîner de contrainte sur le marché des biocarburants de première génération.

Le développement des biocarburants avancés constitue justement un axe majeur de l'évolution de cette filière. En valorisant des déchets et des résidus, ces biocarburants n'entrent pas en concurrence avec la satisfaction des besoins alimentaires et ils s'inscrivent totalement dans le développement d'une industrie ancrée dans l'économie circulaire. Le développement d'une filière de biocarburants avancés constitue l'un des objectifs du Plan industriel Chimie verte et Biocarburants. Des propositions élaborées en liaison avec les acteurs concernés devraient être présentées prochainement par le chef de projet.

Favoriser le recyclage des matières plastiques dans une démarche d'économie circulaire

En France, le taux de recyclage des matières plastiques n'est que de 20 % environ, alors qu'il est de 90 % pour le carton et de 74 % pour l'acier. Cette situation a incité à inscrire dans le

contrat de filière Chimie-Matériaux une action visant à accélérer le développement en France du recyclage des matières plastiques. Dans ce cadre, une étude sur la chaîne de valeur des plastiques en France a été réalisée en 2014 à l'initiative de la direction générale des Entreprises (DGE), de l'Ademe et de 2ACR (Association Alliance Chimie Recyclage), étude qui a fait l'objet d'une restitution le 23 mars 2015.

Cette étude présente des recommandations pour stimuler le développement de la filière du recyclage des plastiques en France. La mise en œuvre de ces propositions pourrait prendre la forme d'un contrat d'expérimentation, dont l'objectif serait d'augmenter de 50 %, en 5 ans, la quantité de plastiques recyclée, ce qui pourrait conduire à la création de 2 000 emplois. Cependant, le contenu précis de ce contrat d'expérimentation et ses modalités de mise en œuvre restent à préciser, à ce stade.

Enfin, les décisions d'investissement dans le domaine du recyclage butent sur la question des variations du coût des matières vierges, alors que la production de la matière recyclée ne subit pas de telles variations. Il est donc prévu d'engager en 2015 une étude sur les mécanismes qui pourraient être mis en place afin de sécuriser les investissements réalisés dans ce domaine.



Usine de tri haute performance Valazur à Nice (Alpes-Maritimes).

Photo © D.R

Soutenir l'innovation pour développer de nouveaux marchés tout en améliorant les procédés industriels

L'industrie chimique est à l'amont de très nombreuses industries auxquelles elle fournit les produits dont elles ont besoin. L'innovation est déterminante pour assurer la pérennité et le développement des entreprises face à la compétition internationale. En particulier, l'industrie chimique est source de solutions pour répondre aux grands enjeux actuels et à venir : la lutte contre le changement climatique, la raréfaction des ressources fossiles et l'accès à l'eau et à l'alimentation pour tous.

Pour favoriser l'innovation, le secteur de la chimie peut s'appuyer sur des pôles de compétitivité, sur des plates-formes collaboratives et sur des instituts pour la transition énergétique qui font ou qui ont fait l'objet d'un soutien de la part du MEIN. Ainsi, des aides financières sont apportées, par exemple, *via* le fonds unique interministériel (FUI).

Par ailleurs, dans le cadre du comité stratégique de filière Chimie et Matériaux, un comité Innovation a été mis en place. Il a pour objectif de renforcer les relations, d'une part, au sein de la filière et, d'autre part, entre la filière et son aval. C'est une des conditions nécessaires pour que la filière puisse fournir de nouveaux produits répondant aux besoins futurs des industries aval (qui, en particulier, doivent répondre à des enjeux nouveaux tels que l'allègement du poids des véhicules ou le stockage de l'énergie).

Simplifier la réglementation pour favoriser l'attractivité et la compétitivité...

La simplification pour les entreprises est une politique structurelle qui stimule l'activité économique de celles-ci en rendant les procédures plus aisées et plus rapides sans diminuer les protections ou les droits essentiels des personnes. Le « choc de simplification » est une priorité politique et la DGE assume un rôle important dans la conception de mesures de simplification du fait de sa proximité naturelle avec les acteurs du monde économique.

Cette orientation répond aux attentes de l'industrie chimique, dont l'activité fait l'objet de nombreuses réglementations (portant notamment sur la prévention des pollutions et des risques, sur les substances chimiques ou sur la protection des travailleurs). C'est ainsi qu'outre les quatre lois d'habilitation à simplifier par voie d'ordonnances déjà adoptées, des dispositions ont été introduites dans le projet de loi pour la croissance, l'activité et l'égalité des chances économiques. L'une de ces lois porte sur l'expérimentation, sur une période de trois ans, d'une autorisation environnementale unique dont pourront bénéficier les entreprises de la chimie.

...et en faciliter la mise en œuvre par les entreprises

Parallèlement à cette démarche de simplification, la DGE veille à ce que toutes les dispositions soient prises afin de faciliter la mise en œuvre des réglementations par les entreprises.

À titre d'exemple, on peut citer le règlement communautaire REACH, qui concerne l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, dont la mise en œuvre s'avère particulièrement lourde pour les entreprises. En particulier, les coûts de l'enregistrement s'avèrent plus élevés que ceux évalués par la Commission européenne lors de l'élaboration de ce règlement.

Parmi d'autres difficultés, citons la procédure d'identification des substances à soumettre à autorisation, qui soulève de nombreuses inquiétudes du fait notamment de son effet de liste de noire pour les substances identifiées comme devant être soumises à autorisation. Sur ce point, la DGE est intervenue pour que toute décision concernant une substance ne soit prise que sur la base des résultats d'une analyse partagée avec les entreprises montrant que l'autorisation est bien la meilleure option pour gérer les risques présentés par la substance concernée (ce point fait toutefois encore l'objet de débats au niveau communautaire).

Par ailleurs, au sein de la DGE, la Mission nationale de contrôle des produits chimiques (MNPCPC), qui assure le contrôle des précurseurs chimiques de drogues, a pour objectif de s'assurer de l'utilisation licite de ces substances en s'appuyant, en particulier, sur un partenariat effectif et efficace avec l'industrie. La MNPCPC accompagne également les industries chimiques et pharmaceutiques dans la mise en œuvre de la réglementation européenne *ad hoc*, et les aide à mettre en place des actions de sensibilisation propices notamment à la collecte de déclarations de soupçons.

Accompagner les restructurations de l'industrie chimique

L'industrie chimique est en perpétuelle évolution, notamment *via* des restructurations d'entreprises, pour s'adapter aux évolutions du marché ou proposer de nouveaux produits. Parallèlement aux actions visant à améliorer l'attractivité du territoire et la compétitivité des entreprises, le MEIN accompagne ces évolutions en s'attachant à ce que l'innovation puisse conduire à une industrialisation sur le territoire national. Ce soutien vise à favoriser un développement d'une chimie durable, c'est-à-dire d'une chimie réduisant son impact sur l'environnement tant en ce qui concerne ses procédés (grâce à la réduction de sa consommation énergétique et de matières premières) qu'en ce qui concerne ses produits (grâce à la substitution des produits dangereux), tout en apportant des solutions aux activités situées en aval (transports, agriculture, traitement de l'eau...).

En France, les perspectives de l'industrie chimique pour 2015 semblent favorables, après une année 2014 qui a fait apparaître une croissance de la production et un excédent commercial en hausse. Le ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique continuera à faire tous les efforts nécessaires pour confirmer, voire amplifier, cette évolution positive.

Les mutations de l'industrie chimique en Rhône-Alpes, entre défense de l'existant et conquête de l'avenir

Par **Simon-Pierre EURY**

Chef du pôle Entreprises, Emploi, Économie, DIRECCTE Rhône-Alpes

et **Patrice LIOGIER**

Chargé de mission Développement économique, DIRECCTE Rhône-Alpes

La chimie rhônalpine, qui se caractérise par des fabrications très imbriquées et la présence de nombreux pôles d'excellence en matière de R&D, est aujourd'hui à la croisée des chemins. Confrontée à une problématique de compétitivité et à des difficultés d'entreprises ayant nécessité une action défensive et une forte mobilisation des pouvoirs publics, elle doit parallèlement construire les conditions de son avenir en région, ce qui implique une chimie qui soit à la fois plus innovante et plus verte.

Le point délicat réside assurément dans l'interdépendance entre tous ces paramètres, la pérennité et la robustesse de cette industrie passant obligatoirement par le maintien d'une filière complète depuis la pétrochimie (à Feyzin) jusqu'aux applications de spécialités réparties sur le territoire régional (chimie fine, pharmacie, chimie verte, etc.), en passant par la chimie lourde présente sur les plateformes.

Rhône-Alpes, première région française pour la chimie

Avec plus de 500 établissements employant environ 32 500 salariés, la région Rhône-Alpes s'affirme comme la première région française de production chimique. Cette industrie est ancrée de longue date dans ce territoire. Son histoire remonte à la fin du XX^e siècle avec, notamment, l'installation, à Saint-Fons, de la Société chimique des usines du Rhône, intégrée ensuite dans le groupe Rhône-Poulenc, puis dans le groupe Rhodia.

Rhône-Alpes se situe pour la chimie au premier rang des régions productrices françaises, avec plus de 11 milliards d'euros de chiffre d'affaires (dont 8 milliards à l'export). 400 millions d'euros d'investissements y sont réalisés en moyenne chaque année, dont plus de 20 % en matière d'hygiène-sécurité et d'environnement. Si la place des grands groupes chimiques dans ce paysage reste majeure, 70 % des entre-

prises installées en région Rhône-Alpes sont des PME et des ETI.

Enfin, la région Rhône-Alpes, qui concentre 25 % des effectifs de la recherche nationale, se classe parmi les toutes premières régions européennes en termes de publications scientifiques en chimie et de dépôt de brevets.

De fortes spécificités territoriales

En Rhône-Alpes, la filière chimie s'organise autour de sept bassins principaux (voir le Tableau 1 de la page suivante).

En effet, outre les grandes concentrations au sud de Lyon (Vallée de la chimie et plateforme chimique des Roches-Rousillon) et dans le bassin grenoblois (implantations de Jarrie et de Pont-de-Claix), qui regroupe les deux tiers des emplois directs de la filière, une chimie plus diffuse tournée pour l'es-

Bassin	Nombre d'unités	Nombre d'emplois	Secteurs prédominants
Lyon Sud / Vallée de la Chimie	112	12 000	Chimie organique, dérivés du chlore, de la silice et du fluor, chimie fine, produits pharmaceutiques, cosmétiques, spécialités chimiques, détergents, collecte et recyclage...
Vallées alpines	69	3 700	Chimie de spécialités, chimie minérale, électrochimie...
Val de Saône	46	3 300	Intermédiaires organiques, lubrifiants, agrochimie, produits pharmaceutiques, adhésifs, spécialités, chimie fine...
Bassin de Saint-Etienne	51	2 200	Chimie fine, additifs et mélanges, détergents...
Bassin de Grenoble, Pont-de-Claix/Jarrie	30	2 250	Chlore, soude, chimie fine, spécialités, électrochimie...
Les Roches/Roussillon	19	1 450	Chimie organique (intermédiaires organiques).
Plaine de l'Ain	11	1 000	Polymères, chimie fine, additifs, détergents, traitement des déchets...

Tableau 1 : Les principaux bassins d'implantation de l'industrie chimique en Rhône-Alpes.
 Source : Contrat d'étude prospective dans la filière chimie-environnement en Rhône-Alpes, 2011.

sentiel vers la chimie de spécialités et la chimie fine est également installée au cœur du bassin stéphanois, ainsi que dans la plaine de l'Ain, le Val de Saône ou encore les vallées alpines.

Chacun de ces bassins est caractérisé par des typologies d'activités, des structures de bassin d'emploi et des problématiques spécifiques.

Le haut niveau de dépendance entre les sites (voir la Figure 1) est un héritage fort du passé et de l'histoire de Rhône-Poulenc dans la région. Il s'illustre principalement par des liens clients-fournisseurs s'établissant à différents niveaux et s'étendant à plusieurs bassins, en particulier ceux de Lyon-Sud, des Roches-Roussillon et de Pont-de-Claix-Jarrie.

Des fabrications imbriquées

Historiquement, la chimie régionale était organisée autour de deux entreprises, Rhône-Poulenc et Elf-Atochem, qui avaient intégré leurs procédés de chimie amont et aval sur plusieurs sites distincts.

Ce fort niveau d'intégration intersites, s'il permet certes de garantir à court terme des débouchés de proximité pour les activités concernées, doit aujourd'hui s'interpréter avant tout comme une menace pour la filière, la défaillance d'un maillon de la chaîne étant susceptible de générer des difficultés chez les entreprises situées en amont et en aval de ses processus de fabrication.

Cela provient du fait qu'au cours des quinze dernières an-

Chimie de base / chimie de spécialités

La chimie de base (ou amont) fabrique des produits tels que la soude, le chlore, l'éthylène, l'acide chlorhydrique et les monomères, qui sont, le plus généralement, des produits de départ ou de grands intermédiaires servant à la fabrication des principes actifs. Ils sont parfois également utilisés en tant que produits finis.

La chimie aval (ou de spécialités) fabrique, à partir de produits issus de la chimie de base, des composés et des principes actifs très diversifiés qui seront utilisés dans les produits finis.

nées, cette chimie s'est progressivement restructurée, avec l'apparition à côté des acteurs historiques que sont notamment les groupes Arkema et Solvay d'entreprises nouvelles (des PME ou des filiales de groupes étrangers), comme Adiseo (nutrition animale), Bluestar Silicones, Kem One (PVC) ou Novacap. Les actionnaires de ces nouvelles entités ne sont plus nécessairement français. Ainsi, par exemple, Adiseo et Bluestar Silicones sont détenus par le groupe chinois Bluestar, tandis que Vencorex a pour actionnaire majoritaire le groupe thaïlandais PPT Global Chemical.

Ainsi, si le tissu d'entreprises a beaucoup évolué, les interconnexions entre les flux de matières demeurent, et avec elles des risques d'effet domino, et ce alors même que le maintien de ces flux entre des entreprises aux intérêts souvent divergents, voire concurrentes entre elles sur une partie de leurs fabrications, s'avère de plus en plus complexe.

Des entreprises en difficulté

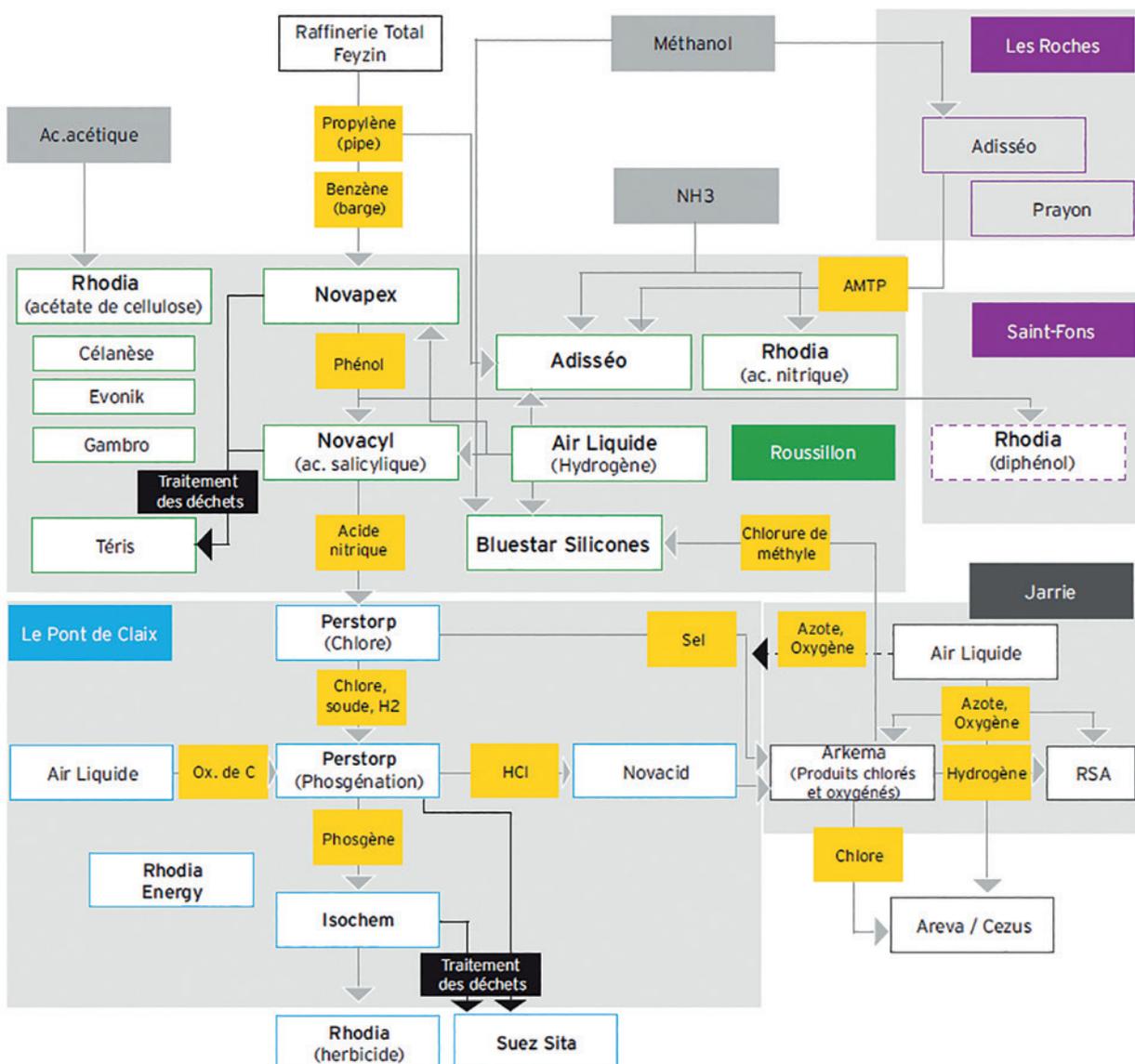
En France (et plus largement en Europe), la chimie de base a dû faire face ces dernières années à une concurrence accrue des autres zones de production, résultant notamment de coûts de l'énergie ou des matières premières plus avantageux ou de l'augmentation de la capacité de production dans les pays émergents.

