

l'actualité chimique

**Avril - Mai
1995**

N°3

ISSN 0151 9093



Frédéric Kuhlmann

- **Les chimistes dans les BD**
- **Génie chimique et microondes**
- **Le 4^e PCR D**
- **Centenaire de l'ENSCL**

DUNOD

SC

S O M M A I R E

É D I T O R I A L	■ L'abandon de notre langue : risque pour la communauté des chimistes, par J.-B. Donnet	3
C O U R R I E R D E S L E C T E U R S	■	4
R E C H E R C H E	■ Faut-il psychanalyser la chimie ? Entre sorcière et fée : fantasmes et mythes dans la représentation publique de la chimie, par P. Caro	5
	■ La chimie et le 4e programme cadre de recherche et de développement technologique (PCRD, 1994/98) de l'Union européenne, par C. Quivoron	11
	■ De nouveaux polymères photoréfractifs, par B. Kippelen	17
	■ Génie chimique et procédés microondes : des illusions aux certitudes, par M. Delmotte	19
	■ En bref	21
E N S E I G N E M E N T	■ L'espace scientifique francophone. Quelques données et commentaires	23
	■ Informations et documents didactiques. Enseignements supérieurs de chimie en langue française	26
	■ Suivi calorimétrique de réactions chimiques. Étude des enthalpies de mélange, par A. Dumon, H. Cardy, J. Poulicard	29
F I C H E C A T A L Y S E	■ N° 36 : Les réactions d'oxychloration	33
E N V I R O N N E M E N T	■ Les phénomènes de biométhylation des métaux dans l'environnement par O. Errecalde, G. Maury, R. Pinel	35
	■ La toxicité des dioxines (suite). Une lettre de l'Académie des sciences par M. Grunberg-Manago	40
	■ En bref	42
I N D U S T R I E	■ ECB7 ou la maturité des biotechnologies, par L. Penasse	43
	■ L'industrie chimique française se rétablit : retour à la croissance	46
	■ Le raffinage français menacé	50
	■ En bref	51
H I S T O I R E D E L A C H I M I E	■ L'École Nationale Supérieure de Chimie de Lille vient d'avoir cent ans, par E. Chadeau	53
	■ Gaston Charlot (1904- 1994) et le développement de la chimie analytique moderne, par R. Rosset	63
	■ Il y a cent ans	67
L I V R E S	■	69
S F C I N F O	■ Activités	
	■ Manifestations	

I - VIII



Frédéric Kuhlmann (1803-1881), chimiste et industriel français né à Colmar, fondateur des Établissements Kuhlmann. Il a occupé, dès sa création et pendant trente ans, la chaire de chimie appliquée de Lille (cf. "La vie de Frédéric Kuhlmann, créateur de l'industrie chimique dans le nord de la France", p. 61-62).(D.R.).

Index des annonceurs

Dunod II^e, IV^e couv.
 Messe Düsseldorf III^e couv.
 Biowhittaker p. 32
 CNRS p. 32
 Un encart Sigma-Aldrich, numéroté I à IV est inséré entre les pages 32 et 33.

Rédaction

Rédacteur en chef
 Raymond Hamelin

Rédacteur en chef adjoint
 Thérèse Chaudron

Rédacteur
 Miren Helou

Secrétaire de rédaction, coordination, réalisation, mise en page
 Evelyne Girard

Comité de rédaction

G. Balavoine (CNRS, Toulouse)
 G. Bram (GHDSO, Orsay)
 J. Buendia (Roussel Uclaf)
 P. Caro (Cité des Sciences)
 A. Chauvel (IFP)
 D. Decroq (IFP)
 J.-P. Foulon (Lycée Henri IV)
 G. Gaillard (GFGP)
 J.-P. Guetté (CNAM)
 R. Hamelin (SFC)
 J.-M. Lefour (Polytechnique)
 J.-C. Mendelsohn (Elf Atochem)
 G. Montel (INP, Toulouse)
 R. Ouliac (Rhône-Poulenc)
 G. Ourisson (ULP, Strasbourg)
 A. Picot (Prévention des risques chimiques, Gif-sur-Yvette)
 T. Ortega (clubs des jeunes)

Publication analysée ou indexée par
Chemical abstracts
 la base de données PASCAL.

Édition

DUNOD Editeur
 15, rue Gossin
 F. 92543 Montrouge Cedex
 Tél. : (33-1) 40 92 65 00
 Fax : (33-1) 40 92 65 97

Coordination éditoriale et fabrication
 J.-F. Timmel

Maquette
 Andréas Streiff

Imprimerie
 AGP - 28240 La Loupe

ISSN 0151 9093
 Commission paritaire en cours

Publicité
 Groupe Media Communication
 23bis bd de la Varenne
 94100 St Maur-des-Fossés
 Tél. : (33-1) 41.81.01.12
 Fax : (33-1) 41.81.01.50

Abonnements
 Dunod-Abonnements
 15, rue Gossin
 F. 92543 Montrouge Cedex
 Tél. : (33-1) 40 92 65 27
 Fax : (33-1) 40 92 65 97

Prix de vente au numéro : 200 FF

La revue *Actualité Chimique* est une publication de Gauthier-Villars, société anonyme, constituée pour 99 ans au capital de 3 089 600 F. Siège social, 17 rue Rémy-Dumoncel, 75014 Paris. P.D.G. : J. Lissarague. Actionnaire : Bordas S.A. (99,8 % des parts). Direction de la publication : J. Lissarague.



L'Actualité Chimique

Revue de la Société Française de Chimie

250, rue St Jacques, 75005 Paris,
 Tél. : (33-1) 43 25 20 78,
 Fax : (33-1) 43 25 87 63,

éditée par Dunod.