Dans ce contexte, plusieurs entreprises et sites de la filière chimie connaissent actuellement (ou ont traversé par le passé) des périodes de difficultés. C'est notamment le cas de Kem One et de ses 1 800 emplois dans les régions Rhône-Alpes et PACA. Placée en redressement judiciaire en mars 2013, l'entreprise a pu faire l'objet, au terme d'une action

forte menée par les services régionaux et nationaux de l'État, d'un plan de redressement, que le Tribunal de Commerce de Lyon a validé le 20 décembre 2013.

En 2014, un autre chantier s'est ouvert, centré sur la plateforme chimique de Pont-de-Claix qui est confrontée à un problème majeur de rentabilité de sa production d'isocyanates. Des discussions associant l'entreprise Vencorex, qui exploite la plateforme, et l'ensemble de ses partenaires industriels (fournisseurs et clients) ont eu lieu au 1er semestre 2014 sous le pilotage de l'État et de ses services déconcentrés. Elles ont permis la confirmation, à l'automne, par Vencorex de la réalisation d'investissements dans une nouvelle électrolyse chlore/soude à membrane, ainsi que de la reconversion du site dans la production d'isocyanates de performance.

Illustration des liens entre entreprises au sein des 4 bassins d'emploi (situation en 2011)



Source Ernst & Young

Figure 1 : Intégration des fabrications entre les différents sites chimiques.



Photo © DGRP- BARPI

La plateforme chimique de Pont-de-Claix, en Isère.

La maîtrise des coûts grâce à l'anticipation des mutations et à la modernisation des outils de production constitue par conséquent un enjeu majeur, avec comme objectifs :

- l'intensification, la miniaturisation et l'automatisation des procédés,
- la sécurisation des approvisionnements amont (matières premières et énergies) à des prix compétitifs,
- l'intégration amont-aval,
- le développement d'une logique de mutualisation à travers le regroupement d'entreprises sur des plateformes chimiques compétitives.

La compétitivité des plateformes chimiques

L'intégration de plusieurs unités de fabrication appartenant à des entreprises ou à des groupes différents sur une même plateforme chimique de grande taille constitue en effet un facteur clé pour la compétitivité des industries chimiques. C'est en s'appuyant notamment sur ce levier que l'industrie chimique allemande se situe aujourd'hui au 4^{ème} rang mondial et au 1^{er} rang sur le continent européen.

De telles plateformes parviennent à maintenir leurs activités, à les développer, voire à attirer de nouvelles entreprises, et

ce, même dans des domaines de la chimie de spécialités devenus très concurrentiels au plan mondial.

Les principaux facteurs de succès de ces plateformes résident dans :

- leur compétitivité énergétique, notamment pour ce qui concerne la vapeur (principale utilité pour la chimie), laquelle est produite par des installations modernes de taille critique,
- la compétitivité des matières premières permise par la fabrication sur place,
- des coûts fixes contenus par la mutualisation d'activités comme la sécurité, l'inspection, les analyses en laboratoire, le traitement des effluents, etc.,
- l'intégration entre la chimie de base et la chimie de spécialités, plus en aval,
- la proximité de centres de R&D dans les domaines de l'amélioration des procédés et des nouveaux produits.

La situation de la région Rhône-Alpes au regard de cette problématique apparaît contrastée. Les plateformes chimiques font en quelque sorte partie de l'héritage des grands groupes chimiques qui ont structuré la filière régionale en induisant une forte concentration d'activités autour de quelques pôles essentiellement situés le long du Rhône et dans le bassin de Grenoble, ces pôles restant d'ailleurs très dépendants

les uns des autres. Mais la spécialisation des acteurs et le découpage des activités entre plusieurs entreprises qui se retrouvent « colocalitaires » sur une même plateforme ne vont pas sans poser des problèmes : si la création du GIE OSIRIS (en 1999) a conféré à la plateforme de Roussillon un précieux avantage compétitif, l'absence de stratégie commune constitue un sérieux handicap pour le développement des plateformes de Lyon Sud et de Pont-de-Claix/Jarrie.

Dans ce contexte, sur la base d'une étude économique portant sur la compétitivité des plateformes chimiques commandée par la direction générale des Entreprises (DGE) et l'Union des industries chimiques ⁽¹⁾, la direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (DIRECCTE) Rhône-Alpes et l'UIC Rhône-Alpes ont lancé, début 2015, des travaux associant les principaux groupes industriels implantés dans la région avec pour objectif de mieux structurer les plateformes chimiques régionales. Au-delà des considérations économiques que nous avons détaillées plus haut, l'enjeu de cette démarche réside également dans la mise en place d'une gouvernance solide des plateformes qui est seule à même de permettre l'implantation de nouvelles activités dans le respect des contraintes liées aux risques technologiques et de la réglementation associée.

Les enjeux environnementaux - La chimie verte

À chacun des maillons de sa chaîne de valeur, la chimie intègre diverses problématiques environnementales allant des approvisionnements (matières premières, énergie) jusqu'aux débouchés (écoconception, applications environnementales, matériaux recyclables...), en passant par les procédés (rejets, efficacité énergétique).

Aujourd'hui, la filière chimique régionale fait le pari que son avenir passe par une meilleure prise en compte de ces enjeux, notamment par le développement d'une chimie verte,

c'est-à-dire plus économe en ressources et plus respectueuse de l'environnement. Il s'agit de faire de Rhône-Alpes un territoire d'expérimentation et d'industrialisation des innovations dans le domaine chimie-environnement. Les applications environnementales sont en croissance forte notamment dans les domaines suivants :

- le traitement de l'air et de l'eau,
- la dépollution des sols,
- la gestion et la valorisation des déchets,
- les matériaux et les substances innovants,
- l'énergie verte.

En matière d'innovation, le pôle de compétitivité Axelera vise à faire de Rhône-Alpes le leader mondial de cette intégration entre la chimie et l'environnement. L'État attend d'Axelera une identification efficace des enjeux et des verrous technologiques qui se dressent sur le chemin de la chimie verte. Cette dynamique d'innovation, associée à un décroisement entre les acteurs et entre les cultures, se prolonge dans la mise en place de plateformes technologiques et de démonstrateurs industriels.

Au centre des évolutions de la filière, l'homme

Toutes ces évolutions vers une chimie plus spécialisée, plus résiliente et plus innovante ne seront possibles que grâce à l'implication de l'ensemble des hommes et des femmes qui

(1) Benchmark européen sur les plateformes chimiques, « Quels sont les leviers pour améliorer la compétitivité des plateformes françaises ? », septembre 2014, http://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/etudes-et-statistiques/prospective/Industrie/2014-09-plateforme-chimiques.pdf

La plateforme de Roussillon

La plateforme chimique iséroise de Roussillon regroupe les deux sites des Roches de Condrieu et de Roussillon, distants l'un de l'autre de 11 kilomètres et représentant une superficie totale de 150 hectares. L'ensemble était historiquement opéré par Rhône-Poulenc, qui avait construit son premier atelier de phénol à Roussillon en 1915. Lors de la création de Rhodia, suite à la restructuration de Rhône-Poulenc en 1999, il a été décidé de mettre en place un groupement d'intérêt économique (GIE) dénommé OSIRIS pour assurer toute la gestion de la plateforme qui devenait concomitamment multi-opérateurs.

Aujourd'hui, cette plateforme regroupe quinze entreprises et emploie 1 450 personnes, dont 275 pour OSIRIS. Ce GIE a pour mission de contribuer à l'amélioration de la compétitivité des entreprises présentes sur la plateforme en mutualisant un certain nombre de services et d'infrastructures. On peut citer notamment la production/distribution d'énergie (électricité, gaz) et d'utilités (vapeur), la sécurité et les laboratoires d'analyses. La plateforme gère aussi sa station d'épuration et l'élimination de ses déchets. Cette mutualisation permet aux entreprises de la plateforme d'économiser jusqu'à 20 % des coûts de l'énergie et des services qu'elles utilisent.

Ces avantages se sont révélés déterminants dans le choix de la plateforme de Roussillon par le groupe américain HEXCEL, à l'automne 2014, pour y implanter une nouvelle unité de production (correspondant à un investissement de 200 millions d'euros et à la création de 120 emplois directs).

L'hôtel à projets Axel'One

Au cœur de la vallée de la chimie, au sud de Lyon, la plateforme d'innovation collaborative Axel'One héberge et accompagne des projets de R&D dans les domaines de la chimie et de l'environnement. Initiée par le pôle de compétitivité Axelera, Axel'One se définit comme un pôle d'innovation pensé pour accueillir les projets collaboratifs dans les domaines des matériaux innovants et des procédés propres.

Axel'One s'appuie sur trois plateformes complémentaires :

- la Plateforme Procédés Innovants (PPI), à Solaize (Rhône), qui est spécialisée dans l'expérimentation au stade pré-industriel de l'intensification de procédés innovants ;
- la Plateforme Matériaux Innovants (PMI), à Saint-Fons (Rhône), dédiée à l'expérimentation au stade pré-industriel en vue du développement de matériaux innovants ;
- la plateforme Campus, qui sera implantée (début 2016) au cœur du campus universitaire scientifique de la Doua (à Villeurbanne, au nord-est de l'agglomération lyonnaise).

La plateforme Axel'One représentera à terme 13 000 m² répartis entre ces trois sites à la fois spécialisés et en interaction et destinés à héberger des projets collaboratifs de R&D.

font « tourner » l'industrie chimique régionale. Les efforts en cours dans les domaines techniques et économiques doivent impérativement s'accompagner d'un investissement de la filière dans le capital humain, les enjeux étant le renouvellement des effectifs et la montée en compétences des salariés.

C'est dans cet esprit que l'État, la région Rhône-Alpes et l'UIC Rhône-Alpes ont signé ensemble, en mars 2015, un Contrat d'Objectifs Emploi-Formation (COEF) Chimie-Environnement pour la période 2015-2018. Ce contrat, élaboré avec la participation des organisations représentatives de salariés de la branche Chimie, vise à accompagner et à anticiper les mutations du secteur de la chimie, et prévoit pour ce faire un plan

d'actions articulé autour des trois axes principaux suivants :

- renforcer l'attractivité de la filière Chimie-environnement pour attirer les jeunes vers des métiers de production, dont l'image est parfois injustement dégradée,
- répondre aux besoins en compétences et en qualifications de demain par le développement de la formation, dans un contexte d'évolution rapide des fabrications nécessitant adaptabilité et polyvalence de la part des salariés,
- enfin, mettre en place des démarches de gestion prévisionnelle des emplois et des compétences.

Le *cluster* chimique de Lacq : une reconversion exemplaire

Par Nicolas de WARREN

Directeur des affaires institutionnelles d'Arkema

Siège d'une fantastique aventure gazière entre 1951 et 2013, le bassin de Lacq a été le lieu privilégié de l'essor remarquable, tout d'abord d'une chimie industrielle à forte valeur ajoutée articulée autour de la thiochimie et des polymères techniques, puis, dans le cadre d'une politique résolue de reconversion-diversification amorcée très tôt, d'une chimie fine s'appuyant sur des PMI et plus récemment sur des *start-ups* dynamiques. En interaction forte avec un centre de recherche très fertile, ces activités industrielles s'exerçant dans un espace homogène servi par des infrastructures de qualité sont aujourd'hui constitutives de l'un des *clusters* chimiques parmi les plus performants d'Europe. Sa réussite ne s'est pas concrétisée par un repli sur soi mais, au contraire, le *cluster* a contribué, grâce à une concertation permanente entre tous les acteurs, à la diffusion d'une culture de l'excellence technologique qui fertilise désormais toute la région Aquitaine, comme l'illustre aujourd'hui sa percée dans le domaine des matériaux avancés.

Un peu d'histoire

Lacq... : ce nom parle à tous les Français, car il se rapporte à ce qui aura été une des plus grandes aventures industrielles de l'après-guerre sur le territoire national, une aventure qui a conduit à l'exploitation tout d'abord d'un gisement pétrolier (la nappe dite « Lacq supérieur », à 660 mètres de profondeur), mais aussi et surtout d'un gisement gazier gigantesque (appelé « Lacq profond », à 3 550 mètres de profondeur), les deux gisements formant une configuration géologique absolument remarquable, puisque son exploitation commerciale aura duré cinquante-six ans - alors que l'estimation était originellement de trente-cinq années - avec un taux de déplétion de la ressource gazière récupérable tout à fait unique au monde, puisqu'il était de l'ordre de 97 %.

De ce fait, le bassin de Lacq aura fourni, pendant plus d'un demi-siècle à la France entière une ressource énergétique majeure et ultra-compétitive couvrant plus d'un tiers de la consommation française de gaz sur la période. Il aura ainsi été l'une des deux composantes majeures, avec le nucléaire, de l'indépendance énergétique de notre pays.

En soi, cela aurait suffi aux mérites de ce bassin pétrolier et gazier et de tous ceux qui l'ont développé. Mais outre cette

contribution essentielle, Lacq a connu le développement d'un aval chimique extrêmement performant grâce à l'action de chercheurs et d'industriels qui ont su transformer en atout ce qui était au départ un lourd handicap, à savoir une teneur en soufre extrêmement élevée du gaz extrait, ce qui a conduit, dès le début de la mise en exploitation, à rechercher la meilleure valorisation possible pour ce sous-produit fatal, conduisant littéralement à l'invention de la thiochimie, c'est-à-dire la production de composés chimiques de spécialités dérivés du soufre.

À ce double titre, la contribution macroéconomique du gisement de Lacq à la croissance française prise dans son ensemble sur la seconde moitié du XX^e siècle reste encore à être quantifiée.

Le bassin industriel de Lacq est né de l'exploitation d'un très important gisement de gaz (270 milliards de m³) découvert en 1951 et mis en exploitation en 1957 par la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine (SNPA), qui a été créée en 1941 par l'État pour accroître l'indépendance énergétique de la France. Les plus hauts niveaux de production de son gaz ont été atteints à la fin des années 1970. L'exploitation de cette source à la fois d'énergie et de matière première abondante et très compétitive a favorisé la création et le développement sur place d'une importante industrie chimique autour de la plateforme Induslacq (d'une superficie de 225 hectares) et, au-delà, d'un

véritable écosystème industriel qui a essaimé dans l'ensemble du Béarn.

Au début des années 2000, le bassin de Lacq constituait, avec ses quelque 7 000 emplois, le troisième pôle chimique français, après les bassins de la Seine et du Rhône. Le déclin progressif de la production de gaz, à partir du début des années 1980, a abouti à l'arrêt d'une exploitation commerciale du gisement à la mi-octobre 2013, au profit d'une exploitation résiduelle sur une durée de trente ans correspondant à un faible débit de gaz brut servant désormais à la production, grâce à un apport de soufre, de l'hydrogène sulfuré (H_2S), qui est ensuite valorisé sur place dans les unités de thiochimie d'Arkema.

Outre le site de Lacq, trois nouveaux sites industriels situés à proximité ont été développés : le site de Pardies, créé en 1956 et dédié à la chimie de base à partir de gaz naturel (production d'ammoniac et d'engrais), le site de Mont, créé en 1962 pour la production de polymères, et le site de Mourenx dédié à la chimie fine et dont la création est intervenue en 1975 dans le cadre des premières mesures de reconversion du bassin de Lacq.

Les acteurs du développement du bassin de Lacq (industriels, organismes de transfert de technologies, organismes de formation et pouvoirs publics) ont validé, à la mi-2001, un projet collectif visant à la création d'un district industriel à vocation chimique, CHEMPARC, qui répond à un triple enjeu stratégique à l'horizon des dix ans pour le territoire concerné, à savoir le remplacement de l'activité gazière par la chimie, le passage d'un système économique monocentré à un système polycentrique et l'émergence d'une capacité endogène de développement et de création d'activités.

Une chimie originale et complexe développée dès les années 1960

Le bassin de Lacq regroupe sur une superficie totale de 450 hectares quatre plateformes industrielles classées SEVESO II (Lacq-Abidos, Mont, Mourenx et Pardies), où sont présentes une quinzaine de groupes chimiques de dimension internationale et 25 entreprises donneurs d'ordres employant au total 4 000 personnes, ainsi que 80 entreprises prestataires de services (représentant 4 200 emplois indirects).

Sur le bassin de Lacq, plusieurs types de chimie ont été développés, et ce dès la découverte du gisement :

- une chimie conventionnelle issue de la transformation directe du gaz naturel, avec Aquitaine-Chimie à Pardies, qui est consacrée à la production du gaz ammoniac, de l'acétaldéhyde et du PVC (polychlorure de vinyle produit à partir d'acétylène) ;
- une activité de chimie des hydrocarbures, avec, dans une première étape, la transformation dans une unité de vapo-craquage du gaz et du pétrole en monomères (éthylène, propylène et aromatiques), puis la transformation de ces derniers en polymères (polyéthylène...) par deux entreprises filiales de la SNPA, les sociétés Ethylène-Plastiques et Aquitaine-Plastiques.

Ces deux types d'activité ont progressivement disparu du fait de l'évolution des conditions économiques et concurrentielles générales, à l'exception de l'activité engrais de Yara-France, à Pardies, qui s'inscrit dans une logique de débouchés régionaux.

Atochem, puis Arkema ont pour leur part développé sur le bassin de Lacq deux filières industrielles d'excellence en chimie de spécialités.

Les activités industrielles développées dans le bassin de Lacq représentent aujourd'hui pour Arkema un total de 800 emplois.

Les polymères techniques

Une gamme importante de polymères techniques d'Arkema est produite à Mont, où est opérée une chaîne de synthèse du Lactame 12 (monomère du polyamide 12), ainsi que dans plusieurs autres ateliers de production de polymères à haute valeur ajoutée.

Cette synthèse réalisée à partir d'une matière première fabriquée à Lacq repose sur une technologie propriétaire originale issue du Groupement de Recherche de Lacq (GRL, 165 personnes). Les applications concernent certains équipements automobiles (pièces sous capot), la connectique, le sport et l'industrie au sens large.

La thiochimie

La thiochimie a elle aussi été développée au sein du Groupement de recherche de Lacq d'Arkema à partir de l' H_2S qui, comme nous l'avons déjà précisé, est produit à partir du gaz extrait du gisement auquel est ajouté du soufre également produit sur place. Le gaz naturel de Lacq possède en effet la particularité d'être composé, outre de méthane (69,2 %) et de CO_2 , d'une forte proportion d'hydrogène sulfuré (15,2 %).