Tarifs

L'Actualité Chimique
 (7 numéros par an)
 1995

Particuliers/Institutions

France	1000 FF
Export	1200 FF

Etudiants*

France	400 FF
Export	600 FF

* Sur présentation de la carte d'étudiant

Membres de la SFC

Tarif préférentiel
 pour tous renseignements
 contacter la SFC

© DUNOD, 1995

Tous droits réservés
 Dépôt légal : Janvier 1995

Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur, ou de ses ayants droit, ou ayants cause, est illicite (loi du 11 mars 1957, alinéa 1er de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal. La loi du 11 mars 1957 n'autorise, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, que les copies et les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective d'une part, et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration.

**ASSEMBLÉE GÉNÉRALE 1995
DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE**

CONVOCAATION

M., Mme, Mlle -----
membre de la Société Française de Chimie

assistera

n'assistera pas

à l'Assemblée générale de la Société Française de Chimie qui se tiendra le :

**jeudi 29 juin 1995
à 9 h 30
Maison de la chimie
28, rue Saint-Dominique,
75007 Paris**

Le vote des administrateurs aura lieu de 9 h 30 à 10 h 15.

**ASSEMBLÉE GÉNÉRALE 1995
DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE**

POUVOIR

M., Mme, Mlle -----
membre de la Société Française de Chimie
donne pouvoir à M.
de me représenter à l'Assemblée générale de la Société Française de Chimie qui se tiendra le :

**jeudi 29 juin 1995
à 9 h 30
Maison de la chimie
28, rue Saint-Dominique,
75007 Paris**

A ----- le

Signature*

*A faire précéder de la mention manuscrite «lu et approuvé, bon pour pouvoir».
Ce pouvoir doit être établi au nom d'une personne qui assistera à l'Assemblée générale ou retourné en blanc à M. le Président de la Société Française de Chimie, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris.

Pour la chimie, les relations européennes ne sont pas une nouveauté qu'il s'agisse de la recherche ou de l'industrie, voire même de l'enseignement. Néanmoins, l'émergence de la communauté européenne rend de plus en plus actuels les échanges avec nos voisins européens étant entendu qu'il est possible, depuis plusieurs années, de parler de globalisation des échanges intellectuels, économiques et commerciaux, non seulement en Europe mais à l'échelle mondiale.

Ce n'est pas le hasard si la plupart des chimistes utilisent et souvent maîtrisent une ou plusieurs langues étrangères et que notre enseignement favorise la tenue de quelques enseignements en anglais. Nos publications étant, par ailleurs, depuis longtemps en majorité rédigées en anglais.

Une réunion Erasmus vient de se tenir à Lyon pour établir le bilan des échanges européens entre étudiants et donc entre établissements d'enseignement supérieur et laboratoires de recherche. Ce bilan est incontestablement très positif tout en mettant en évidence deux grands centres d'attraction en Europe : la Grande-Bretagne et la France.

Plusieurs participants ont tenu à souligner l'avantage de la large palette européenne au plan culturel et il y a eu un accord très général entre les participants pour souligner l'importance de ne pas porter atteinte à cette diversité qui constitue une richesse, étant bien entendu que l'emploi de l'anglais dans l'enseignement, la recherche et les échanges économiques en chimie est une réalité.

Cependant, certains participants au colloque Erasmus ont proposé d'aller beaucoup plus loin et que, très rapidement, l'enseignement supérieur en chimie et la totalité de nos publications européennes emploient exclusivement la langue de Shakespeare.

C'est une proposition que je crois réductrice et, si j'en ai fait la remarque à Lyon - remarque très largement acceptée par les participants du congrès -, il nous reste à trouver un bon équilibre.

La chimie n'est pas seulement une discipline académique pour laquelle l'uniformité de langue, c'est-à-dire l'anglais, est mondiale. En fait, c'est aussi une technologie, carrefour de nombreuses

L'abandon de notre langue : risque pour la communauté des chimistes

autres disciplines fondamentales et appliquées, domaines dans lesquels la prééminence de la langue anglaise est souvent moins bien établie qu'en chimie (ex : mathématiques, mécanique, etc.).

La chimie est aussi un secteur économique mettant en jeu des éléments humains, sociaux, juridiques et culturels pour lesquels le choix de la langue est d'une importance déterminante et il y aurait un risque grave à abandonner la pratique de notre langue.

Au siècle dernier, beaucoup d'esprits cultivés considéraient comme «rustiques» les enseignements scientifiques enseignés en langue vernaculaire et non en français. Il n'est pas question de dédaigner la part incontournable de l'emploi de l'anglais et nous devons certainement tout faire pour que nos étudiants et nos techniciens manient parfaitement cette langue et si possible d'autres, mais n'abandonnons pas notre langue et notre culture.

Je considère le colloque Erasmus comme un excellent exemple de la possibilité de discuter de manière efficace en deux langues (on aurait pu le faire en trois langues) et je souhaite que, dans les publications, nos collègues, non seulement n'abandonnent pas entièrement l'emploi du français, mais l'utilisent plus largement que cela n'est fait actuellement dans nos excellentes revues de chimie - qui doivent être mieux soutenues que ce n'est le cas - pour les bons mémoires et notes de notre communauté qui occupe une très bonne place dans la chimie européenne.

Nous sommes engagés dans une compétition où la qualité et l'importance de la communauté des chimistes français ne doivent certainement pas être masquées par une participation quasi totale aux publications de langue anglaise même si nous devons être actifs au sein de la communauté internationale en employant et en maniant sans complexes la «lingua Franca» de la chimie qu'est devenu l'anglais.

Jean-Baptiste Donnet
ancien Président de la SFC

Chlore

Ayant participé quelque temps aux travaux du comité de rédaction de *L'Actualité Chimique*, je veux vous exprimer l'estime que j'éprouve pour le travail remarquable qui a été fait par tous ceux qui ont participé au numéro «Chlore» de novembre 1994.

Une telle initiative est à l'honneur de notre Société Française de Chimie et je m'en réjouis. La qualité, comme les imperfections, des contributions ici rassemblées ne peuvent laisser indifférent ; c'est pourquoi, je me dois de faire ici quelques observations sur certains points importants à mes yeux.