Le premier développement historique de la thiochimie a porté sur le méthyl-mercaptan produit à partir d' H_2S et de méthanol, le méthyl-mercaptan étant la matière première principale permettant de synthétiser la méthionine, un acide aminé destiné à la nutrition animale.

Ce marché de la méthionine, qui est en forte croissance au niveau mondial depuis trente ans, a permis par la suite de bâtir sur le site de Lacq une chaîne complète de dérivés (mercaptans et sulfures) utilisés comme intermédiaires de synthèse et comme additifs pour la chimie fine, des polymères qui constituent désormais la colonne vertébrale du site ; le principal est le di-méthyl-disulfure (DMDS), il est destiné aux marchés de l'odorisation du gaz naturel et du gaz de pétrole liquéfié (GPL) et de la régénération des catalyseurs de raffinage utilisés dans la pétrochimie, il est également utilisé en tant qu'additif anti-cokage pour les colonnes de vapo-craquage.

À partir de cette base française, Arkema a développé plus récemment une présence industrielle mondiale aux États-Unis et en Malaisie, consolidant ainsi son *leadership* mondial, et ce tout en cherchant également de nouvelles applications par la mise au point de produits à empreinte environnementale plus favorable venant en substitution à des produits existants dans le respect de la logique de substitution prônée par le règlement



Photo © Muriel Decaux – Arkema

Unité de production de méthylène.

REACH. C'est notamment le cas du DMDS utilisé pour la fumigation de sols destinés aux cultures potagères (en substitution du bromure de méthyle interdit depuis 2005).

Les matériaux avancés

Outre le développement de certains matériaux nanostructurés et de copolymères à blocs, le GRL d'Arkema est désormais en pointe dans le domaine des matériaux avancés (notamment des composites thermoplastiques).

Élément remarquable, le *cluster* de Lacq n'est pas resté, dans ce domaine, replié sur lui-même, mais il a réussi à rayonner sur l'ensemble du tissu régional : la Région Aquitaine, dans le cadre d'une politique extrêmement dynamique de soutien à l'innovation, contribue à l'émergence d'une véritable filière des matériaux avancés sur son territoire en mobilisant, en amont, tous les acteurs de la recherche (ENSPC Bordeaux et Universités de Bordeaux et de Pau) et, en aval, non seulement des groupes industriels comme Arkema, mais aussi des PMI ayant pour activité la transformation des matériaux précités ou leur mise en œuvre.

Cette filière tout à fait unique en France s'est concrétisée en 2009 à Bordeaux par la création de la plateforme CANOE (Centre technologique aquitain des matériaux avancés et des

composites), qui regroupe aujourd'hui sur quatre implantations (Bordeaux, Pessac, Pau et Lacq) des experts de niveau international en matière de mise en œuvre des thermoplastiques et des thermodurcissables, ainsi qu'en matière de filage de fibres et de dépôt de couches minces par spray ultrasonique.

Une autre spécialité d'excellence du bassin en ce qui concerne les matériaux avancés est la production de fibres de carbone : Toray, le leader mondial, est présent depuis 1982 sur le bassin, à Abidos II l'a été d'abord à travers la SOFICAR (société détenue en participation avec Total, puis, avec Arkema) et l'est aujourd'hui à travers Toray Carbon Fibers Europe (dont Toray a pris le contrôle à 100 % en début d'année 2012). La production annuelle est désormais de près de 5 000 tonnes de fibres de carbone, pour un effectif de 400 personnes.

Les caractéristiques du *cluster* de Lacq ont certainement pesé lourd dans la décision prise par Toray Carbon Fibers Europe d'investir, en début d'année 2012, plus de 100 millions d'euros dans une unité de production du précurseur de la fibre de carbone, le polyacrylonitrile (PAN), qui a démarré en septembre 2014. Les facteurs décisionnels majeurs ont été la qualité des infrastructures et la mise en œuvre des synergies de plateforme, la culture industrielle locale, le savoir-faire en matière de management de la sécurité et la très bonne acceptabilité sociale des activités à risques dans la région.

Le projet PAN constitue pour Toray une première étape d'intégration amont sur le bassin qui pourrait être suivie d'autres initiatives dans les années à venir. La cohérence, le dynamisme et les synergies offertes par le *cluster* conjugués à la très forte mobilisation de tous les acteurs nationaux et locaux intervenant en soutien au projet, ont joué un rôle décisif dans cette décision prise par Toray de s'implanter à Lacq (qui était en concurrence avec un autre site dans le monde).

Cette décision d'implantation valide une politique de redéploiement pensée et construite avec l'ensemble des acteurs, et qui est, à cet égard, exemplaire.

Le projet Lacq *cluster* Chimie 2030 : une reconversion exemplaire

Le défi technique de l'après-gaz commercial

La décision prise par Total, fin 2008, de cesser l'exploitation commerciale du gisement de Lacq en fin d'année 2013 risquait de remettre en cause toutes les synergies créées dans le bassin de Lacq depuis 1960, et partant d'y provoquer l'effondrement de l'activité industrielle. Il y avait en effet une véritable synergie entre l'exploitation du gaz et les unités de thiochimie, en aval : ces dernières offraient un débouché au gaz brut extrait et, en retour, après séparation de l' H_2S , certains coproduits étaient recyclés dans l'amont gazier (qui, par ailleurs, gérait les utilités et les services communs).

À la suite d'une réflexion de fond menée sur toutes les options ouvertes, le projet retenu pour être conduit en coopération entre Total, SOBEGI et Arkema vise non seulement à maintenir et à conforter les diverses activités présentes dans le bassin, mais encore à en faire une opportunité de croissance en y attirant de nouveaux investissements.

Ce projet global appelé « Lacq *Cluster* Chimie 2030 (LCC 2030) », qui est doté de plus de 150 millions d'euros au total, a pour finalité de valoriser au maximum la ressource locale résiduelle en gaz en basculant d'une stratégie d'exploitation commerciale vers une stratégie d'exploitation régulée des réserves subsistantes, jusqu'à leur épuisement total, en vue de produire, en disposant d'une visibilité à long terme, un gaz « technique » utilisé soit en tant que gaz combustible pour assurer, dans des conditions compétitives, la production de la vapeur nécessaire aux différents industriels du bassin, soit pour servir à la production d'hydrogène sulfuré (H_2S), matière première de la thiochimie d'Arkema.

Le projet a reçu le soutien de l'État (OSEO / Banque Publique d'Investissement), dans le cadre de l'appel à projets « Filières industrielles stratégiques » du Programme d'Investissements d'Avenir, ainsi que des collectivités territoriales impliquées (ici, la Région Aquitaine et la communauté de communes de Lacq-Orthez, la CCLO).

Par sa dimension structurante, LCC 2030 a d'ores et déjà assuré l'avenir du bassin de Lacq (ce qui était loin d'être évident) en renforçant sa vocation de *cluster* chimique, en soutien à l'innovation et à l'éclosion de nouvelles technologies, capitalisant pour ce faire sur des savoir-faire acquis depuis cinquante ans.

À l'évidence, il a ouvert la porte, outre au confortement de SOBEGI et d'Arkema, à l'accueil de nouvelles activités sur le bassin, certaines étant majeures (comme celle de TORAY qui prend opportunément le relais d'ABENGOA, qui a mis en service, en 2008, sur la plateforme Induslacq, une unité de production de bioéthanol à partir de maïs (160 000 tonnes par an).

La plateforme SOBEGI de Mourenx : l'essor de la chimie fine

Très rapidement, dès les années 1970, les acteurs du bassin ont été conscients de la nécessité d'engager une reconversion – ou, tout du moins, une diversification industrielle – de la plateforme dans la durée afin de pallier sans heurt, le moment venu, l'épuisement des ressources en gaz.

De cette forte volonté d'anticipation, est née, en 1975, au sein du groupe ELF, la SOBEGI (Société béarnaise de gestion industrielle). Désormais société en participation entre Total et Cofely (groupe GDF-Suez), la SOBEGI a été, en France, la première structure à mettre en œuvre une approche mutualisée dans le développement d'une plateforme industrielle dédiée à la chimie fine, proposant à la fois les terrains, les infrastructures et les services nécessaires. Elle est devenue ainsi une véritable référence, et plusieurs autres plateformes en ont tiré depuis les leçons, sans pour autant avoir nécessairement adopté la même forme d'organisation.

La croissance de la SOBEGI sur la plateforme de Mourenx a été très régulière et son fonctionnement exemplaire est incontestablement une réussite industrielle. La diversification engagée s'est traduite par l'introduction sur la plateforme de Mourenx, outre de la chimie industrielle (Lubrizol, Arkema), d'activités de pharmacie-santé (Sanofi, Novasep), d'agrochimie (Cerexagri, Arysta Life Science), de cosmétiques (Chimex, groupe L'Oréal), de chimie verte (Phytocos) et de chimie fine (PCAS, Speichim).

Depuis le début 2010, la SOBEGI a pris la conduite de la plateforme Induslacq où, forte de son expérience acquise à Mourenx, elle apporte, dans un cadre contractuel bien établi, sa maîtrise de la gestion mutualisée de plateforme dans un segment d'activités à risques, ce qui lui a permis d'acquérir une dimension supplémentaire dans le cadre de Lacq *Cluster* Chimie 2030.

Une démarche continue de prospection, facteur d'attractivité

La réussite de la politique de reconversion lancée il y a près de quarante ans présupposait à l'évidence une forte attractivité du bassin de Lacq. Une forte attractivité qui manifestement a été constamment et efficacement valorisée par l'activité soutenue de prospection de nouveaux projets qui a été menée, dans une remarquable continuité, d'abord par la Société de financement régional Elf-Aquitaine (SOFREA), un organisme de financement de projets industriels créé en 1978, puis par Total développement régional (TDR) depuis 2006.

Cette réussite est également due à une approche concertée du développement économique et territorial qui, au tournant des années 2000, s'est imposée comme une nécessité pour toutes les parties prenantes : le groupement d'intérêt public (GIP) CHEMPARC a ainsi été créé fin 2003, pour une durée ini-

tiale de dix ans, en ayant pour objet de constituer « *le cadre de référence de la politique de consolidation et de développement de la plate-forme chimique aquitaine... de définir... un système industriel synergique, respectueux de l'environnement, vigilant sur la question de la sécurité industrielle, cohérent et territorialement équilibré...* ». Ce groupement réunit l'ensemble des forces vives du territoire au sein de quatre collèges : le collège des collectivités publiques, celui des entreprises, celui des organismes scientifiques et celui des syndicats de salariés.

Plus récemment, en complément à la prospection d'entreprises, les acteurs locaux et régionaux ont créé, avec le soutien de l'État, CHEMSTART'UP, une structure d'accueil d'entreprises relevant de la filière Chimie et nouveaux matériaux, qui a démarré à la mi-2011. Les huit modules dédiés (comportant des bureaux, des laboratoires et une halle industrielle) sont désormais occupés.

Un cluster industriel dont l'exemplarité est reconnue en France et en Europe

La direction générale des Entreprises (DGE) et l'Union des industries chimiques (UIC) ont fait réaliser en 2014 une étude comparative ⁽¹⁾ particulièrement intéressante portant sur treize plateformes chimiques en Europe (huit en France, trois en Allemagne, une en Belgique et une en Espagne) qui, sur la base d'une batterie de neuf groupes de critères très concrets (gouvernance et investissements, intégration matières premières, services partagés et sous-traités, énergie et utilités, transport et logistique, réglementation, pérennité, recherche-développement et, enfin, attractivité du territoire) a permis d'en apprécier la compétitivité relative et d'identifier les axes de progrès.

Dans cet ensemble, la plateforme de Lacq-Mourenx se distingue sur de nombreux points, en particulier par le modèle d'organisation efficace de la gouvernance qui y a été mis en

place et qui est facteur clé de succès puisqu'« *il a pour principal avantage de procéder à l'alignement structurel de toutes les parties sur la recherche des meilleurs coûts...* ».

Dans un contexte de concurrence totalement mondialisée, le cluster industriel - conçu à la fois comme outil d'intégration d'entreprises industrielles de formes variées, à des stades de développement divers et exerçant des métiers différents dans un territoire, mais aussi comme véhicule d'une mise en synergie de moyens, de ressources et de compétences - paraît bien être un modèle économique - plus précisément un *business model* - particulièrement bien adapté aux caractéristiques et aux contraintes (notamment la maîtrise des risques) de l'industrie chimique.

Il extrapole, mais entre des acteurs distincts, le concept traditionnel du *verbund* mis en œuvre avec succès par la chimie allemande depuis des décennies.

L'exemple du bassin de Lacq - désormais depuis cinquante ans - est, à cet égard, éclairant : les succès ont été à la hauteur des défis qui ont dû être relevés à différents stades de son développement. Celui-ci n'a certes pas été exempt de réajustements, voire de restructurations imposés par l'évolution de la concurrence mondiale, mais la cohésion de l'écosystème et la volonté permanente d'agir ensemble de tous les acteurs concernés ont permis de rebondir, de redéployer, pour continuer de garantir, à l'avenir, l'attractivité de ce territoire dynamique pour les porteurs de projets.

(1) http://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/etudes-et-statistiques/prospective/Industrie/2014-09-plate-forme-chimiques.pdf

Innovating the world of specialty chemicals for electronics and surface finishing

Par **Nathalie BRUNELLE**

Directrice Stratégie Développement Recherche de la Branche Raffinage-Chimie, Groupe TOTAL.

et **Reinhard SCHNEIDER**

Président-Directeur Général d'Atotech

Atotech is the leading company in the electroplating sector based on worldwide sales. It is active in the markets for electronics (printed circuits, semiconductors) and general surface treatments (automotive, construction, furnishing).

Atotech has seventeen production sites worldwide, including seven in Asia, six in Europe, three in North America and one in South America.

The company's sales totaled 0,95 billion in 2014 (\$ 1,3 billion), primarily due to the growth in sales of electroplating equipment for the electronics market.

Atotech successfully pursues its strategy to differentiate its products through a comprehensive service provided to its customers in terms of equipment, processes, design of facilities and chemical products and through the development of green, innovative technologies to reduce environmental footprint. This strategy relies on global coverage provided by its technical centers located near customers.

Atotech intends to continue to grow in Asia, which already represents approximately 67% of its global sales. In order to strengthen its position in the electronics market, Atotech plans to increase and modernize its production capacity in Asia with new projects in Malaysia and China. By relocating production as close as possible to its markets, these projects are also part of its cost-cutting strategy.

Atotech is one of the world's leading suppliers of specialty chemicals, equipment, service and solutions for printed circuit board, advanced packaging and semiconductor manufacturing, as well as decorative and functional surface finishing. Atotech's expertise is in electroplating processes. Electroplating or metallization technology is used to deposit thin layers of metal on conductive and non-conductive surfaces via electrolytic or electroless processes.

Atotech was formed in 1993 by the combination of M&T Harshaw and Schering Galvanotechnik. Elf Atochem had acquired M&T Harshaw a few years before. Today Atotech is a 100 % subsidiary of the Total Group. The global headquarters and main R&D facilities are located in Berlin, Germany with regional HQ's and R&D hubs located in Rock Hill, South Carolina, USA and in Yokohama, Japan.



Photo © Atotech

Electronics plating systems (UNIPLATE P-LB-Cu) serving various end markets.

Atotech has two major business units:

- Electronics (EL division) offers chemistry and equipment for all production stages of the Printed Circuit Board (PCB) and Interconnect Substrates production (Desmear and Metallization, Panel and Pattern Plating, Surface Treatment, Final Finishing and Systems Technology). Atotech's direct customers are PCB producers around the world. The end markets served by the OEM customers are consumers, industrial and medical, military and aerospace and automotive electronics and the communication industry. The product portfolio is complemented by Semiconductor (SC) Technology segment which serves plating technology into the semiconductor manufacturing industry.

General Metal Finishing (GMF division) covers technologies for the entire spectrum of general metal finishing including Pretreatment, Decorative Coatings & Plating on Plastics, Corrosion Protection Coatings (Electroplating and Zinc Flake Coatings), Wear Resistant Coatings (Functional Chrome and Electroless Nickel), Functional Electronic Coatings, Paint Support Technologies and Auxiliary Equipment. Our customers supply end markets such as automotive, aerospace, construction, communication, furniture, sanitary and consumer goods. Automotive markets make up the largest part of the GMF end markets.

Atoech Quick Facts

- 1.1 BnUS\$ turnover
- 3,911 employees worldwide (56 % in Asia, 35 % in Europe, 9 % in the Americas)
- annual R&D spending > 10 % of sales
- 33 subsidiaries (15 chemical production sites, 2 equipment production sites) world-wide

Markets Factors and what Atotech stands for

Atotech is predominantly serving the global Electronics and automotive industries. The supply chains in these markets are strongly OEM driven. Atotech is faced with some basic requirements that need to be addressed :

- New Technology & constant innovation: As a technology company, we need to follow the roadmaps of our customers and OEMs in the electronics and automotive industries. That is the base line. Product life cycles getting shorter, technological innovations need to happen at a higher frequency. At the same time there is an increase in reliability requirements for the end products and the application range needs to extend to new materials.



Photo © Atotech

General Metal Finishing: Plating on Plastics pilot line installed in Berlin Tech Center for development, customer samplings and qualification runs for automotive industry.

- Cost pressure: Our industries are faced with decreasing consumer prices, shorter product life cycles, commodization of products, increasing production costs and, in the globalized market, with low cost competitors. Therefore, both industries set up cost down roadmaps that Atotech complies to by developing processes and equipment that enables savings for customers.
- Environmental Awareness: Atotech is expert in providing processes for depositing metals on conductive and non-conductive surfaces. This ultimately requires the use of chemicals. Over the past few years, consumer requirements, laws and regulations have changed to support sustainability. Law makers around the globe have passed ELV, WEEE, RoHS, REACH and REACH-like legislations that call for wider manufacturer responsibility and aim at banning dangerous substances. Societal influence has led some OEM and customers in our industries to take an even stricter approach to the use of dangerous chemicals. Thus, environmentally-conscious products are ready to have a major impact on the plating industry.

In such an environment it is obvious that success is not only based on the efficient manufacturing of electroplating chemicals and equipment. In contrast, customers do value high-level service by Atotech and the capabilities that Atotech has developed by not only being a supplier to our customers but a partner.