«Le monde est-il prêt à vivre un scénario sans chlore ?» Cette question en exergue de l'éditorial est mal posée, ou alors la réponse donnée n'est pas claire. Il fallait dire fermement que c'est un non-sens scientifique. Les trois premiers paragraphes de la note d'André Picot, dans le courrier des lecteurs, sont d'ailleurs précises à ce sujet. En outre, la remarquable contribution de Klaus Naumann souligne bien l'inanité du texte de Greenpeace que vous avez eu raison de publier (p. 88), mais que vous auriez dû mettre correctement en perspective.

Les deux dernières phrases de Jacques Rouanet (p. 3), ne sont donc pas acceptables :

– la question n'est pas de «vivre un

scénario (!) sans», mais de «vivre avec, convenablement».

– s'il y a «débat où les prises de position idéologiques n'ont pas de place», il existe tout de même des évidences sur lesquelles s'accorde l'immense majorité du monde scientifique et qui doivent être clairement formulées.

Les contributions, nombreuses, au numéro spécial «Chlore», ne pouvaient manquer de faire apparaître des nuances, voire des divergences, sur tel ou tel point. Quelques franches contradictions sont cependant regrettables et doivent être relevées. Elles concernent, par exemple, le cas du DDT et, d'une manière générale, celui du traitement des eaux. Dans l'article de toxicologie (p. 43-45), on se félicite de l'interdiction du DDT alors qu'aujourd'hui, on admet que cela a été une erreur (cf. J. Grenier, p. 20). Ce même article évoque la production de dioxines et de furanes lors de l'incinération du PVC alors que le lien éventuel entre la teneur en PVC des ordures ménagères et la production des PCDD/F par un

incinérateur n'a pas été établi (Sevenster, p. 22).

En ce qui concerne le cas de l'eau potable, remarquablement traité par les articles de Loïc Monjour et Antoine Montiel, la position de ces deux auteurs contredit formellement la proposition pour le moins surprenante dans sa formulation d'André Picot et de Josyane Guéry (p. 44) : «*Si ce procédé (la chloration) présente des réels avantages et a pu protéger bien des populations, il pourrait à terme entraîner des risques pour la santé humaine.*»

Ces deux auteurs notent encore (p. 45), que de nouvelles données semblent mettre en cause la décision du CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) concluant que l'eau de boisson traitée par le chlore n'est pas classable comme cancérigène potentiel pour l'homme. Il aurait été utile d'avoir quelques précisions sur ces «nouvelles données», peut-être ignorées des autres auteurs.

Au demeurant, le dernier paragraphe (p. 45) de l'article de A. Picot et de J. Guéry est clair mais

son ton contraste singulièrement avec celui de la partie qui le précède et qui est consacrée au «chlore organique».

Enfin, l'article sur le «pull en PVC» (p. 68) est sympathique mais il aurait pu préciser que ces chandails sont en PVC... et en laine, et qu'ils sont très chers.

Quant aux autres applications où le PVC recyclé serait «recherché» et «remplacerait avantageusement», il aurait probablement été plus simple de dire que les 3/4 du PVC recyclé vont dans la couche interne des canalisations d'évacuation des eaux dans le bâtiment. Au demeurant, l'article de R. Guillet sur le PVC dans les ordures ménagères (p. 71) remet clairement les pendules à l'heure.

M. Bohy

Paris

Dioxines

L'article d'André Picot et Anne-Christine Macherey (*L'Actualité Chimique*, novembre 1994, p. 84), critiquant le rapport publié par l'Académie des sciences et le Cadas sur les dioxines et analogues, a suscité une réaction de Madame Marianne Grunberg-Manago, présidente de l'Académie des sciences que nous reproduisons intégralement en page 40.

R.H.

Université d'été de chimie 1995**ÉLECTROCHIMIE ET ÉNERGIE DES CONCEPTS AU VÉHICULE ÉLECTRIQUE**

Grenoble, 29 août-1er septembre 1995

L'objectif de l'université d'été est de répondre à la demande des professeurs de lycées et collèges en matière de formation continue dans un domaine de la physico-chimie souvent mal connu. Onze universités ont déjà été tenues depuis 1984.

Instaurée à l'initiative de l'Union des Physiciens, elle est organisée conjointement avec l'université Joseph Fourier et l'Institut National Polytechnique de Grenoble, en collaboration avec l'Union des Industries Chimiques, la Société de Chimie Industrielle et la Société Française de Chimie.

Nombre de participants limité à 300.

Au programme : 5 demi-journées de conférences, une demi-journée consacrée à des visites (au choix du stagiaire), une journée de visites d'entreprises de la région.

Renseignements : Jacques Fouletier, LIESG-ENSEEG, BP 75, 38402 Saint-Martin d'Hères Cedex. Tél. : 76.82.65.66. Fax : 76.82.66.70.

Faut-il psychanalyser la chimie ?

Entre sorcière et fée : fantômes et mythes dans la représentation publique de la chimie

Paul Caro* délégué aux affaires scientifiques

La chimie est une science difficile, perçue comme utile, mais en même temps comme dangereuse. L'image de la chimie dans l'opinion publique oscille entre celle de la fée et celle de la sorcière, les savants font plutôt fée, l'industrie sorcière. Cette image est, en fait, encombrée de fantômes et de mythes, qui, là plus que pour d'autres disciplines scientifiques, touchent facilement un fonds émotionnel. Il en résulte des difficultés pratiques. Inquiets, hommes politiques et citoyens demandent fréquemment des comptes. Les explications techniques qui leur sont données sont souvent mal comprises. La chimie est très difficile à vulgariser en raison de l'hermétisme de son langage. Pourtant, elle représente probablement le domaine où la science et l'industrie sont le plus directement au contact de la société, par exemple au niveau des problèmes d'environnement.