Therefore, Atotech strives to shape the future of the industries with:

- expertise,

- innovative ideas and approaches,
- a worldwide network of researchers and industry partners.

The foundation of our joint business

At Atotech, conducting business means adhering to an approach that considers staff, plant activity and corporate social responsibility with regard to customers, business partners and the economies and communities of the areas we serve. Therefore, we conduct our business in accordance with the principles of safety, compliance and sustainability.

Atotech's strategy: the key to success

Green Technology - Sustainable systems and chemical processes to reduce environmental impact

We are committed to leading the change toward greener plating technologies, and have oriented our corporate policy and product development accordingly. We already offer a comprehensive portfolio of environmentally-sound alternatives; along with our customers, we use raw materials more efficiently, minimize waste, conserve energy and protect the air and water. With our focus on sustainable technologies, we will continue to set benchmarks in the development of environmentally-sound plating processes in order to remove possibly carcinogenic (CMR-3), toxic (T) and highly toxic (T+) classified components.

Leading Technology - Meeting industries' current and future requirements

We are convinced that our products are the best. We combine the highest standards with the best possible price. We therefore precisely tailor our products to future market needs by aligning our research and development to industry's technology roadmaps. In order to be able to manage and execute such a wide array of R&D leads it is part of Atotech's strategy to enter joint development partnerships with customers, institutes and universities.

Best Local Service - TechCenters with production-sized plating lines for qualification and training

Atotech is literally "just around the corner" for customers and provide the best local service out of sales and service facilities in more than 40 countries. Our global TechCenters allow us to quickly carry out process & product samplings and analyses.

Production Know-How - Chemicals, systems and service solutions for the surface finishing and electronics industry

Atotech has comprehensive production know-how ranging from the supply of chemicals to factory planning. As an architect of complete system solutions, we are able to ensure that with every single element, our customers can implement the optimum solution at the highest standards.

To pursue our strategy in the long-term, we continuously invest in Research and Development, our TechCenters and in Sustainable Technologies.

Driving innovation for success in the industry

Atotech consider R&D a strategic factor for business activities and decisions. Atotech is steadily increasing the number of patents and patent applications. Being at the forefront of the next generation of technology is an extensive and cost-intensive exercise.

In order to be prepared for the challenges in the industry roadmaps Atotech invests in the continuous upgrade of R&D facilities, an ever-increasing number of PhDs working on diverse R&D projects, R&D collaborations within the industries. Whenever there is the possibility to gain know-how by an external acquisition, Atotech has already shown in the past that it is prepared to invest money in promising know-how.

Quick Facts

- +86 % more PhDs and +39 % more University Degrees since 2007
- >10 % of Atotech's total sales are invested in R&D
- more than 40 collaborations with OEMs, Tiers, Customers, Institutes and Universities
- more than 2,000 patents and 200 patent applications in 2014

Next level customer service

Atotech has a unique network of TechCenters around the world which elevates the capability for best local service. TechCenters are know-how clusters in Atotech's local organizations in which we can provide analytical and materials science services to customers. In addition, in local TechCenters customers can apply, test and qualify the new processes that Atotech brings to the market in the production-sized pilot lines installed there.

Atotech TechCenters allow to continually develop internal expertise, to encourage the exchange of ideas, and to provide a platform for training of employees, customers and OEMs.

Quick Facts

- 18 Atotech TechCenters worldwide
- 126,276 measurements run by materials science services in 2013, TechCenter Berlin
- 90,491 measurements run by analytical services in 2013, TechCenter Berlin

Committed to a sustainable future

For Atotech sustainability means combining environmental protection and social responsibility with economic success. The primary goal of the sustainability concept is to protect the environment, end users, production workers in the industries, as well as own staff. Our target is not only to comply with chemical regulations but to raise the standards even higher with our self-imposed commitment to eliminate all hazardous chemicals from our product range. The approach to sustainability is integrated into everything we do.

Together with customers, Atotech is driving the movement towards more environmentally-responsible chemical processes, plating equipment and auxiliaries. We have cultivated close relationships with the entire value chain and its industry leaders, governments and plating associations in order to lead the industry's movement towards sustainability. By investing in joint development projects with customers, OEMs, institutes and universities, we are actively expediting the development of sustainable technologies.

Quick Facts

- 1st Green Development Roadmap published in 2010
- 5 % reduction in toxic raw material usage by 2012
- in 2013, 40 % of our R&D projects were devoted to sustainable goals, compared to 34 % in 2010

AVENAS Pierre

Ingénieur des Mines (X 65), Pierre Avenas :

- de 1975 à 1978, a dirigé le centre de recherche de l'École des Mines de Paris sur les procédés de transformation des métaux et des polymères (le CEMEF), il a eu notamment à gérer le dossier de l'implantation de ce centre sur le site de Sophia Antipolis en 1976,
- de 1979 à 1981, a participé à la mise en œuvre de la politique de recherche et d'innovation définie par le ministère de l'Industrie, en tant que représentant de ce ministère au sein du comité des aides à l'innovation de l'ANVAR (devenue OSEO, puis Bpifrance),
- de 1981 à 1983, au sein du groupe CdF-Chimie, a été directeur-adjoint de l'usine de Toulouse (APC, devenue AZF), puis, de 1983 à 1987, directeur général de la filiale acrylique du groupe,
- de 1987 à 1990, a été directeur du département Matériaux d'Orkem (dont l'Altuglas),
- de 1990 à 1993, a été directeur de la division Polymères fonctionnels d'Elf Atochem, avant d'être, de 1994 à 2000, directeur de la R&D du groupe,
- de 2000 à 2004, il a été directeur de la R&D chimie de Total,
- de 2004 à 2006, il a été en charge de la recherche au sein de ParisTech, puis a été conseiller scientifique du CEMEF jusqu'en 2014.

Il est passionné d'étymologie, et a écrit beaucoup d'articles publiés notamment dans la revue *l'Actualité chimique*, <http://www.lactualitechimique.org/Avenas>

BENOIT-CATTIN Luc

Luc Benoit-Cattin est diplômé de l'École polytechnique et de l'École des Mines de Paris.

Entre 1988 et 1995, il occupe divers postes au sein du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.

De 1995 à 1997, il est conseiller technique auprès du ministre de l'Industrie.

En 1997, il intègre le groupe Pechiney en tant que directeur d'usine, puis comme responsable de *business unit* dans le laminage de l'aluminium.

En 2002, il rejoint CGG, où il occupe successivement les fonctions de directeur des Ressources et de la Performance opérationnelle, de directeur des Activités Offshore, de directeur général des régions Europe Afrique Moyen-Orient et Asie Pacifique, et, à partir de 2009, de directeur général des services géophysiques, et est, à ce titre, membre du comité exécutif.

En 2011, il rejoint le comité exécutif d'Arkema en qualité de directeur général Industrie. À ce titre, il supervise les activités relatives à la sécurité, l'environnement, le développement durable, la qualité, l'ingénierie & construction, les procédés, la logistique et les achats de biens et services.

BEUDON Catherine

Catherine Beudon est responsable social, emploi, formation au sein de l'Union des Industries Chimique (UIC), qui est une organisation professionnelle représentant le secteur de l'industrie chimique.

Catherine Beudon est plus particulièrement en charge de l'évolution des certifications en liaison avec les ministères concernés (ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseigne-



D.R

ment supérieur et de la Recherche, ministère du Travail, de l'Emploi, de la Formation professionnelle et du Dialogue social). Elle est membre, au titre du MEDEF, de diverses commissions paritaires consultatives (6^{ème} CPC chimie, bio-industrie environnement et CPN (Commissions pédagogiques nationales) des IUT pour les départements de chimie, génie chimique, génie des procédés), du CNESER (Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche) et du COPANEF (comité paritaire interprofessionnel national pour l'emploi et la formation) qui réunit les partenaires sociaux. Elle a élaboré, avec ces derniers, la liste des formations éligibles au CPF (compte personnel de formation) pour les industries chimiques. Pour la branche Chimie, elle a élaboré le dispositif des certificats de qualification professionnelle (CQP), certifications créées par la CPNE des industries chimiques pour permettre la qualification des jeunes embauchés et l'évolution professionnelle des salariés déjà en poste dans l'entreprise. Elle anime les travaux de l'Observatoire prospectif des industries chimiques qui réalise des études portant sur l'emploi et les compétences pour la branche considérée. Elle participe activement à la rénovation et à la création de diplômes et au rapprochement entre l'industrie et le monde académique, tant au niveau national qu'au niveau européen.



D.R

nismes et sociétés.

Il est depuis 2008 délégué général de la Fédération Gay-Lussac (FGL).

BOUSQUET Jacques

Jacques Bousquet est ingénieur ES-CIL (École Supérieure de Chimie Industrielle de Lyon). Docteur d'État, il a été jusqu'en 2006 (avant de partir à la retraite) adjoint au directeur scientifique d'Elf, puis de Total. Il exerce aujourd'hui en qualité de consultant et d'expert en catalyse et génie des procédés auprès de divers organ-

BREUILLES Pascal

Pascal Breuilles est directeur de recherche au CNRS. Il intervient depuis 2008 en qualité de chargé de mission dans le cadre du partenariat industriel et international auquel est partie prenante l'Institut de Chimie du CNRS.

Il a débuté sa carrière en 1990 au CNRS, où il a mené des recherches dans le domaine de la synthèse totale de produits naturels d'intérêt biologique et pharmaceutique (antibiotiques et antifongiques : Pristinamycine, Crocacin C, etc.). De 2004 à 2007, il a été directeur-adjoint en charge des études de l'École Européenne de Chimie, Polymères et Matériaux, à Strasbourg.



D.R

BRUNELLE Nathalie

Nathalie Brunelle, Senior Vice President Strategy, Development & Research of Total's Refining & Chemicals Division.

Ms. Brunelle is a graduate of the Ecole Polytechnique engineering school in Paris and of a joint post graduate program between the French Petroleum institute (IFP) and

McGill University in Montreal, Canada.

After the mergers between Total, Fina and Elf, Ms. Brunelle transferred to Belgium, where she held different positions in Business Development and Marketing & Sales for Base Chemicals. From 2006 to 2008, she was Operations Manager at Fina Antwerp Olefins, a joint venture between Total Petrochemicals and ExxonMobil in Antwerp.

In 2009, she was named Vice President; Strategic Planning at Total Petrochemicals and in 2010 became Vice President, Base Chemicals Marketing & Sales.

Mrs Brunelle has been non-executive Director of Futerro (2009-2010), CEPESA (2010-2011) and Rosier SA (2012-2013) Ms. Brunelle was appointed to her current position on January 1, 2012 and transferred to Paris headquarters.



D.R

CLAMADIEU Jean-Pierre

Jean-Pierre Clamadieu est, depuis mai 2012, président du comité exécutif de Solvay et membre du conseil d'administration de ce groupe.

Jean-Pierre Clamadieu a rejoint le groupe Solvay en septembre 2011, lors de l'opération de rapprochement entre Rhodia et Solvay. Jean-

Pierre Clamadieu était directeur général (CEO) du groupe Rhodia depuis octobre 2003 et président du conseil d'administration depuis mars 2008.

Lors de son arrivée au sein du groupe Rhodia en qualité de directeur général en 2003, le groupe traversait une crise de liquidité et de confiance particulièrement marquée, il a mis en œuvre un plan de redressement de Rhodia qui a permis un retour à l'équilibre des comptes dès 2006. Dans la foulée, il place le groupe sur une trajectoire de croissance reposant sur une expertise mondiale sur des marchés clés et un engagement stratégique sur des produits répondant aux attentes en matière de Développement durable.

Entre 1993 et 2003, il a occupé plusieurs postes de direction au sein du groupe, il a été notamment directeur général Chimie pour l'Amérique Latine, directeur général de Rhodia Éco Services, directeur des Achats, puis directeur général de la division Pharmacie et Agrochimie.

Auparavant, il a travaillé pendant neuf ans au sein de l'administration française, principalement au ministère de l'Industrie puis en qualité de conseiller technique auprès du ministre du Travail. Il est diplômé de l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris et est ingénieur au Corps des Mines.

Jean-Pierre Clamadieu est également administrateur de Faurecia et d'Axa. Il est président du Conseil européen de l'Industrie Chimique (CEFIC), administrateur du conseil international des associations de la chimie (ICCA) et membre du comité exécutif du *World Business Council for Sustainable*

Development (WBCSD). Il a présidé la commission Développement durable du MEDEF pendant 7 ans jusqu'en février 2014 et il assure aujourd'hui la présidence du conseil des Chefs d'entreprise France-Brésil du MEDEF International.

DURAND Jean-Marie

Jean-Marie Durand est Polytechnicien (1977), ingénieur Sup'aéro (1982) et docteur ès Sciences (1988).

Il a participé en tant qu'auditeur à la 165^{ème} session régionale de l'IHEDN (2006). Jean-Marie Durand est, depuis 2012, adjoint à la directrice générale de la Prévention des risques du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.

Il a été auparavant :

- de 1982 à 1984, ingénieur informatique au CNES à Toulouse ;
- de 1985 à 1987, chercheur au LERTS ;
- de 1988 à 1993, chef de projet au CNES ;
- de 1994 à 1996, chef de la division Développement industriel à la DRIRE Midi-Pyrénées et chargé de mission auprès du préfet de région Midi-Pyrénées ;
- de 1996 à 2001, chef du service régional de l'Environnement industriel et de la division Contrôles techniques, Énergie et Sous-sol à la DRIRE Languedoc-Roussillon ;
- de 2001 à 2007, directeur régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement de Franche-Comté ;
- de 2002 à 2005, délégué régional de l'ANVAR ;
- de 2005 à 2007, chef du pôle régional Environnement et Développement durable et, concomitamment (2006-2007), secrétaire de la conférence des DRIRE ;
- de 2007 à 2010, haut fonctionnaire de défense et de sécurité des ministères de l'Éducation nationale et de l'Enseignement supérieur et de la Recherche ;
- de 2009 à 2014, président du conseil d'administration de l'ENSMM ;
- en 2010, chef de la mission Guichet unique de la création d'entreprises au ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi ;
- de 2010 à 2012, directeur-adjoint du cabinet de la ministre de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.

Jean-Marie Durand est ingénieur général de l'Armement. Il s'est vu remettre le prix André Giret de l'Académie de Marine et est chevalier de l'Ordre national du Mérite et de l'Ordre national de la Légion d'honneur.



D.R

EURY Simon-Pierre

Ingénieur en chef des mines, Simon-Pierre Eury est actuellement responsable du pôle Entreprises, Emploi, Économie à la direction régionale des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi (DIRECCTE) Rhône-Alpes. Il cumule cette fonction avec celle de commissaire au

Redressement productif auprès du préfet de région. Il a auparavant exercé les fonctions de chef de la division d'Orléans de l'Autorité de sûreté nucléaire de 2007 à 2011, puis de chef du Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (BARPI) à la direction générale de la Prévention des risques (DGPR) de 2011 à 2014.



FIRTION Eric

Eric Firtion est délégué général de l'ACDV (Association nationale de la Chimie Du Végétal).

Eric Firtion est diplômé de l'École Nationale Supérieure des Industries Chimiques de Nancy (promotion 1988) et est titulaire d'un Master en Génie des Procédés option Matériaux. Il a rejoint l'UIC en mars 2014

D.R

en tant que directeur de l'Innovation, occupant en parallèle les fonctions de délégué général de l'Association Chimie du Végétal.

Il justifie d'une carrière de plus de 24 ans dans l'industrie, où il a exercé différentes fonctions. Il a ainsi débuté sa carrière en tant qu'ingénieur développement pour le compte de la société Corning, avant de travailler dans le secteur de l'automobile en tant que responsable du service Matériau et Composants d'un équipementier de rang 1. Par la suite, il a exercé au sein de la société Inergy, où il s'est vu confier la responsabilité de la conduite d'un projet d'innovation stratégique pour l'entreprise. Ensuite, il a exercé pendant 11 ans chez Faurecia, où il a lancé un programme sur les matériaux biosourcés pour la plasturgie. Sa dernière mission l'a amené à prendre en charge la responsabilité de la stratégie industrielle technologique de la branche Intérieur Systèmes de cette même entreprise. À ce titre, il a contribué activement à la conduite d'un projet visant à l'ouverture d'une nouvelle usine du groupe Faurecia en Roumanie. Il était également le représentant de Faurecia au sein du conseil d'administration du Pôle Européen de la Plasturgie.



GALTAYRIES Anouk

Diplômée de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Lille, Anouk Galtayries est enseignant-chercheur. Après sa thèse au Laboratoire de Catalyse de Lille et un séjour post-doctoral de plus de 2 ans au sein du Laboratoire Interdisciplinaire de Spectroscopie Electronique (LISE) à l'Université de Namur

D.R

(Belgique), elle a intégré, en 1999, le Laboratoire de Physico-Chimie des Surfaces (LPCS) devenu, en 2014, l'équipe PCS de l'Institut de Recherche de Chimie Paris (IRCP) à l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris (Chimie ParisTech). Spécialiste des spectroscopies de surface sous Ultra-Haut Vide, sa recherche porte sur la compréhension des mécanismes de réactions de surface d'oxydes et de métaux ou d'alliages passivables dans différents environnements : milieu gazeux (catalyse, corrosion), eau sous pression et à haute température (corrosion), fluides physiologiques (surfaces et interfaces de matériaux pour le biomédical). Depuis 2007, au sein de la direction des Études de Paris Tech, elle est responsable de la troisième année d'études de Chimie et, depuis 2011, elle est la représentante de Chimie ParisTech aux Assemblées générales de la Fédération Gay-Lussac (FGL).

Aujourd'hui, elle est également présidente d'une société savante, la Société Française du Vide (SFV - www.vide.org), qui s'intéresse aux sciences et technologies des matériaux et de la production du vide. Elle est également représentante de la

France au sein de l'Union Internationale pour la Science, la Technique et les Applications du Vide (IUVSTA), un mandat qui couvre la période 2013-2016.



GUILLON Daniel

Diplômé de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Strasbourg, Daniel Guillon est chercheur du CNRS. Après la soutenance de sa thèse et un séjour au sein des Laboratoires Bell Telephone à Murray Hill (États-Unis), il intègre l'Institut Charles Sadron, où il mène des recherches dans le domaine des cristaux liquides.