Pour savoir comment un dialogue peut se construire, il est nécessaire de faire l'analyse des blocages proprement culturels qui sont impliqués dans l'image de la chimie que perçoit la population, mais aussi le milieu professionnel. Celui-ci est convaincu, et avec raison, de



Figure 1 - "Le chiffre joue un très grand rôle en chimie", *Le voleur de Schtroumpfs*, Y. Delporte et Peyo. Extrait de l'album "Les Schtroumpfs noirs", p. 51 ; (c) 1963 Peyo (licence IMPS, Bruxelles, 1995).

l'importance de son travail pour le bien-être et les progrès de la société, il ne comprend pas pourquoi l'opinion publique fait tant de difficultés pour le reconnaître. Malheureusement, les explications rationnelles ne suffisent pas, la question se déploie sur un terrain où l'émotionnel est en jeu, et où des images anciennes, archaïques, inconscientes, jouent un rôle capital, comme elles le font d'ailleurs pour la littérature, l'art et le spectacle. Pour atténuer le malentendu, il est, je crois, nécessaire d'explicitier et de mettre au jour les éléments mythiques fondamentaux qui composent l'image populaire de la chimie et qu'exploitent complaisamment

des médias qui savent d'instinct reconnaître les thèmes qui induisent non seulement la curiosité, mais aussi l'émotion physiologique la plus vive.

La chimie des chimistes

La chimie est un corpus de connaissances appuyé sur une langue composée d'un vocabulaire spécialisé, de formules, de chiffres et d'images [1]. L'ensemble enferme un savoir codé, réservé, pratiquement inaccessible sous sa forme brute à qui n'est pas du sérail.

• **Le chiffre** joue un très grand rôle en chimie (*figure 1*), il entre dans des

* Cité des Sciences et de l'Industrie, 30, rue Corentin Cariou, 75930 Paris Cedex 19. Tél. : (1) 40.05.73.40. Fax : (1) 40.05.80.89.

formules, il caractérise les éléments, il intervient par les concentrations, les doses, les normes, souvent accolé à des unités étranges.

Or, le chiffre exerce une action directe, politique, psychologique, économique, sur la société :

- il fournit des images comprimées à l'expression des médias (ou à celle de l'administration),
- il permet d'identifier les individus ou les objets (numéro de sécurité sociale, téléphone, immatriculation automobile, etc...),
- il exerce une pression sur la société au niveau économique et social (car l'idéal ou le but de l'activité humaine est souvent défini par un chiffre : déficit public à ne pas dépasser, chiffre d'affaires à atteindre, rendement à obtenir...).

Nous vivons dans une société dans laquelle le nombre exprime un pouvoir (souvent par le biais de la norme), une protection, un danger ou un objectif. Il est la forme la plus ordinaire aujourd'hui de l'argument d'autorité.

- Le **vocabulaire** a été codifié par Lavoisier, qui a incité les chimistes à abandonner leur ancien vocabulaire pittoresque au profit d'expressions nouvelles forgées sur des logiques de propriétés et de fonctions. Ainsi, l'imaginaire a été évacué du langage de la chimie. L'aspect poétique du vocabulaire éliminé, la chimie a perdu un certain pouvoir de séduction. On le voit en observant la manière dont certaines branches de la science, bien qu'abstraites et difficiles, se forment, grâce à un vocabulaire flou mais attractif, un chemin favorable dans l'opinion publique (comme les fractales et la théorie du chaos...).

- Les **formules** sont naturellement liées au chiffre. A l'exception d'une ou deux, et encore (comme H_2O), les formules chimiques ne sont pas du tout entrées dans la culture publique, 200 ans après leur invention. Elles incarnent un langage étranger.

- Les **images de la chimie** (celles que la chimie produit) sont un élément potentiel pour attirer le public : le spectacle et la publicité commencent à les utiliser (la double hélice de l'ADN).

La pratique professionnelle de la chimie exploite largement toutes les subtilités du langage de la chimie. Cher-

cheurs et industriels souffrent de l'incompréhension du public à leur égard. En fait, le dialogue est impossible, la chimie est enfermée dans son langage. Les chimistes ont le plus grand mal à raconter leur travail à l'extérieur. En conséquence, l'image de la chimie qu'a la profession s'oppose à celle du public, d'où quelquefois une espèce de paranoïa des chimistes, vis-à-vis des médias, des enseignants, et du public (comme, d'après des observateurs extérieurs à la profession, l'a montré la séance consacrée à la chimie à l'ENSCP le 27 novembre 1991, organisée sous l'égide de la revue *Culture Technique*).

L'image populaire de la chimie

Pour le public, comme pour certains chimistes d'ailleurs, la chimie qui se développe sur papier est sans saveur et sans odeur. Elle s'oppose à l'idée que s'en fait la perception physiologique : formes, couleurs, odeurs, impression du toucher : liquide, pâteux, visqueux, gras, solide, malléabilité, gaz, bulles. Les textes modernes ne comportent pratiquement plus d'indications physiologiques à propos des produits décrits.

La chimie abstraite, conceptuelle, qui manie des atomes et des molécules, s'oppose à la chimie manipulation de la matière. Elle ne tombe pas sous l'évidence des sens physiologiques, elle ne répond pas à leur action. (C'est l'une

des raisons de la résistance des chimistes français à la théorie atomique jusque vers les années 1940). Pourtant, la chimie parle directement au corps : elle pue, elle irrite, elle brûle, elle enivre, elle parfume, elle fume, elle est colorée, elle tache (*figure 2*), ... Pour la mettre en œuvre, il faut filtrer, distiller, broyer, écraser, triturer. Les sens et la main participent à l'action, sont engagés, menacés aussi.

Deuxième caractère généralement perçu : la chimie est l'art des transformations (*figure 3*). Beaucoup de pratiques communes : distillations, teintures, dissolutions, mélanges, agitations... sont conduites pour aboutir à un changement de nature ou d'aspect d'une matière initiale ou d'un mélange de produits. La résistance de la matière, sa souplesse, constituent des paramètres importants du rapport sensuel. Les instruments associés aux transformations sont des ustensiles familiers : alambics, mortiers, tamis, traitement à la vapeur, etc., très souvent utilisés dans un contexte domestique souvent culinaire.