D.R

En 1988, il rejoint l'Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg (IPCMS), où ses activités de recherche se focalisent sur la description, à l'échelle moléculaire, de la structure de la matière dite « molle ». De 2002 à 2009, il est directeur-adjoint de cet Institut, avant d'être nommé, en 2009, directeur de l'École européenne de Chimie, Polymères et Matériaux de Strasbourg (ECPM), fonction qu'il occupe jusqu'au début de l'année 2014. Il est depuis professeur conventionné de l'Université de Strasbourg et directeur de recherche émérite au CNRS.

IMBERTY Anne

Anne Imberty est directrice de recherche au CNRS, directrice-adjointe scientifique à l'Institut de Chimie du CNRS, en charge de l'Interdisciplinarité depuis juin 2013. En fonction au CNRS depuis 1984, elle s'intéresse à l'interface chimie-biologie, et plus particulièrement aux glycosciences. Attributaire de la Médaille d'argent du CNRS en 2013, elle dirige une équipe au Centre de Recherches sur les MACromolécules Végétales, à Grenoble.



JACQUESY Rose Agnès

Ingénieur chimiste (Strasbourg), docteur d'État, Rose Agnès Jacquesy a fait toute sa carrière au CNRS, qu'elle conclut en qualité de directeur de recherche de classe exceptionnelle.

D.R

À l'issue de son post-doctorat au MIT, elle fonde, avec son mari (Médaille d'argent du CNRS), un laboratoire au sein de l'UFR Sciences fondamentales et appliquées (Université de Poitiers), qu'elle co-dirigea dans un premier temps avant d'en prendre la direction (1976-1980). Chargée de mission, puis directeur scientifique adjoint du département Chimie du CNRS (1981-1988) et directeur-adjoint du Programme interdisciplinaire sur l'environnement (PIREN), elle quitte ces fonctions pour prendre en charge celles de directeur des laboratoires (24 au total) de l'École polytechnique. Déléguée régionale du CNRS en Rhône-Alpes de 1991 à 1995, elle devient par la suite chargée de mission, puis directeur-adjoint du département Environnement-Énergie-Transport-Ressources naturelles de la direction de la Technologie du ministère chargé de la Recherche de 1998 à 2004, année où elle prend sa retraite. Au titre de cette dernière fonction, elle

a notamment supervisé, en liaison avec la DGA, la construction de deux navires de recherche, le Bautemps-Baupré et le Pourquoi pas 2.

Depuis qu'elle a pris sa retraite, elle a multiplié ses activités de bénévolat au service de la communauté scientifique, et intervient aujourd'hui encore auprès du ministère chargé de l'Équipement et de l'Environnement, siégeant notamment au sein des commissions d'évaluation et de recrutement des chercheurs. Dans le domaine de la chimie, elle a co-organisé plusieurs colloques et co-édité plusieurs livres dans la collection « Chimie et ... ». À l'occasion de l'Année internationale de la chimie (2011), elle a rédigé quelque 80 articles portant sur des sujets les plus divers, ainsi que l'ouvrage « Chimie au quotidien », publié par l'Académie des technologues. Membre depuis des années de la Société chimique de France, elle est, depuis février 2013, rédactrice en chef de la revue *L'Actualité Chimique*.

Elle est Chevalier dans l'Ordre de la Légion d'honneur, Officier dans l'Ordre des Palmes académiques, dans l'Ordre national du Mérite et dans l'Ordre du Mérite agricole.

LARROCHE Catherine

Ingénieure de Recherche au CNRS, Catherine Larroche est directrice administrative adjointe à l'Institut de Chimie du CNRS, depuis septembre 2013. En fonction au CNRS depuis 1984, elle s'est construit un parcours professionnel des plus riches, exerçant au sein de différentes directions fonctionnelles et de divers instituts. Précédemment adjointe à la directrice des Finances du CNRS, elle a contribué à la mise en œuvre au sein de cet organisme des dialogues de gestion et est à l'origine de l'application Dialog utilisée par les différentes unités du CNRS. En 2011, elle reçoit le Cristal du CNRS pour l'ensemble du travail qu'elle a réalisé.



D.R

LATTES Armand

Ingénieur chimiste de l'ENSCT, pharmacien, Armand Lattes est docteur ès Sciences Physiques (Paris, 1960) et docteur en Pharmacie (Toulouse, 1982). Après avoir franchi tous les grades de la carrière d'universitaire, Armand Lattes a été nommé professeur titulaire à l'Université Paul Sabatier en 1971. Depuis 2003,

il est professeur émérite au sein de cette même université. Ses premiers travaux de recherche ont porté sur l'étude de réactions des amines et les transformations catalytiques des aminoalcools, travaux qui lui ont permis de découvrir deux nouvelles réactions : l'aminomercuration et le photoBeckmann. Par la suite, ses recherches s'orientent vers l'étude des propriétés particulières des solutions micellaires et des microémulsions en tant que milieux réactionnels, en lieu et place de l'utilisation de solvants organiques.

De 1979 à 1987, Armand Lattes a dirigé l'École Nationale Supérieure de Chimie de Toulouse, puis, de 1987 à 1994, il est directeur de l'Institut Fédératif de Chimie Organique, avant d'être, de 1994 à 1999, directeur de l'Institut de Chimie moléculaire Paul Sabatier.

Président de la Société Française de Chimie (2003-2007), de la Société de Chimie Industrielle (2006-2009), cofondateur et président de la Fédération française des Sciences pour

la Chimie (2005-2009), il est également membre de l'Académie nationale de Pharmacie, de l'Académie européenne des Sciences, des Arts et des Lettres (membre du conseil), membre et président honoraire de l'Académie des Sciences Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse et membre correspondant de l'Académie des Sciences d'Espagne.

Le professeur Armand Lattes a reçu plusieurs récompenses scientifiques tout au long de sa carrière : Docteur honoris causa des Universités de Sofia, Saint-Petersbourg, Kiev et Donetsk, il est lauréat de l'Académie des Sciences française et de La Société française de Chimie. Il est Chevalier de l'Ordre national de la Légion d'honneur, commandeur de l'Ordre national du Mérite et de l'Ordre des Palmes académiques, il est aussi Chevalier de l'Ordre du Mérite agricole et médaille d'argent des services militaires volontaires.

LE VÉLY

Didier Le Vély est diplômé de l'École de Chimie de Rennes et est titulaire d'un MBA d'Audencia.

Il a débuté sa carrière en tant qu'ingénieur des ventes chez CECA (Carbonisation & Charbons Actifs) en France, puis aux États-Unis.

Il a ensuite intégré Elf Atochem, exerçant au sein de la direction de la Stratégie, avant d'être nommé chef de fabrication à l'usine de Notre-Dame de Gravenchon.

En 1998, il est nommé directeur général Europe de la SBU Metal & Aviation.

Il rejoint ensuite CECA en tant que directeur du département Ingénierie Environnement, puis il est nommé Secrétaire général d'Alphacan, des fonctions qu'il occupe jusqu'en 2006. À cette date, il est nommé directeur des Ventes de licences d'Arkema.

En 2012, il rejoint KEM ONE en tant que Secrétaire général. En septembre 2014, il intègre l'UIC en tant que directeur du département des Affaires économiques et internationales.

LIOGIER Patrice

Ingénieur de l'Industrie et des Mines, Patrice Liogier est chargé de mission Développement économique à la direction régionale des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi (DIRECCTE) Rhône-Alpes, où il est plus particulièrement en charge du suivi des secteurs de la chimie, de l'environnement et des écotechnologies. Auparavant, il a occupé plusieurs postes dans le domaine de l'environnement industriel au sein du réseau des directions régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE).

MADDALUNO Jacques

Directeur de recherche au CNRS, Jacques Maddaluno est, depuis mai 2011, directeur-adjoint scientifique à l'Institut de Chimie du CNRS. Il débute sa carrière au CNRS en 1988 (à Rouen), il est spécialiste de la synthèse asymétrique. En 2008, il crée la Fédération de recherche « Institut Normand de Chimie moléculaire, Macromoléculaire et Médicinale », qu'il dirige jusqu'en 2011. Au cours de la même période, il assurera la présidence de la section 12 du Comité national de la Recherche Scientifique. En 2012, il reçoit le prix de la Division Chimie organique de la Société Chimique de France.

MASSIOT Dominique

Directeur de recherche au CNRS, Dominique Massiot est, depuis avril 2013, directeur de l'Institut de Chimie du CNRS. Entré en fonction au CNRS en 1984 (à Orléans), ses travaux de recherche portent sur l'étude de la structure et de la dynamique de matériaux solides, s'attachant plus particulièrement à l'étude du désordre structural. Il dirige, après l'avoir créée, la Très Grande Infrastructure de recherche RMN-THC - TGIR RMN THC (2007-2013) et le laboratoire Conditions Extrêmes et Matériaux : Haute Température et Irradiation, à Orléans (2008-2013).

En 2003, il est attributaire de la Médaille d'argent du CNRS.

Joël MOREAU

Professeur des Universités, Joël Moreau est, depuis mars 2012, directeur-adjoint scientifique à l'Institut de Chimie du CNRS. Après avoir débuté sa carrière au CNRS (1976-1994) exerçant notamment au sein de l'unité mixte CNRS/Rhône-Poulenc/Université Montpellier 2, il est recruté, en 1995, en qualité de professeur à l'École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier, dont il sera le directeur de 2002 à 2012. Ses activités de recherche touchent à l'élaboration contrôlée et à l'organisation d'architectures moléculaires, macromoléculaires et solides pour des applications en séparation, catalyse, électro-optique... Il a reçu le prix de la Division de Chimie organique (en 1994) et le prix Le Bel (en 2013), deux prix décernés par la Société Chimique de France ; il est également attributaire du Prix de l'État (en 2004) de l'Académie des sciences.

MOSTAFAVI Mehran

Professeur des Universités, Mehran Mostafavi est, depuis janvier 2015, directeur-adjoint scientifique à l'Institut de Chimie du CNRS. Recruté par le CNRS en 1989, il est nommé en 1998 professeur à l'Université Paris-Sud. De 2006 à 2015, il a dirigé le Laboratoire de Chimie Physique d'Orsay. Il s'intéresse actuellement aux réactions radicalaires ultrarapides de transfert d'électron et de solvation en solution.



D.R

Il a présidé la Commission « Énergies 2050 » qui a rendu un rapport au gouvernement en février 2012 sur les perspectives à long terme du nucléaire français. Jacques Percebois a publié de nombreux articles et ouvrages parmi lesquels on peut citer « Énergie : économie et politiques » qu'il a écrit en collaboration avec Jean-Pierre Hansen, avec une préface de Marcel Boiteux et un avant-propos de Jean Tirole (ouvrage paru en 2010 ; une seconde édition revue et augmentée paraîtra en avril 2015).

PERCEBOIS Jacques

Jacques Percebois est professeur émérite à l'Université de Montpellier. Doyen honoraire de la faculté d'Économie, il a créé et dirige le CREDEN et le Master en Économie et Droit de l'Énergie. Il enseigne également à l'IFPEN et à l'École des Mines de Paris. Il est membre de la CNE2 et administrateur indépendant de GRT-gaz.

PRADIER Claire-Marie

Directrice de recherche au CNRS, Claire-Marie Pradier est directrice-adjointe scientifique à l'Institut de Chimie du CNRS depuis octobre 2014. Entrée au CNRS en 1982, elle a travaillé dans le domaine des sciences des surfaces et de la réactivité. Après vingt années d'exercice à l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris, elle rejoint l'Université Pierre et Marie Curie. De 2005 à 2014, elle a dirigé le Laboratoire de Réactivité des Surfaces, où elle a créé l'équipe Sciences des surfaces et biointerfaces.

RICO Marc

Marc Rico est, depuis 2010, le chef du bureau de la Chimie et des Biotechnologies à la direction générale des Entreprises (DGE), qui est placée sous l'autorité du ministre de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique.



D.R

Fin 1985, il a rejoint Henkel France en tant que responsable Support Technique pour le marché de la détergence industrielle, et de 1988 à 1990, il a été responsable Business chez Klopman International (groupe Dominion Textile).

En 1990, Christophe Rupp-Dahlem a intégré le groupe Roquette au siège social de Lestrem (nord de la France) et a exercé différentes fonctions opérationnelles commerciales, marketing et techniques pour les marchés de la chimie et de la biotechnologie.

En sa qualité de vice-président R&D de l'Association Chimie du Végétal, il est aujourd'hui en charge du pilotage des programmes de développement de l'Association dans le domaine de la chimie du végétal, comme le programme Bio-Hub® avec le développement notamment de deux nouveaux composés, l'isosorbide et l'acide succinique.

Christophe Rupp-Dahlem est membre de plusieurs associations scientifiques et de différents groupes de travail européens, notamment EUROPABIO (Association Européenne des Biotechnologies Industrielles) et l'ERRMA (*European Renewable Raw Materials Association*). Il est également membre du *Governing Board* du partenariat public-privé *Biobased Industries* mis en place avec la Commission européenne dans l'objectif de développer des industries biosourcées innovantes en Europe. Christophe Rupp-Dahlem est aussi membre du Panel européen sur la bioéconomie.

Depuis mai 2008, Christophe Rupp-Dahlem est président de l'Association Chimie du Végétal créée, en France, à l'initiative d'industriels de la chimie et des agro-ressources afin de développer industriellement cette nouvelle filière du végétal. Il est aussi secrétaire du conseil d'administration du pôle de compétitivité Industries et Agro-ressources (IAR). Il est également membre du comité de pilotage du Plan industriel Chimie Verte et Biocarburants.

RUPP-DAHLEM Christophe

Christophe Rupp-Dahlem est président de l'Association Chimie du Végétal et vice-président R&D Chimie du groupe Roquette (www.roquette.fr)

Christophe Rupp-Dahlem est diplômé de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Lille (1983).



SCHNEIDER Reinhard

Reinhard Schneider has headed Atotech's worldwide operations as President since 2005.

Atotech is one of the world's leading manufacturers of specialty chemicals and equipment for the printed circuit board, IC-substrate and semiconductor industries as well as the decorative and functional surface finishing industries.

D.R

After finishing his mechanical engineering studies at the University of Applied Sciences Würzburg-Schweinfurt, Germany, he started his career as mechanical engineer at Linde Canada. After ten years, the Franconian-born came to Atotech in 1985 as Project Manager Equipment, where he held several management positions within the company in the following years. From 1999 to 2005, he headed the Electronics business as Vice President Electronics.



SCHWARZ Virginie

Ingénieure générale des Mines, Virginie Schwarz est directrice de l'Énergie au ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.

Spécialiste des politiques publiques dans les domaines de l'énergie et de l'environnement, elle était précédemment directrice générale déléguée de l'Ademe, l'opérateur de l'État œuvrant en faveur de la transition énergétique et écologique.

D.R

De 2007 à 2009, elle a travaillé à New York pour le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) en qualité de conseiller sur l'atténuation du changement climatique auprès du directeur chargé du « Fonds Mondial pour l'Environnement ». En complément de ses missions de conseil en stratégie et d'évaluation de programmes, elle a notamment participé à la conception et au lancement d'une initiative de développement de plans climat territoriaux dans des pays en voie de développement. Depuis 2003, elle a exercé plusieurs fonctions à l'Ademe.

Avant de rejoindre l'Ademe, elle était en charge de la sous-direction de l'Électricité à la DGEMP (ministère de l'Industrie), chargée notamment de la tutelle d'EDF et de la mise en place de l'ouverture à la concurrence du secteur de l'électricité. Elle avait auparavant exercé les fonctions de chef de division adjoint à la division du Développement industriel de la DRIRE Île-de-France, en charge notamment du pilotage des programmes d'aide au développement des PMI.



TASSIN Jean-François

Professeur des Universités, Jean-François Tassin est directeur-adjoint scientifique à l'Institut de Chimie du CNRS depuis septembre 2010. Recruté en qualité d'assistant à l'ESPCI en 1981, il a été nommé professeur à l'Université du Maine en 1990 et s'est intéressé à la rhéologie moléculaire de fluides complexes (suspensions, polymères associatifs, copolymères à blocs, mélanges de polymères...). Il a dirigé le Laboratoire polymères colloïdes interfaces (2004-2007), puis la Fédération de recherche à l'origine de l'Institut des Molécules et Matériaux du Mans (2008-2011).

D.R

logie moléculaire de fluides complexes (suspensions, polymères associatifs, copolymères à blocs, mélanges de polymères...). Il a dirigé le Laboratoire polymères colloïdes interfaces (2004-2007), puis la Fédération de recherche à l'origine de l'Institut des Molécules et Matériaux du Mans (2008-2011).

TOGNOLA Julien

Julien Tognola est ingénieur en chef des mines, ancien élève de l'École polytechnique.

Il a rejoint la direction générale de l'Énergie et du Climat en 2008, où il a d'abord exercé les fonctions de chef du bureau de la Sécurité d'approvisionnement, et est, depuis 2011, sous-directeur des Marchés de l'Énergie et des Affaires sociales.

De 2005 à 2008, il a été chef de la division du Développement industriel à la direction régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement du Nord-Pas-de-Calais, et chargé de mission pour les Affaires économiques auprès du préfet de région.



WARREN (de) Nicolas

Nicolas de Warren est licencié en droit et est ancien élève de l'Institut d'études politiques de Paris et de l'École nationale d'administration (1984).

De 1984 à 1991, il est en fonction au ministère de l'Industrie, où il est en charge des secteurs des équipements mécaniques, de l'automobile.

D.R

Puis, de 1988 à 1991, il est conseiller technique en charge des Industries lourdes et de l'Environnement auprès du ministre de l'Industrie. Au sein d'Elf Atochem, puis d'Atofina (à partir de 1991), il a été successivement chargé d'acquisitions à la direction internationale, puis responsable de *Business Units* dans le domaine des acryliques, puis dans celui des oxygénés.