Roland Barthes a montré comment l'idée de «plastique» s'était insérée dans la culture dans les années 50 [2]. «*Le plastique, dit-il, est l'idée même de la transformation infinie de la substance*». Grâce au moulage, il fait mille formes différentes et utiles. Entre métal et caoutchouc, il offre simplement une «résistance», forme des objets «au son plat» quand on les cogne et susceptibles de prendre toutes les sortes de couleurs



Figure 2 - "La chimie parle directement au corps : elle pue, elle irrite, elle brûle...", Gaston 8 : Lagaffe nous gâte, Franquin, Éditions Dupuis, 1970, p. 57 ; (c) Éditions Dupuis.



Figure 3 - "La chimie est l'art des transformations", *Le Journal de Mickey*, 23 mars 1994, n° 2179, p. 35 ; (c) The Walt Disney Company, par autorisation spéciale.

vives et criardes. Capable d'imiter tout, il est matière universelle, mais dévaluée. Il est l'incarnation de la capacité de la chimie à copier, à reproduire, à imiter.

De là, une idée commune qui oppose le royaume de l'artificiel, produit de la chimie, à celui du naturel, qui existait «avant». Il est très difficile de convaincre les gens qu'une molécule produite par l'industrie pharmaceutique est rigoureusement la même que son homologue naturelle, consommée par exemple au sein d'un fruit. La seconde paraît toujours avoir un avantage imprescriptible sur la première, parce que sa naissance est «juste». Par conséquent, elle est fatalement différente, «supérieure», car «l'histoire» de sa genèse est connue, honorable et longue. La substance «naturelle» a mûri progressivement, elle s'est développée dans le temps, elle n'est pas apparue comme l'artificielle à la suite d'une réaction chimique instantanée dans un récipient vulgaire. Elle a bénéficié d'une gestation qui fait lien avec le vivant. Cette tentation de diminuer systématiquement la valeur de ce que produit l'industrie chimique pour l'usage commun vient peut-être du fait que l'objet (un seau par exemple) est facilement fabriqué par une machine, et que la somme de savoir, d'habileté manuelle, que devait employer l'artisan pour produire son équivalent d'usage à partir de matières «naturelles» est prati-

quement dévaluée, néantisée ; si bien que du point de vue du plaisir de la valeur cachée qui entre dans un objet par le fait de savoir que des artisans ou des artistes y ont travaillé avec soin, l'objet en plastique ne vaut rien, car il n'a pas «d'histoire».

En ce qui concerne le plastique, grâce aux efforts de quelques créateurs et à l'importance des compétitions sportives, ce point de vue commence lentement à changer...

La perception populaire de la chimie est intimement liée à la description classique et onirique du monde à travers les «quatre éléments». Gaston Bachelard, dans une série d'ouvrages [3], a montré comment le feu, l'eau, l'air et la terre étaient la source la plus ordinaire des images littéraires maniées par de nombreux poètes et romanciers. La chimie est évidemment centrale à la mise en œuvre des quatre éléments. Dans sa pratique expérimentale, elle les combine tous. On perçoit qu'elle agit ainsi pour produire des transformations. Elle change le liquide en gaz, le minerai terreux en métal brillant. Elle manipule l'acide, substitut liquide du feu, qui brûle la peau et attaque le métal. Elle produit «l'eau-de-feu» qui chauffe le gosier, elle connaît des solvants qui font disparaître la matière, elle sait, au contact d'un liquide et d'un solide, engendrer le flot turbulent ou malodorant du gaz, etc.

La chimie est au cœur du problème des «quatre éléments», elle est par conséquent un savoir associé à une volonté de puissance, celle de commander «aux éléments». Une puissance respectable et à craindre.

Le fonds diffus physiologique et animiste qui entoure la perception de la chimie par la culture populaire, qui d'un côté la valorise comme puissance mystérieuse, marque d'un pouvoir à demi-sacré, et de l'autre la dédaigne comme productrice d'objets vils, cette ambiguïté entre attraction prudente et respectueuse et rejet au nom d'une sorte d'esthétique morale, s'appuie en fait sur des images conventionnelles précises qui sont diffusées par les médias et que nous allons passer en revue.

Le dialogue entre le sentiment public flou de ce qu'est la chimie et la réalité de la pratique par les professionnels est presque impossible, car on est dans la situation que décrivent les psychanalystes jungiens [4], celle où s'opposent une conception du monde «mâle», rigide, dogmatique, celle de l'**animus**, et une conception «féminine», souple, rêveuse, floue, sensible, celle de l'**anima**. Il paraît que chaque individu, homme ou femme, est soumis à la pression de ces deux visions antagonistes de ce que doit être le «bon» comportement. On peut concevoir qu'il en est de même pour le corps de la société. La situation de la chimie peut paraître franchement catastrophique, étant donné les blocages de chaque côté.

Les images médiatiques de la chimie

Les images médiatiques de la chimie sont extrêmement stéréotypées et c'est leur répétition permanente qui entretient et renforce l'image populaire de la chimie, quelquefois sous des jours très sombres. Elles ont toujours une forte charge émotionnelle dans la mesure où elles manipulent des archétypes fondamentaux ancrés dans la structure de l'inconscient. Elles sont du type de celles que charrient depuis toujours les contes, les légendes, les récits épiques, les fables, les mythologies, les anecdotes, la romance en général. Aujourd'hui, on les rencontre dans la presse quotidienne, à la télévision, dans les films et les bandes

dessinées. Elles s'insèrent dans des récits très schématiques, primaires, alors que souvent, aujourd'hui, les autres parties de la science fournissent des éléments dramatiques assez sophistiqués à quantité d'histoires construites aussi sur des archétypes conventionnels [5].

La sorcière et son chaudron

Cette image est très ancienne. Elle est directement liée à la mythologie des quatre éléments. Le célèbre chant des sorcières de l'acte IV de *Macbeth* de Shakespeare illustre parfaitement le thème. La mixture dans le chaudron bouillonne et le feu flambe (figure 4). Le chaudron est la terre, d'autant plus que la scène se passe dans une caverne. Les sorcières rassemblent un nombre important d'ingrédients divers, tous supposés isolément répugnants. Elles effectuent donc une synthèse, elles rassemblent de mauvaises forces éparses pour les contraindre à coopérer à une œuvre maléfique (les fées font la même chose pour les forces bénéfiques). Elles connaissent en effet les correspondances secrètes des choses entre elles, savoir traditionnel qui, jusqu'au XVI^e siècle, forme la base officielle de la connaissance. Le chaudron est très fréquemment

présent dans l'iconographie des histoires en bandes dessinées pour enfants. Celles-ci ont pris la succession des contes traditionnels, et continuent à colporter des images fortes qui imprègnent très tôt l'imaginaire et par conséquent perdurent...

L'explosion.

Les élèves des cours de chimie des lycées ricanent en attendant le moment où «ça va péter». On ne peut pas imaginer la chimie sans explosion. La fondation paraît être l'invention des explosifs. L'explosion, c'est la puissance libérée dans un éclair, la dispersion soudaine des parties. Elle se situe dans la symbolique à l'opposé du chaudron.

Le poison

Ce qui se prépare dans le chaudron, c'est le poison, pour l'âme, le corps ou l'esprit. C'est la substance qui va changer le cours naturel des choses. Les poisons sont liés à l'idée de métamorphose, celles du comportement (exemple : Siegfried chez Wagner qui perd la mémoire après avoir consommé un philtre), de la mort, métamorphose suprême, ou de la transformation en pierre, en bête ou en monstre. Autrefois,



Figure 4 - "La mixture dans le chaudron bouillonne et le feu flambe", par Y. Delporte et Peyo. Extrait de l'album "Les Schtroumpfs Noirs", p. 8 ; (c) 1963 Peyo (licence IMPS, Bruxelles, 1995).



Figure 5 - "La chimie est devenue le grand, presque l'unique, producteur de vecteurs d'empoisonnement", extrait de l'album «1996» de Chantal Montellier, Les Humanoïdes Associées, 1977. (D.R.).

les métamorphoses, telles qu'elles sont décrites dans le poème latin d'Ovide, étaient le résultat de la volonté, de la colère ou du désir des dieux. Mais depuis la «disparition» de ceux-ci, elles ont besoin d'être induites par un vecteur, le philtre, ou le poison, un liquide souvent, consommé par la victime innocente, mais qui peut être aussi le résultat de la pollution d'une substance pure indispensable à la vie, comme l'air. Les poisons peuvent être insidieux, ils s'attaquent à presque tout, ils peuvent déclencher des peurs paniques si on les soupçonne de provoquer maladies ou infirmités, et surtout, s'ils touchent aux enfants ou au système de reproduction. La «chimie» est devenue le grand, presque l'unique, producteur de vecteurs d'empoisonnement (figure 5) (cf. l'émotion suscitée par la dioxine). Cela est très lié à la mythologie contemporaine des «démons cachés» qui n'est pas autre chose que la résurgence des terreurs païennes, un temps canalisées par les vies des saints, celles des choses embusquées dans l'environnement pour nuire, et que le mauvais hasard (thème romanesque) conduit l'innocent à rencontrer.

La formule ou le grimoire

Cette notation écrite du savoir, qui ne peut être déchiffrée que par des initiés, est supposée rassembler le Tout en quelques signes. De là, sa saveur d'absolu (cf. le galvaudage de $E=Mc^2$). La chimie est supposée abonder en

savoirs secrets encodés dans des formules magiques. Face au grimoire, l'image de l'innocent, la victime potentielle, s'oppose automatiquement à celle de celui qui sait. Mais celui-ci est-il bon ou mauvais ?

L'image du savant chimiste

On distingue cinq catégories :

– Le **bon héros**, qui met son savoir au service du bien. C'est un expert, il travaille beaucoup, il étudie beaucoup. C'est un chef.

– Le **mauvais héros**, qui met son savoir au service du mal. C'est un expert, il travaille beaucoup, il étudie beaucoup. C'est un chef.

Ces deux figures symétriques s'opposent fréquemment dans les récits, surtout dans les bandes dessinées consommées par les enfants. Généralement, leur laboratoire (avec le chaudron, etc.) est dans une grotte ou une caverne. Ils luttent à coups de transformations induites par leur savoir chimique.

– Le **savant mercenaire** est au service des méchants, ce n'est pas un leader comme dans le cas précédent. Il exécute des commandes. Il est quelquefois tué par ses maîtres (par exemple, le savant qui fabrique le poison destiné à tuer le Roy, dans le récent film de Bertrand Tavernier «*La Fille de d'Artagnan*»). La *révolte* du savant mercenaire est aussi un thème romanesque classique.

– Le **savant-fou** : la gamme va du sinistre au simplement un peu dans la lune (comme Tournesol)

– L'**apprenti-sorcier** (figure 6), ou tragique, ou comique (comme Gaston la Gaffe).

Dans tous les cas, ces personnages jouent avec un certain pouvoir, mais qui les dépasse car les uns et les autres font souvent des erreurs (figure 7). Il y a en effet l'idée que les processus en jeu doivent être exécutés, d'une manière rigoureuse, ce que le grimoire est chargé d'encoder. L'inattention, la distraction est la faute classique qui induit la catastrophe (une situation conventionnelle dans les contes de fée, qui entraîne la succession des aventures du héros).