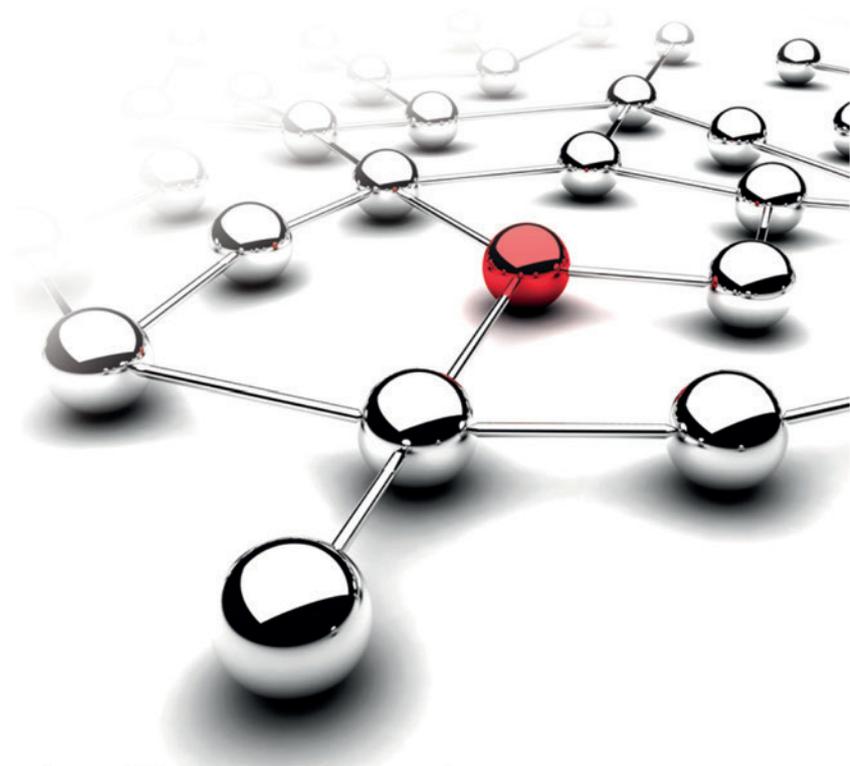
Depuis 2006, il est directeur des Affaires institutionnelles d'Arkema. À ce titre, il intervient, tant en France qu'en Europe, dans différents domaines se rapportant à la compétitivité industrielle (énergie, environnement, R&D, fiscalité et réglementation).



« *Bien se connaître est essentiel* »

Know your Client ...
Know your Company ...
Know your Consultant ...

www.kyc-consulting.fr



Tour Pacific Est -11 cours Valmy - 92977 LA DEFENSE PARIS
Tél. : +33(0)1 75 61 08 08 - Email : contactRH@kyc-consulting.fr

LES ANNALES DES MINES - Bulletin d'abonnement
(à télécharger et à imprimer : http://www.annales.org/abonnement_fr.html)

et à retourner accompagné de votre règlement à
COM & COM
20, avenue Edouard Herriot - 92350 LE PLESSIS ROBINSON
tél.: 01 40 94 22 22 - Fax : 01 40 94 22 32

NOM

Prénom

Société

Fonction

Adresse

Code Postal Ville Pays

Je désire m'abonner :	Particuliers	Institutions*	
<ul style="list-style-type: none"> • à une des séries des Annales des Mines <ul style="list-style-type: none"> ◦ Réalités Industrielles <input type="checkbox"/> ◦ Responsabilité & Environnement <input type="checkbox"/> ◦ Gérer & Comprendre <input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 95 €	<input type="checkbox"/> 125 €	France
	<input type="checkbox"/> 115 €	<input type="checkbox"/> 149 €	Étranger **
<ul style="list-style-type: none"> • à deux séries des Annales des Mines <ul style="list-style-type: none"> ◦ Réalités Industrielles <input type="checkbox"/> ◦ Responsabilité & Environnement <input type="checkbox"/> ◦ Gérer & Comprendre <input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 181 €	<input type="checkbox"/> 228 €	France
	<input type="checkbox"/> 228 €	<input type="checkbox"/> 295 €	Étranger **
<ul style="list-style-type: none"> • aux trois séries des Annales des Mines <ul style="list-style-type: none"> ◦ Réalités Industrielles <input type="checkbox"/> ◦ Responsabilité & Environnement <input type="checkbox"/> ◦ Gérer & Comprendre <input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 233 €	<input type="checkbox"/> 344 €	France
	<input type="checkbox"/> 293 €	<input type="checkbox"/> 411 €	Étranger **

Je vous adresse :

* Administrations, associations, établissements d'enseignement
** Pour Afrique, Amérique et Asie : Surtaxe Avion 11 €

- un chèque de € TTC libellé à l'ordre de FFE
- un virement à FFE
Bic : CCFRFRPP
IBAN : FR76 3005 6000 9600 9620 2372 395
- un bon de commande administratif (institutions publiques uniquement)
- Je souhaite recevoir une facture

Un système de paiement en ligne sera mis en place prochainement

DEMANDE DE SPÉCIMEN

A retourner à la rédaction des Annales des Mines
120, rue de Bercy - Télédéc 797 - 75572 Paris Cedex 12
Tél. : 01 53 18 52 68 - Fax : 01 53 18 52 72

Je désire recevoir, dans la limite des stocks disponibles, un numéro spécimen de la série :

- Réalités Industrielles
- Responsabilité & Environnement
- Gérer & Comprendre

The chemical industry: Its prospects in France?

Foreword

Bernard Bigot, president of the Maison de la Chimie

Introduction

Jean-Luc Vo Van Qui, engineer from École des Mines

1 - The inventory

What is the chemical industry good for?

Rose Agnès Jacquesy, chief editor of *Actualité chimique* (Société Chimique de France); and Armand Lattes, emeritus professor at University Paul Sabatier in Toulouse, former director at École Nationale de Chimie in Toulouse, and president from 2003 to 2008 of the Société Française de Chimie

Since ancient times, the goods produced by crafts and the chemical industry have been exchanged and, in a way, were at the origin of globalization. The French chemical industry runs up a very positive trade balance and employs 156.000 persons in its 3.350 firms, 95% of them small or medium-sized. Nearly all objects surrounding us — computers, automobiles, building materials, produce, pharmaceuticals, textiles, sports equipment, medical imagery, etc. — rely on chemistry. This most regulated of all industries has the lowest rate of workplace accidents. The chemical industry plays a major role in controlling climate change thanks to its innovations for the “energy transition” — soon to be followed by the “material transition”, as ever more resources are drawn from plants instead of fossil fuels. A few examples show how this industry is irrigating several fields in everyday life.

The European chemical industry at the crossroads

Jean-Pierre Clamadieu, CEO of SOLVAY and president of the European Chemical Industry Council (CEFIC)

Europe, a key region for the chemical industry worldwide, accounts for about 17% of sales. The European chemical industry's trade surplus stood at €8,7 billion in 2013 — evidence of its impact on economic growth and jobs. According to a recent study published by Oxford Economics however, this branch faces a growing threat from players operating in other regions. Among the factors that make Europe less attractive for investors are: a long period of sluggish growth, compli-

cated regulations, and higher prices for energy and raw materials. The majority of investments in the chemical industry went to Europe in 2008, but since then, investors have turned toward other parts of the globe. The shale gas revolution in the United States and stronger economic growth in the Asia-Pacific region further jeopardize European leadership. However this trend can be reversed under condition that Europe improves the conditions for operations in this industry and fosters an environment favorable to innovation and investment.

The chemical industry in France: What prospects?

Didier Le Vely, director of Economic and International Studies, Union des Industries Chimiques

Strong with a trade surplus of €7,4 billion in 2014 (65% of its products being exported), the chemical industry weighs heavy in France's balance of trade. For fifteen years however, it has been becoming less competitive, and now its position is menaced. To reinforce its position, it must act on two fronts. First of all, it must restore its profit margin by being offered a supply of energy at a competitive price and being supported by measures for stimulating productive investments. Secondly, it must innovate and thus provide for the transition toward a more sustainable chemical industry with the energy transition and plant chemistry as its driving forces.

The chemical industry's fortune and misfortune since 1981 in France and the world: What lessons to draw?

Pierre Avenas, honorary chief engineer from École des Mines

An industry's good and back luck can be set down to technical, commercial and social factors and, in the case of chemicals, to the issues of safety and security. In addition, there are the mergers and acquisitions, successful or failed, which have abounded since international finance was deregulated in the 1980s. The outcome of all this has been positive for some chemical firms, which have grown, and bad for others, which have downsized or even disappeared — apparently a misfortune even though all or parts of the firms that disappeared were very often taken over and now operate under better conditions.

2 - Preparing for the future

Can the chemical industry be environmentally friendly?

Jean-Marie Durand, assistant to the director-general of Risk Prevention at the Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy

For the environment (not to be confused with respect for nature) can be seen in terms of classified installations or from the broader perspective of sustainable development. The chemical industry must be environmentally friendly, the conditions for this being described herein along with the benefits. The grounds for regulations are presented along with the constitutional limits and major principles, such as the precautionary principle and obligations related to public hearings. Agrofuels serve as an example for discussing “green chemistry” and this concept’s limits.

The chemical industry: A responsible, unavoidable player in a sustainable economy

Luc Benoit-Cattin, general manager, Arkema

Accidents do not happen very often in the chemical industry, but they can have a big impact, deeply marking public opinion, which is not always aware of the advances made in this branch of the economy during the last twenty years. Given abiding questions about the safety of its operations and the harm caused by its products and, more broadly, the issues of societal and environmental responsibility, the chemical industry is continually striving to make improvements on these questions. Remarkable progress has been made, as measured not just by the industry’s pledges but also by the considerable means devoted to implementation and, above all, the results obtained. But these efforts amount to more than the attempt to control the industry’s environmental footprint. The chemical industry is proposing innovative solutions for handling the new challenges arising from climate change, the supply of drinking water, population growth and new energy sources. At the cutting edge of technology and sustainable growth for our societies, this industry has promising prospects. Public authorities in France and Europe must adequately support it while establishing a fair balance between legitimate environmental objectives and the exigencies of economic performance imposed by global forces of competition.

Green chemistry and plant chemistry

Eric Firtion, chief representative of the Association Chimie du Végétal (ACDV); and Christophe Rupp-Dahlem, president of ACDV

The chemistry of plant life has made a bound in the past fifteen years. It is a pillar of “green chemistry”, which uses the biomass as a raw material and develops new products with new features. Plant chemistry has become an industrial reality as several projects have been carried out in Europe and created jobs. To accelerate the deployment of plant chemistry in France, a bioeconomic strategy must be drawn up similar to what has been done in several countries, such as the United States and Brazil. The Association Chimie du Végétal (ACDV) seeks to back up, and speed up, the development of a chemistry based on plant resources in France and Europe. It has a part to play in this process.

For more information: www.chimieduvegetal.com

The chemical industry and energy: The situation in France and the world

Virginie Schwarz, director of Energy, Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy; and Julien Tognola, deputy director of Energy Markets and Social Affairs, Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy

Heavily conditioned by the cost of energy, the chemical industry is sensitive to price differences — in particular, of natural gas and electricity — between various regions on the globe. Although the retail price of electricity in France is still lower than in neighboring EU lands, the situation varies for electricity-intensive consumers. In certain countries, they benefit from both low wholesale prices and measures for helping chemical firms to be competitive. In this context, French public authorities intend to ensure a supply of energy that enables these big consumers to remain competitive. To this end, concrete measures are foreseen in the bill of law on the “energy transition for green growth”, and measures are in the pipeline for improving energy efficiency.

The price of energy and the European chemical industry’s competitiveness

Jacques Percebois, emeritus professor at the University of Montpellier (CREDEN, UMR CNRS Art-Dev 5281)

Thanks to the large-scale production of shale gas in the United States, the American chemical industry, a big consumer of ethane, has improved its competitive edge on international markets, notably in relation to Europe. The European chemical industry still depends on naphta, which is distilled from petroleum — and the price of oil stayed high till into 2014. Competition also exists with the Near East and Asia, in particular China. The European chemical industry needs to be restructured. The lower price of petroleum and the euro’s lower exchange rate (in late 2014) open opportunities that the industry must seize.

Research in chemistry on the frontier of knowledge

Dominique Massiot, Claire-Marie Pradier, Jacques Maddaluno, Jean-François Tassin, Joël Moreau, Mehran Mostafavi, Anne Imberty, Pascal Breuilles and Catherine Larroche, Institute of Chemistry, Centre National de la Recherche Scientifique

“Mixed research units” are building blocks, flexible but permanent, in rapidly evolving fields of research. Several measures shape the activities of research teams and thus give rise to “poles of research”. They also help consolidate national networks, identify strong points, boost the sharing of top-level equipment and stimulate collaboration between academics and industrialists. Chemists’ diverse activities lie on a thematic continuum that reaches beyond disciplinary bounds and crisscrosses the industrial and academic spheres. The dichotomy between, on the one hand, the structure in terms of disciplines used by the authorities in charge and, on the other hand, the socioeconomic priorities set by funding agencies should enable scientists to pursue topnotch research. It should also lead to the emergence of new concepts corresponding to breakthroughs that will reshape chemistry in the future.

Chemistry and chemical industries: University curricula and occupational training

Catherine Beudon, Union des Industries Chimiques (UIC); Jacques Bousquet, delegate of Fédération Gay-Lussac (FGL); Anouk Galtayries, École Nationale Supérieure de Chimie de Paris (Chimie ParisTech); and Daniel Guillon, École Européenne de Chimie, Polymères et Matériaux (ECPM), University of Strasbourg

When focusing on wage-earners' skills in a given branch, such as the chemical industry, it is necessary to examine employees' educational backgrounds: the curricula they have followed to acquire the knowledge and skills needed by firms as well as the training programs for updating skills or acquiring new knowledge. The studies (in particular by the Observatoire Prospectif des Industries Chimiques) identifying these skills can be used to match corporate needs with the supply of education and training throughout careers.

Interventions by the Ministry of the Economy, Industry and Digital Technology in favor of the chemical industry

Marc Rico, head of Chemistry and Biotechnologies, Direction Générale des Entreprises (DGE), Ministry of the Economy, Industry and Digital Technology

With nearly 160.000 jobs and sales of €82,4 billion, the chemical industry is a leading business in France. Despite its undeniable advantages and successes on certain markets, it must cope with several difficulties. To boost its development, the Ministry of the Economy, Industry and Digital Technology has intervened, its priorities being to ensure the supply of energy at a competitive price to this industry, develop "chemical platforms" and stimulate investments. This support has been extended to using the biomass as a raw material and other innovations, notably in biotechnology. Most of these interventions ensue from applying the industry contract "Chimie-Matériaux" and the plan "Chimie Verte et Biocarburants".

3 - A few illustrations

Changes in the Rhône-Alps chemical industry: Between defending what exists and conquering the future

Simon-Pierre Eury, head of Entreprises, Emploi, Économie, DIRECCTE Rhône-Alpes; and Patrice Liogier, liaison officer of Economic Development, DIRECCTE Rhône-Alpes

The chemical industry in the Rhône-Alps Region is a web of interwoven plants with several "poles of excellence" in R&D. It now lies at the crossroads. Faced with problems of competitiveness and with corporate difficulties, which have necessitated defensive actions and strong interventions by public authorities, this industry must create the conditions for its future in the region. This means that it must be more innovative and "greener". The sensitive point is the interdependence

between all these parameters. To survive and be robust, this industry must maintain a complete chain from petrochemistry (in Feyzin) to the specialties — fine chemicals, pharmaceuticals, green chemistry, etc. — scattered over the region, not to forget the big platform installations.

The chemical technology cluster in Lacq: An exemplary reconversion

Nicolas de Warren, Director of Institutional Affairs, Arkema

The seat of the fantastic adventure in natural gas from 1951 to 2013, the Lacq Basin has seen the emergence of a chemical industry with high added value. At the start, this occurred in thiochemistry and polymers and then — as part of a policy of reconversion-diversification (launched in due time) — in fine chemistry, which is based on small businesses and, more recently, dynamic start-ups. Fertilized by research, these industrial activities are established in a homogeneous area with quality infrastructures. They now form a chemical technology cluster, one of the best in Europe. Its success does not come from isolation. On the contrary, this cluster has, thanks to ongoing cooperation between all players, contributed to diffusing a "culture of technological excellence" that is now fertilizing the whole Aquitaine area, evidence of this being the breakthroughs in advanced materials.

Innovating the world of specialty chemicals for electronics and surface finishing

Nathalie Brunelle, director of Research Development Strategy, Branche Raffinage-Chimie, Groupe Total; and Reinhard Schneider, president of Atotech

Atotech is the leading company in the electroplating sector based on worldwide sales. It is active in the markets for electronics (printed circuits, semiconductors) and general surface treatments (automotive, construction, furnishing).

Atotech has seventeen production sites worldwide, including seven in Asia, six in Europe, three in North America and one in South America.

The company's sales totaled circa 1 billion Euros in 2014, up by 7% compared to 2013, primarily due to the growth in sales of electroplating equipment for the electronics market.

In 2014, Atotech successfully pursued its strategy to differentiate its products through a comprehensive service provided to its customers in terms of equipment, processes, design of facilities and chemical products and through the development of green, innovative technologies to reduce environmental footprint. This strategy relies on global coverage provided by its technical centers located near customers.

Atotech intends to continue to grow in Asia, which already represents approximately 67% of its global sales. In order to strengthen its position in the electronics market, Atotech plans to increase and modernize its production capacity in Asia with two major projects in Malaysia and China. By relocating production as close as possible to its markets, these two projects are also part of its cost-cutting strategy.

Issue editor: Jean-Luc Vo Van Qui

Die chemische Industrie : welche Zukunft in Frankreich ?

Vorwort

Bernard Bigot, Président der Maison de la chimie

Einführung

Jean-Luc Vo Van Qui, Ingénieur général des Mines

1 – Bestandsaufnahme

Wozu dient die chemische Industrie ?