Le décor favori de l'activité du chimiste est le souterrain

Les laboratoires des bons comme des méchants sont enfouis sous terre. C'est

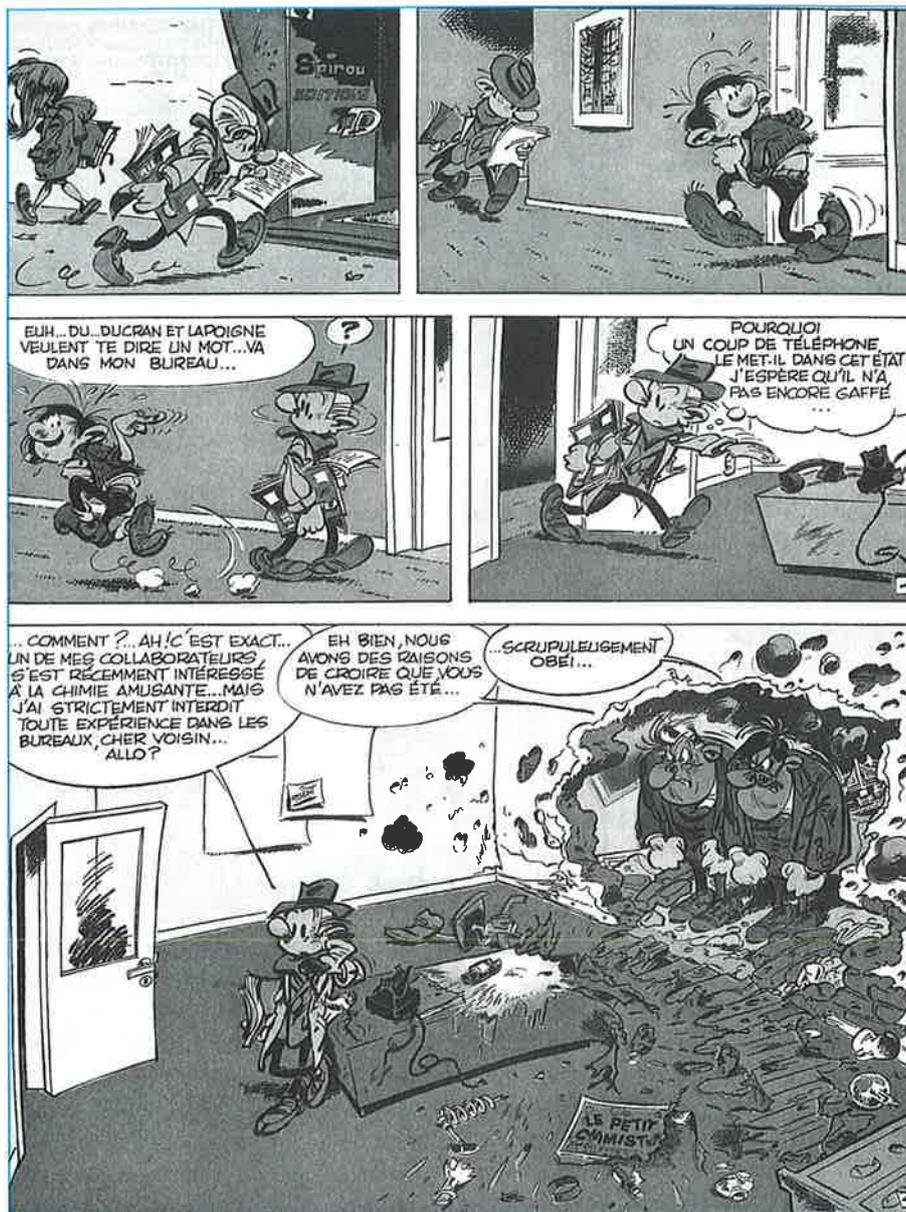


Figure 6 - Une image médiatique de la chimie : l'apprenti sorcier, Gaston 6 : Des gaffes et des dégâts, Franquin, Éditions Dupuis, 1968, p. 20 ; (c) Éditions Dupuis.

là que peuvent être manipulés les trésors de la science (de fait, beaucoup de musées des sciences conventionnels ont une mise en scène sombre, de style caverne). L'idée est que ce savoir est produit loin des yeux des profanes, dans des endroits cachés. Les innocents n'ont pas accès à ces lieux, n'imaginent même pas qu'ils existent... De là, l'excitation médiatique lorsqu'apparaissent des révélations... L'image de la caverne est évidemment celle d'une matrice où naissent les choses. Un endroit qu'il n'est pas convenable de violer, ou même de contempler. Le savant semble dépenser là une énergie de type sexuelle.

De fait, des profondeurs de la terre naissent les merveilles de la chimie : les

métaux, l'or en tête, le charbon, le pétrole. La chimie contribue aussi, par les engrais, à améliorer la qualité de la profondeur des sols. La propagande chimique montre que l'on peut tirer des entrailles de la terre beaucoup de produits, y compris des choses qui se mangent (un exemple de transformation, de métamorphose, de transmutation, entre le minéral et l'aliment, entre le minéral et ce qui est vivant ou convient au vivant). La chimie tire des profondeurs le matériau primaire sur lequel elle va exercer sa magie, mais en même temps, son rapport avec la terre est ambigu car ce qu'elle extrait souille la surface. Elle sait ouvrir l'intérieur des choses, en extraire les trésors, mais ce



Figure 7 - "...un certain pouvoir, mais qui les dépasse car les uns et les autres font souvent des erreurs", Franquin, *Gaston 6 : Des gaffes et des dégâts*, Éditions Dupuis, 1968, p. 17 ; (c) Éditions Dupuis.

faisant, elle commet un sacrilège dont la sanction est la transformation, la métamorphose, la transmutation, de l'extérieur d'un état avenant à un état repoussant. L'idée d'une malédiction inévitable est attachée à l'audace de la recherche.

L'industrie chimique martyrise «l'innocent»

Alors que la chimie passe pour une science obscure, mais respectable, l'industrie chimique est soupçonnée des plus mauvaises intentions [6]. Le cliché dominant est celui d'une force organisée pour le profit immédiat maximal, sans égards ni pour les personnes, ni pour les biens, ni pour la qualité des «quatre éléments», ni pour les paysages, etc. Seulement soucieuse d'intérêts économiques et financiers, elle répond aux interrogations par des avalanches de chiffres. C'est typiquement le domaine où s'affrontent «animus» et «anima» dans la communication.