Rose Agnès Jacquesy, Chefredakteurin von Actualité chimique (Société Chimique de France), und Armand Lattes, emeritierter Professor der Université Paul Sabatier in Toulouse, ehemaliger Direktor der École Nationale de Chimie de Toulouse und ehemaliger Präsident der Société Française de Chimie (2003-2008)

Seit uralten Zeiten haben die Produkte des Handwerks und der chemischen Industrie zum zivilisatorischen Austausch zwischen den Bevölkerungen beigetragen und damit gewissermaßen die Globalisierung gefördert. Der französische Chemiesektor, dessen Handelsbilanz durchweg positiv ist, beschäftigt in seinen 3 350 Unternehmen (zu ungefähr 95 % kleiner und mittlerer Größe) 156 000 Personen. So gut wie alle Gegenstände des täglichen Gebrauchs (Computer, Automobile, Baustoffe, Nahrungsmittel, Pharmazeutika, Sportausrüstungen, Textilien, medizintechnische Bildherstellung, etc.) sind auf die Chemie angewiesen... Es handelt sich um eine äußerst regulierte Industrie, die die niedrigsten Arbeitsunfallziffern aufweist. Die chemische Industrie spielt eine wichtige Rolle in der Strategie des Klimawandels, da sie Innovationen zugunsten der „Energiewende“ beisteuert, die bald durch eine „Materialwende“ auf der Basis von Stoffen pflanzlicher Herkunft anstelle fossiler Ressourcen ergänzt sein wird. Der Artikel erläutert anhand einiger Beispiele die Bedeutung der chemischen Industrie für die verschiedenen Bereiche des Alltagslebens.

Die europäische Chemieindustrie am Scheideweg

Jean-Pierre Clamadieu, CEO de SOLVAY und Präsident von CEFIC

Europa bleibt mit ungefähr 17 % des Sektorumsatzes ein wesentlicher Standort für die globale Chemieindustrie. Im Jahr 2013 erzielte der europäische Chemiesektor einen Handelsüberschuss von 48,7 Milliarden Euro und bestätigte damit seinen wichtigen Beitrag für Wachstum und Beschäftigung in dieser Region der Welt. Doch eine kürzlich von Oxford Economics veröffentlichte Studie hat festgestellt, dass die Wettbewerbsfähigkeit des Sektors immer stärker von Akteuren bedroht wird, die in anderen Gebieten der Welt tätig sind. Eine lang anhaltende Periode schwachen Wachstums, hohe Energie- und Rohstoffkosten sowie komplexe gesetzliche Bestimmungen haben zur Folge, dass Europa für Investoren nicht mehr attraktiv ist. Während im Jahr 2008 die meisten Investitionen dieses Sektors in Europa getätigt wurden, werden diese heute in anderen Regionen der Welt realisiert. Die Revolution der Schiefergasförderung in den USA und das stärkere Wirtschaftswachstum im asiatisch-pazifischen Raum haben eine Situation zur Folge, in der die führende Position Europas erodiert werden könnte. Aber diese Tendenz lässt sich noch umkehren, wenn Europa die Bedingungen, unter denen die Betriebe tätig sind, verändert und ein günstiges Umfeld für Innovationen und Investitionen schafft.

Die chemische Industrie in Frankreich : welche Zukunft ?

Didier Le Vely, Directeur des Études économiques et internationales, Union des Industries Chimiques

Aufgrund seines Überschusses in der Handelsbilanz und des Exportvolumens von 65 % leistet der Chemiesektor einen großen industriellen Beitrag zur Handelsposition Frankreichs. Seit fünfzehn Jahren hat er jedoch an Wettbewerbsfähigkeit verloren und könnte seinen Rang einbüßen. Zu seiner Sanierung müssen zwei Strategien verfolgt werden :

- die Verbesserung der Handelsspanne, insbesondere durch den Zugang zu einer Energie zu wettbewerbsfähigen Preisen und durch Maßnahmen zugunsten von Anlageinvestitionen ;
- eine Politik der Innovationsbemühungen für den Übergang zu einer nachhaltigeren Chemie (angetrieben von der Energiewende und der Entwicklung der Chemie auf pflanzlicher Basis).

Die glücklichen und unglückliche Zeiten der chemischen Industrie von 1981 bis heute in Frankreich und in der Welt : welche Lehren sind in Betracht zu ziehen ?

Pierre Avenas, ehrenamtlicher Chefsingenieur, École des Mines

Die glücklichen und unglücklichen Zeiten einer Industrie sind sowohl technischen, kommerziellen als auch gesellschaftlichen Faktoren geschuldet, und im Fall der Chemie auch der besonderen Bedeutung der industriellen Sicherheit. Hinzu kommen Erfolge und Fehlschläge in den Unternehmenszusammenschlüssen und Übernahmen, die seit den 1980er Jahren im Gefolge einer gewissen Deregulierung der Finanzmärkte zunahm. Das Ergebnis all dieser Faktoren war für gewisse Chemieunternehmen eine vorteilhafte Entwicklung und für andere eine Schwächung oder sogar der Untergang, ein Unglück a priori, selbst wenn alle oder einige der betroffenen Betriebe bei den neuen Besitzern bessere Entwicklungsbedingungen vorfanden.

2 – Die Vorbereitung der Zukunft

Kann die Chemie umweltverträglich sein ?

Jean-Marie Durand, stellvertretender Direktor des Bereichs Risikoverhütung des ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Die Einhaltung von Umweltnormen (nicht zu verwechseln mit der Achtung vor der Natur) ist im Zusammenhang mit Industrien zu begreifen, die als umweltverträglich eingestuft sind, oder die im weiteren Sinn der nachhaltigen Entwicklung dienen. Die Chemie muss umweltverträglich sein und kann diesem Ziel sehr nahe kommen, und zwar unter den Bedingungen und zu den Vorteilen, die wir in diesem Artikel erläutern. Dieser legt auch die Grundlagen der gesetzlichen Regelung und ihre verfassungsmäßigen Grenzen dar, und befasst sich mit den großen Prinzipien, beispielsweise mit dem Vorsichtsprinzip und demjenigen der Teilnahme der Öffentlichkeit. Am Beispiel der Agro-Kraftstoffe behandeln wir das Konzept der grünen Chemie und seine Grenzen.

Die Chemie, ein verantwortungsbewusster und unumgänglicher Akteur der nachhaltigen Wirtschaft

Luc Benoit-Catin, Directeur général Industrie, Arkema

Unfälle in der chemischen Industrie sind selten, haben aber manchmal große Auswirkungen. Sie haben einen nachhaltigen Einfluss auf die öffentliche Meinung, die sich der beträchtlichen Fortschritte, die seit mehr als zwanzig Jahren von den Akteuren dieses Sektors erzielt wurden, nicht immer bewusst ist. In der ständigen Auseinandersetzung mit den Sicherheitsproblemen ihrer Tätigkeit und der Unschädlichkeit ihrer Produkte ist die chemische Industrie fest entschlossen, ihre Leistungen permanent zu verbessern, und kann auf Grund dessen bemerkenswerte Fortschritte vorweisen, die zwar an den eingegangenen Verpflichtungen und an den beträchtlichen Investitionen zu

messen sind, aber auch, und vor allem, an den erreichten Ergebnissen.

Aber die chemische Industrie ist um weit mehr als nur um Umweltsicherheit bemüht und schlägt innovierende und unumgängliche Lösungen hinsichtlich der Herausforderungen der Klimaproblematik, der Trinkwasserversorgung, des Bevölkerungswachstums und der neuen Energien vor. An der Spitze des technologischen Fortschritts stehend und im Zentrum des nachhaltigen Wachstums der Gesellschaft ist die Chemie eine Industrie der Zukunft. Deshalb müssen sich die öffentlichen Behörden in Frankreich und in Europa um eine adäquate und konsequente Politik bemühen, um ein Gleichgewicht zwischen den legitimen Umweltzielen und den wirtschaftlichen Leistungsimperativen zu finden, die der globale Wettbewerb auferlegt.

Die grüne Chemie und die pflanzenbasierte Chemie

Eric Firtion, delegierter Vertreter der Association nationale de la Chimie du Végétal (ACDV), und **Christophe Rupp-Dahlem**, Präsident der ACDV

In den zurückliegenden fünfzehn Jahren hat die pflanzenbasierte Chemie einen beträchtlichen Aufschwung erfahren. Sie ist ein wesentlicher Pfeiler der grünen Chemie, da sie Biomasse als Rohstoff benutzt und Produkte mit neuen Funktionalitäten herstellt. Die pflanzenbasierte Chemie ist eine industrielle Realität, denn sie hat in Europa mit zahlreichen Projekten, die Arbeitsplätze sichern, konkrete Gestalt angenommen. Ihre beschleunigte Entwicklung in Frankreich verdankte sich der Definition einer regelrechten Strategie der Bioökonomie nach dem Beispiel dessen, was in vielen anderen Ländern realisiert wurde (Vereinigte Staaten, Brasilien, ...). Sie wird auch auf die Unterstützung der Association Chimie du Végétal (ACDV) zählen können, deren Aufgabe es ist, die Entwicklung einer Chemie auf der Basis pflanzlicher Ressourcen in Frankreich und in Europa zu befördern und zu beschleunigen. Für weitere Informationen : www.chimieduvegetal.com

Die chemische Industrie und die Energie : die Lage in Frankreich und in der Welt

Virginie Schwarz, Directrice de l'Énergie, ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, und **Julien Tognola**, stellvertretender Direktor, Marchés de l'Énergie et des Affaires sociales

Die chemische Industrie ist als oftmals energieintensiver Tätigkeitsbereich stark von den Energiepreisen abhängig und empfindlich gegen Preisunterschiede zwischen den verschiedenen Regionen der Welt. Hiervon betroffen sind natürlich die Gas- aber auch die Strompreise. In der UE bleiben die Strompreise in Frankreich niedriger als diejenigen der Nachbarländer hinsichtlich der Detailpreise, aber die Situation ist grundverschieden für stromintensive Verbraucher, die gleichzeitig von nachgebenden Engrospreisen in einigen Ländern und von spezifischen Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit profitieren. In diesem Zusammenhang haben die französischen Behörden den Ehrgeiz, den Zugang zu einer wettbewerbsfähigen Energie für energieintensive Verbraucher zu gewährleisten, insbesondere durch

konkrete Maßnahmen, die im Gesetzentwurf bezüglich der Energiewende für grünes Wachstum vorgesehen sind, und gleichzeitig eine Politik der stetigen Verbesserung der Energieeffizienz durchzuführen.

Die Energiepreise und die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen chemischen Industrie

Jacques Percebois, emeritierter Professor der Université de Montpellier (CREDEN-UMR CNRS Art-Dev 5281)

Die in großem Umfang betriebene Förderung von Schiefergas in den Vereinigten Staaten hat dazu geführt, dass die amerikanische Chemieindustrie, die stark von Äthan abhängig ist, ihre Wettbewerbsfähigkeit auf den internationalen Märkten verbessert hat, insbesondere im Verhältnis zur europäischen Chemieindustrie, die vom Naphta abhängig bleibt, das aus Erdöl gewonnen wird, dessen Preis bis 1914 auf einem hohen Niveau lag. Wettbewerb gibt es aber auch mit Chemieindustrien im Mittleren Osten und in Asien (insbesondere in China). In Europa sind Umstrukturierungen unbedingt notwendig und deshalb sind der niedrige Ölpreis sowie der sinkende Kurs des Euro seit Ende 2014 Gelegenheiten, die die europäische Chemieindustrie ausnutzen muss.

Die Forschung in der Chemie an den Grenzen des Wissens

Dominique Massiot, Claire-Marie Pradier, Jacques Maddaluno, Jean-François Tassin, Joël Moreau, Mehran Mostafavi, Anne Imberty, Pascal Breuilles und Catherine Larroche, Institut de Chimie du CNRS

Die Unité Mixte de Recherche ist ein wesentliches, anpassungsfähiges und stabiles Fundament einer sich schnell entwickelnden französischen Forschungslandschaft. Zahlreiche Einrichtungen strukturieren die Tätigkeit dieser Forschungsteams, um Forschungszentren entstehen zu lassen, nationale Netzwerke aufzubauen, Stärken zu identifizieren, Nutzungsgemeinschaften für spitzentechnologische Einrichtungen zu bilden und um die Zusammenarbeit zwischen universitärer Forschung und Industrie zu befördern. Die Vielfalt der Tätigkeitsbereiche der Chemiker integriert sich in ein thematisches Kontinuum, das die Disziplingrenzen überschreitet und sich sowohl auf universitäre als auch auf industrielle Sphären erstreckt. Die Dichotomie zwischen den Zuständigkeitsstrukturen der französischen Ministerien und die Hervorhebung der sozioökonomischen Herausforderungen durch die Finanzierungsagenturen müssten es den Akteuren erlauben, Forschung auf höchstem Niveau zu betreiben und gleichzeitig die Herausbildung und Beschreibung neuer bahnbrechender Konzepte zu fördern, die die Chemie von morgen begründen.

Chemie und Chemieindustrien : universitäre und professionelle Studiengänge

Catherine Beudon, Union des Industries Chimiques (UIC), **Jacques Bousquet**, Delegierter der Fédération Gay-Lussac (FGL), **Anouk Galtayries**, École Nationale Supérieure de Chimie de Paris (Chimie Paris Tch), und **Daniel Guillon**, École Européenne de Chimie, Polymères et Matériaux de Strasbourg (ECPM)

Wer die Kompetenzen der Arbeitnehmer eines Tätigkeitsbe-

reichs wie der chemischen Industrien einschätzen möchte, wird sich unvermeidlich für deren Ausbildungsgänge interessieren : sowohl für diejenigen, die Kenntnisse und Kompetenzen vermitteln, die dem Bedarf der Unternehmen entsprechen, als auch für diejenigen, die der Weiter- und Fortbildung dienen. So werden Untersuchungen durchgeführt, insbesondere vom Observatoire Prospectif des Industries Chimiques, um diese Kompetenzen zu prüfen und um sicherzustellen, dass die Anforderungen der Unternehmen und das Angebot an Studiengängen, auf Hochschulebene oder im Rahmen der Weiter- und Fortbildung, im ganzen Berufsleben aufeinander abgestimmt sind.

Die Politik des ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique zu Gunsten der Chemie

Marc Rico, Leiter des Bureau de la Chimie et des Biotechnologies, direction générale des Entreprises (DGE), ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique

Mit ungefähr 160 000 Arbeitsplätzen und einem Umsatz von 82,4 Milliarden Euro spielt die chemische Industrie in der französischen Industrie eine Rolle ersten Ranges. Trotz ihrer Stärken und unbestreitbaren Erfolge auf einigen Märkten ist die chemische Industrie in Frankreich mit gewissen Schwierigkeiten konfrontiert. Um ihre Entwicklung zu fördern, setzt die Politik des französischen Wirtschaftsministeriums Prioritäten wie den Zugang zu wettbewerbsfähigen Energiepreisen, die Entwicklung von Chemie-Plattformen und die Unterstützung industrieller Investitionen. Unterstützung erfährt auch die Entwicklung der Chemie auf der Basis von Biomasse als Rohstoff sowie die Innovation, insbesondere auf dem Gebiet der Biotechnologien. Zum großen Teil wird diese Politik im Rahmen der Erfüllung des Sektorvertrags Chimie-Matériaux und des Plan industriel Chimie verte et Biocarburants durchgeführt.

3 – Einige Beispiele

Die Wandlungen der chemischen Industrie in der Region Rhône-Alpes zwischen der Verteidigung des Bestehenden und der Eroberung der Zukunft

Simon-Pierre Eury, Chef du pôle Entreprises, Emploi, Économie, DIRECCTE Rhône-Alpes, und **Patrice Liogier**, Chargé de mission Développement économique, DIRECCTE Rhône-Alpes

Die chemische Industrie der Region Rhône-Alpes, die sich durch miteinander verzahnte Produktionsstätten und zahlreiche Exzellenz-Cluster im Bereich Forschung & Entwicklung auszeichnet, befindet sich heute an einem Scheideweg. Sie ist mit der Problematik des Wettbewerbs und mit Schwierigkeiten von Unternehmen konfrontiert, die defensive und stark mobilisierende staatliche Maßnahmen notwendig machten, und muss parallel dazu die Bedingungen ihrer Zukunft in dieser Region schaffen, was voraussetzt, dass eine stärker innovierende und grünere Chemie befördert wird. Die Schwierigkeit liegt sicherlich in der engen Verflechtung all dieser Parameter, denn der Fortbestand und die Robustheit dieser Industrie hängen zwangsläufig vom Bestand

des gesamten Sektors ab, von der Erdölchemie (in Feyzin) bis zu den Anwendungen von Spezialgebieten, die über die ganze Region verteilt sind (Feinchemikalien, Pharmazie, grüne Chemie, etc.), und von den Schwerölplattformen.

Der Chemie-Cluster von Lacq : eine exemplarische Umstellung

Nicolas de Warren, Directeur des affaires institutionnelles d'Arkema

Als Schauplatz eines phantastischen Abenteuers der Gasindustrie von 1951 bis 2013 war der Raum des Bassin de Lacq der privilegierte Ort eines erstaunlichen Aufschwungs, zuerst desjenigen einer chemischen Industrie mit hohem Wertzuwachs auf der Basis der Thiochemie und der technischen Polymere, dann, im Rahmen einer entschlossenen Umstellungs- und Diversifikationspolitik, die schon früh in Angriff genommen wurde, desjenigen einer Feinchemie, die sich auf kleine und mittlere Unternehmen und in letzter Zeit auf dynamische Start-ups stützte. Diese Industrien, die in enger Interaktion mit einem Forschungszentrum in einem homogenen Raum tätig sind, der hochwertige Infrastrukturen vorweist, stellen heute einen Chemie-Cluster dar, der zu den leistungsstärksten Europas gehört. Der Erfolg des Clusters führte nicht zur selbstzufriedenen Genügsamkeit, er brachte im Gegenteil eine Fähigkeit zur permanenten Konzertierung unter allen Akteuren und zur Verbreitung einer Kultur der technologischen Exzellenz hervor, die nunmehr der gesamten Region Aquitaine zugute kommt und die heute auf dem Gebiet der hochentwickelten Materialien Spitzenleistungen hervorbringt.

Innovating the world of specialty chemicals for electronics and surface finishing

Nathalie Brunelle, Direktorin des Bereichs Strategie, Forschung und Entwicklung der Raffinationsindustrie Raffi-

nage-Chimie, Groupe Total, und Reinhard Schneider, bevollmächtigter geschäftsführender Direktor von ATOTECH

Atotech is the leading company in the electroplating sector based on worldwide sales. It is active in the markets for electronics (printed circuits, semiconductors) and general surface treatments (automotive, construction, furnishing).

Atotech has seventeen production sites worldwide, including seven in Asia, six in Europe, three in North America and one in South America.

The company's sales totaled circa 1 billion Euros in 2014, up by 7% compared to 2013, primarily due to the growth in sales of electroplating equipment for the electronics market.

In 2014, Atotech successfully pursued its strategy to differentiate its products through a comprehensive service provided to its customers in terms of equipment, processes, design of facilities and chemical products and through the development of green, innovative technologies to reduce environmental footprint. This strategy relies on global coverage provided by its technical centers located near customers.

Atotech intends to continue to grow in Asia, which already represents approximately 67% of its global sales. In order to strengthen its position in the electronics market, Atotech plans to increase and modernize its production capacity in Asia with two major projects in Malaysia and China. By relocating production as close as possible to its markets, these two projects are also part of its cost-cutting strategy.

Koordinierung der Beiträge von Jean-Luc Vo Van Qui

¿Cuál será el futuro de la industria química en Francia?

Prólogo

Bernard Bigot, Presidente de la Casa de la Química (Maison de la Chimie)

Introducción

Jean-Luc Vo Van Qui, Ingeniero general de la Escuela de Minas

1 - Panorama

¿Para qué sirve la industria química?

Rose Agnès Jacquesy, Editora jefe de la revista l'Actualité chimique (Sociedad química francesa), y **Armand Lattes**, Profesor de la Universidad Paul Sabatier de Tolosa, ex-Director de la Escuela Nacional de Química de Tolosa y ex-Presidente de la Sociedad Francesa de Química (2003-2008)

Desde la antigüedad, los productos de la artesanía y la industria química han sido objeto de intercambio entre los pueblos y, por consiguiente, han originado de cierto modo la globalización. Este sector económico francés, cuyo balance comercial es muy positivo, emplea 156.000 personas en sus 3.350 empresas (de entre las cuales cerca del 95% son PYMEs-ETI). La casi totalidad de los objetos que nos rodean (ordenadores, automóviles, materiales de construcción, productos alimentarios, productos farmacéuticos, materiales de deporte, textiles, imágenes médicas, etc.) dependen de la química. La química es la industria más controlada y ostenta la tasa más baja de accidentes laborales. La industria química desempeña un papel importante en el control del cambio climático a través de las innovaciones aportadas en materia de "transición energética", que complementará dentro de poco la "transición de la materia"; es decir, la utilización de recursos vegetales en vez de recursos fósiles. Estos son solo algunos ejemplos de la influencia de la industria química en los diversos ámbitos de nuestra vida cotidiana.

Un momento decisivo para la industria química europea

Jean-Pierre Clamadieu, Director General de Solvay y presidente del CEFIC (Consejo Europeo de la Industria Química)

Europa sigue siendo una región importante para la industria química mundial con aproximadamente 17 % del volumen

de negocios del sector. En 2013, la química europea ha generado un excedente comercial de 48.700 millones de euros, confirmando su contribución al crecimiento y el empleo en esta región del mundo. Sin embargo, un estudio reciente publicado por Oxford Economics ha confirmado que la competitividad del sector está cada vez más amenazada por los agentes que operan en otras regiones del mundo. Un periodo prolongado de bajo crecimiento, costes de energía y materias primas altos y una normativa compleja hacen que Europa no sea una región atractiva para los inversores. Si, en 2008, la mayoría de las inversiones del sector se hacían en Europa, estas inversiones se realizan actualmente en otras regiones del mundo. La revolución del gas de esquisto en Estados Unidos y un mayor crecimiento económico en la región Asia-Pacífico crean una situación que amenaza con afectar aún más el liderazgo europeo. Pero esta tendencia aún puede invertirse, siempre y cuando Europa mejore las condiciones en las que operan las empresas y cree un entorno favorable a las innovaciones y las inversiones.

¿Cuál es el futuro de la industria química en Francia?

Didier Le Vely, Director de estudios económicos e internacionales, Unión de Industrias Químicas

Con un balance comercial de más de 7.400 millones de euros en 2014 y del 65% de volúmenes exportados, la química contribuyente ampliamente a la posición comercial de Francia. No obstante, desde hace quince años, su competitividad ha disminuido y su posición se ve amenazada. Para reforzarse, debe emprender acciones desde ya, principalmente en dos sentidos:

- recuperar sus márgenes principalmente garantizándole el acceso a la energía a un coste competitivo y adoptando medidas para promover la inversión productiva en el sector,
- garantizar, mediante la innovación, una transición hacia una química más sostenible (teniendo como ejes principales la transición energética y el desarrollo de la química vegetal).

Problemas de la industria química en Francia y en el mundo desde 1981 hasta nuestros días, ¿qué lecciones se pueden aprender?

Pierre Avenas, Ingeniero jefe honorario de la Escuela de Minas

Los problemas de una industria pueden ser técnicos, comerciales y sociales a la vez; en el caso de la química, también se debe tener en cuenta la importancia de la seguridad industrial. A ello se añaden los éxitos y fracasos de las operaciones

de compra entre empresas que se han multiplicado desde los años 1980 gracias a una cierta desregulación de las finanzas internacionales. Para algunas empresas de la química, el resultado de todos estos factores ha sido su desarrollo y, para otras, su reducción o incluso su desaparición, lo que a priori constituye un problema, incluso si todas o parte de estas empresas han encontrado en la empresa compradora mejores condiciones de desarrollo.

2 - La preparación del futuro

¿La química puede respetar el medio ambiente?

Jean-Marie Durand, asistente de la Directora General de la prevención de riesgos del Ministerio de la ecología, desarrollo sostenible y energía

El respeto del medio ambiente (diferente del respeto de la naturaleza) puede analizarse en el contexto de las instalaciones que presentan un riesgo para el medio ambiente o en la perspectiva, más amplia, del desarrollo sostenible. La química debe ser respetuosa del medio ambiente. Puede serlo en una trayectoria asintota y con condiciones, aportando beneficios que se explican en este artículo. En él se presentan también los fundamentos de la normativa y sus límites constitucionales, así como los grandes principios tales como el principio de precaución y el de participación del público. Hemos utilizado el ejemplo de los combustibles agrícolas para hablar del concepto de química ecológica y de sus límites.

La química, un actor responsable e indispensable de la economía sostenible

Luc Benoit-Cattin, Director General Industrial, Arkema

Los accidentes de la industria química son raros, pero pueden llegar a tener un impacto considerable, sobre todo en la opinión pública, que no siempre tiene conciencia de los avances que han realizado en los últimos veinte años los actores de este sector. La industria química, cuestionada permanentemente sobre la seguridad de sus operaciones y la inocuidad de sus productos, y más ampliamente sobre su responsabilidad social y ambiental, se ha comprometido plenamente con la mejora permanente en los ámbitos citados, realizando notables avances que no solo se evidencian mediante los compromisos y los medios dedicados, sino también, y sobre todo, por los resultados obtenidos.

Pero la química va mucho más allá del control de su huella ecológica al proponer soluciones innovadoras esenciales que responden a los nuevos retos en materias climáticas, de acceso al agua potable, aumento de la población o nuevas energías. Con una tecnología de punta y en el centro del crecimiento sostenible de nuestra sociedad, la química es una industria del futuro. Los gobiernos francés y europeo deben apoyarla de manera adecuada, mediante un justo equilibrio entre los objetivos ambientales legítimos y las exigencias de rendimiento económico que impone la competencia mundial.

La química ecológica y la química vegetal

Eric Firtion, Delegado General de la ACDV (Asociación francesa de la química vegetal) y **Christophe Rupp-Dahlem**, Presidente de la ACDV

La química vegetal ha conocido un crecimiento importante en los últimos quince años. Es un pilar fundamental de la química ecológica al utilizar la biomasa como materia prima y proponer productos que ofrecen nuevas funciones. La química vegetal se ha convertido en una realidad industrial a través de numerosos proyectos generadores de empleo en Europa. La aceleración de su aplicación en Francia requiere la definición de una verdadera estrategia de la bioeconomía, tal como se ha hecho en otros países (Estados Unidos, Brasil, etc.). También podrá contar con el respaldo de la Asociación Química Vegetal (ACDV) cuya vocación es apoyar y acelerar el desarrollo de una química basada en la utilización de recursos vegetales en Francia y en Europa.

Para obtener más información: www.chimieduvegetal.com

La industria química y la energía, situación en Francia y en el mundo

Virginie Schwarz, Directora de la energía, Ministerio de la ecología, del desarrollo sostenible y de la energía, y **Julien Tognola**, Subdirector de mercados de la energía y de asuntos sociales

A menudo energo-intensiva, la industria química depende mucho de los precios de la energía y es sensible a las diferencias de precios que pueden existir entre las diferentes regiones del mundo. Estas diferencias de precios no solo afectan al gas, sino también a la electricidad. En la Unión Europea, los precios de la electricidad en Francia siguen siendo inferiores a los de sus vecinos en el mercado minorista, pero la situación es diferente en lo que respecta a los consumidores electro-intensivos, que benefician a la vez de la reducción de los precios al por mayor en algunos países y de medidas específicas destinadas a mantener su competitividad. En este contexto, el gobierno francés busca garantizar el acceso a una energía competitiva a los consumidores energo-intensivos, en particular a través de medidas concretas previstas por el proyecto de ley sobre la transición energética para el crecimiento verde, promoviendo una mejora continua de la eficacia energética.

Los precios de la energía y la competitividad de la industria química europea

Jacques Percebois, Profesor de la Universidad de Montpellier (CREDEN - UMR CNRS Art-Dev 5281)

El desarrollo a gran escala del gas de esquisto en los Estados Unidos ha permitido que la industria química estadounidense, gran consumidora de etano, mejore su competitividad en los mercados internacionales, especialmente en relación con la industria química europea que sigue dependiendo de la nafta, obtenida a partir del petróleo, cuyo precio era muy alto hasta 2014. La competencia existe también con los químicos del Oriente Medio y Asia (en particular con China). Es necesario reestructurar esta industria en Europa y la reducción del

precio del petróleo, al igual que la baja del euro, observadas al final de 2014, son oportunidades que la industria química europea debe aprovechar.

La investigación química en las fronteras del conocimiento

Dominique Massiot, Claire-Marie Pradier, Jacques Maddaluno, Jean-François Tassin, Joël Moreau, Mehran Mostafavi, Anne Imberty, Pascal Breuilles y Catherine Larroche, Instituto de química del CNRS

La Unidad Mixta de Investigación es la primera piedra, sólida y perenne de un panorama de la investigación en constante evolución. Numerosos dispositivos conforman la actividad de estos equipos para que se puedan crear clusters de investigación, consolidar las redes nacionales, identificar puntos fuertes, compartir equipos de alto nivel y promover colaboraciones académicas e industriales. La diversidad de la actividad de los químicos se sitúa en un proceso continuo que va más allá de las fronteras disciplinarias y atraviesa los mundos académicos e industriales. La dicotomía entre las estructuras disciplinarias de nuestro ámbito y los problemas socioeconómicos mostrados por los organismos de financiación debe permitir a los diferentes actores realizar investigaciones de alto nivel, al mismo tiempo que se favorece el desarrollo y descripción de nuevos conceptos de ruptura que permiten construir la química del mañana.

Química e industrias químicas, las carreras universitarias y profesionales

Catherine Beudon, Unión de industrias químicas (UIC), **Jacques Bousquet,** Delegado de la Federación Gay-Lussac (FGL), **Anouk Galtayries,** Escuela Nacional Superior de Química de París (Chimie ParisTech), y **Daniel Guillon,** Escuela Europea de Química, Polímeros y Materiales de Estrasburgo (ECPM)

Cuando se estudian las cualificaciones de los trabajadores de un sector de actividad, como el de las industrias químicas, inevitablemente debemos interesarnos en las formaciones: tanto en las que permiten adquirir los conocimientos y aptitudes que necesitan las empresas como en las que permiten mantenerse al día e incluso adquirir nuevos conocimientos. Varios estudios han sido realizados, en particular por el Observatorio prospectivo de industrias químicas, para identificar dichos conocimientos y asegurarse de que la oferta de formaciones, inicial o a lo largo de la vida profesional, corresponda a las necesidades de las empresas.

La acción del Ministerio de Economía, industria y economía digital a favor de la química

Marc Rico, Jefe de la Oficina de química y biotecnología, Dirección General de las Empresas (DGE), Ministerio de Economía, industria y economía digital

Con cerca de 160.000 empleos y un volumen de negocios de 82.400 millones de euros, la industria química ocupa un lugar preponderante en la actividad industrial francesa. Pese a sus logros y éxitos en algunos mercados, la industria química francesa debe enfrentar un cierto número de dificultades.

Para promover el desarrollo de la industria química, la acción del Ministerio de Economía, industria y economía digital aborda temas prioritarios como el acceso a la energía a un coste competitivo, el desarrollo de plataformas químicas y el apoyo a las inversiones industriales. Este apoyo también abarca el desarrollo de la química que utiliza la biomasa como materia prima, así como la innovación, especialmente en materia de biotecnología. La mayoría de estas acciones se inscriben dentro del marco de la ejecución del contrato del sector química-materiales y del Plan industrial de química verde y biocombustibles.

3 - Algunos ejemplos

Los cambios de la industria química en la región francesa de Rhône-Alpes, entre la defensa de lo existente y la conquista del futuro

Simon-Pierre Eury, Jefe del Centro empresas, empleo, economía, DIRECCTE Rhône-Alpes, y **Patrice Liogier,** Comisionado para el desarrollo económico, DIRECCTE Rhône-Alpes

La industria química de la región Rhône-Alpes, que se caracteriza por una fabricación interrelacionada y la presencia de muchos centros de excelencia en materia de I+D, afronta hoy una encrucijada. Frente a una problemática de competitividad y a las dificultades de algunas empresas que han requerido una acción defensiva y una fuerte movilización del gobierno, debe construir las condiciones de su futuro en la región, lo que implica una química más innovadora y más ecológica.

El punto álgido es la interdependencia de todos estos parámetros, ya que la sostenibilidad y solidez de esta industria depende obligatoriamente del mantenimiento de todo un sector desde la petroquímica (en Feyzin) hasta las aplicaciones de especialidades repartidas en el territorio regional (química fina, farmacia, química ecológica, etc.), pasando por la química pesada presente en las plataformas.

El clúster químico de Lacq, una reconversión ejemplar

Nicolas de Warren, Director de asuntos institucionales de Arkema

La cuenca de Lacq, escenario de una magnífica aventura gasífera entre 1951 y 2013, fue el lugar privilegiado de un crecimiento notable, primero de una industria química de alto valor añadido articulada en torno a la química del azufre y de los polímeros técnicos, y después, en el contexto de una política de reconversión-diversificación iniciada tempranamente, de una química fina que se basa en PYMEs y últimamente en start-ups dinámicas. Gracias a su estrecha interacción con un centro de investigación muy productivo, estas actividades industriales, ejercidas en un espacio homogéneo con infraestructuras de alta calidad, constituyen uno de los clusters químicos más eficaces de Europa. Su éxito no ha provocado un repliegue sobre sí mismo; por el contrario, el clúster ha contribuido, gracias a una concertación permanente entre todos los actores, a la difusión de una cultura de la excelencia tecnológica presente en toda la región de

Aquitania, como lo demuestra su incursión en el ámbito de los materiales avanzados.

Innovating the world of specialty chemicals for electronics and surface finishing

Nathalie Brunelle, Directora de estrategia de I+D del sector refinado-química, Grupo Total, y **Reinhard Schneider**, Director general de Atotech

Atotech is the leading company in the electroplating sector based on worldwide sales. It is active in the markets for electronics (printed circuits, semiconductors) and general surface treatments (automotive, construction, furnishing).

Atotech has seventeen production sites worldwide, including seven in Asia, six in Europe, three in North America and one in South America.

The company's sales totaled circa 1 billion Euros in 2014, up by 7% compared to 2013, primarily due to the growth in sales

of electroplating equipment for the electronics market. In 2014, Atotech successfully pursued its strategy to differentiate its products through a comprehensive service provided to its customers in terms of equipment, processes, design of facilities and chemical products and through the development of green, innovative technologies to reduce environmental footprint. This strategy relies on global coverage provided by its technical centers located near customers. Atotech intends to continue to grow in Asia, which already represents approximately 67% of its global sales. In order to strengthen its position in the electronics market, Atotech plans to increase and modernize its production capacity in Asia with two major projects in Malaysia and China. By relocating production as close as possible to its markets, these two projects are also part of its cost-cutting strategy.

El dossier ha sido coordinado por Jean-Luc Vo Van Qui

UNE SÉRIE DES
**ANNALES
DES MINES**
FONDÉES EN 1794

RÉALITÉS INDUSTRIELLES

ISSN : 1148.7941
N° CCPAP : 0216T87571
Série trimestrielle • Mai 2015

Rédaction

Conseil général de l'Économie, de l'Industrie,
de l'Énergie et des Technologies, Ministère de
l'Économie, de l'Industrie et du Numérique
120, rue de Bercy - Télédock 797 - 75572 Paris Cedex 12
Tél : 01 53 18 52 68
<http://www.annales.org>

Pierre Couveinhes

Rédacteur en chef

Gérard Comby

Secrétaire général

Martine Huet

Assistante de la rédaction

Marcel Charbonnier

Correcteur

Myriam Michaux

Webmestre

Iconographie

Christine de Coninck

Membres du Comité de Rédaction

Grégoire Postel-Vinay

président du Comité de rédaction

Serge Catoire

Pierre Couveinhes

Jean-Pierre Dardayrol

Françoise Roure

Bruno Sauvalle

Rémi Steiner

Christian Stoffaès

Claude Trink

Photo de couverture :

Production de peintures innovantes (suppression du chrome et du plomb et autres métaux lourds, limitation ou suppression des isocyanates) de la société Becker Industrie à Pont-de-Claix (Isère), décembre 2002.
Photo © Pierre Bessard/REA

Abonnements et ventes

COM & COM

Bâtiment Copernic - 20 Avenue Edouard Herriot
92350 LE PLESSIS ROBINSON

Alain Bruel

Tél. : 01 40 94 22 22 - Fax : 01 40 94 22 32

a.bruel@cometcom.fr

Mise en page : Nadine Namer

Impression : Printcorp

Editeur Délégué :

FFE - 15 rue des Sablons 75116 - www.ffe.fr

Régie publicitaire : Belvédère Com

Fabrication : Charlotte Crestani :

charlotte.crestani@belvederecom.fr - Tél.: 01 53 36 20 46

Directeur de la publicité : Bruno Slama - 01 40 09 66 17

bruno.slama@belvederecom.fr