L'image la plus outrancière de l'industrie chimique est directement tirée des contes, c'est celle de la mauvaise Fée ou de la méchante Reine qui offre une pomme empoisonnée à la belle enfant. Ce procédé révolte. Il s'agit bien entendu d'une variante du thème de l'innocent trompé par une âme habile, mais perverse. Dans les contes, l'innocent, par l'épreuve, peut réussir à se transformer en héros, ou encore, un «chevalier blanc» peut venir à son secours et combattre à sa place. Le thème du «chevalier blanc» est très fréquent. Comme le titre est auto-proclamé, surtout si l'innocent est un être collectif, comme une population menacée de quelque fléau, le «chevalier

blanc» peut facilement se tailler une place centrale dans l'histoire éternelle de la lutte du Bon contre le Méchant. C'est ce que font des associations ou des individus en s'attaquant systématiquement à l'industrie chimique, l'écho médiatique est assuré. L'opinion publique en effet, comme les enfants dans les contes, prend toujours le parti de l'innocent.

Que faire ?

Les images médiatiques de la chimie rassemblées ici sont évidemment très éloignées de la réalité. Elles ne rendent pas compte du rôle de la chimie, via les matériaux, du métal au plastique, et via les sources d'énergie, dans le changement de la vie quotidienne apporté par quatre siècles de science à travers la conquête de la force motrice par la combustion, l'usage de l'électricité, et l'apport des techniques de production de masse du photon, l'éclairage sous toutes ses formes. Ces progrès ont changé la vie quotidienne parce qu'ils ont muni l'homme de véritables prothèses corporelles qui ont démesurément amplifié ses capacités physiologiques. La chimie est une composante essentielle de ce processus et elle a notamment contribué à l'allongement de la durée de la vie humaine.

Pourtant, on l'a vu, son image médiatique reste aussi primitive que celle que véhiculent depuis toujours les contes et les légendes. Comment faire mieux percevoir la réalité de l'animus à la sensibilité de l'anima ? Le système scolaire semble insuffisant, car conçu dans la perspective d'examens, il choisit ses matières comme des exercices

destinés à entraîner l'agilité conceptuelle des élèves au lieu de tenter de fonder une base culturelle, par exemple en enseignant l'histoire des sciences.

Je crois qu'il faut tenter d'insérer plus de chimie dans les histoires de science que les médias véhiculent avec succès. Il s'agit de greffer la chimie sur les procédés littéraires, manipulés par les vulgarisateurs [5]. Pour cela, il est nécessaire, et c'est difficile, d'éviter les clichés traditionnels, de savoir construire des récits, des fables, dont les héros positifs soient des chimistes réels, pas des caricatures, ou de personifier adroitement les matières chimiques (comme le fait Pierre Gilles de Gennes [7]). Certainement, le récit culinaire est de ce type là [8], mais attention, le mariage de la chimie et de la cuisine est déjà un classique de l'imagerie populaire...

Références

- [1] Caro P., Comment vulgariser la chimie ?, *Savoir*, oct-déc 1990, 2, 4, p. 595-607.
- [2] Barthes R., *Mythologies*, Le Seuil, Paris, 1957.
- [3] Bachelard G., *L'eau et les Rêves*, José Corti, Paris, 1942 ; *L'air et les Songes*, José Corti, Paris, 1943 ; *La Psychanalyse du Feu*, Gallimard, Paris, 1949 ; *La Terre et les Rêveries de la Volonté*, José Corti, Paris, 1947 ; *La Terre et les Rêveries du Repos*, José Corti, Paris, 1948. Voir aussi les commentaires de Lyotard J.F. sur l'imagination de la matière chez Bachelard «L'eau prend le ciel» in «*Des dispositifs pulsionnels*», Christian Bourgois, Paris, 1980, p. 149-169.
- [4] Jung C.G., *Man and his Symbols*, Aldus Books, London, 1964.
- [5] Caro P., Les procédés littéraires du récit dans la vulgarisation scientifique écrite et télévisuelle, in *Science en Bibliothèque*, Éditions du Cercle de la Librairie, Paris, 1994, p. 127-142.
- [6] Armand D., Enquête sur l'image de la chimie présentée à Biarritz aux journées «Chimie et Société», CNRS, mars 1994.
- [7] De Gennes P.-G., Badoz J., *Les objets fragiles*, Plon, Paris, 1994.
- [8] This H., *Les secrets de la casserole*, Belin, Paris, 1993.

L'Actualité Chimique remercie Chantal Montellier, Les Éditions Dupuis, The Walt Disney Company (France SA) et IMPS pour l'autorisation de reproduction des vignettes illustrant l'article de Paul Caro.

La chimie et le 4e programme cadre de recherche et de développement technologique (PCRD, 1994/98) de l'Union européenne

Claude Quivoron* professeur, directeur des relations européennes à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI)

La Communauté économique européenne (CEE), devenue récemment l'Union européenne, s'est engagée, à partir de 1984, dans une politique coordonnée de recherche et de développement technologique, qui est progressivement devenue l'une des composantes fortes de l'action communautaire depuis le Traité de Rome.

La recherche communautaire au cours des dix dernières années

Cette politique a été mise en œuvre par l'adoption de programmes cadres de recherche et de développement technologique (PCRD), de durée pluriannuelle (4 ou 5 ans) et dont les montants globaux ont été les suivants (MECU : million d'ECU ; 1 ECU : 6,5 F) :

3 200 MECU 1er PCRD (1984/87)
(env. 20 milliards F)
5 400 MECU 2e PCRD (1984/91)
(env. 35 milliards F)
6 600 MECU 3e PCRD (1990/94)
(env. 43 milliards F)

Le schéma 1 indique, à titre documentaire, les principaux programmes spécifiques des 2e et 3e PCRD, ainsi que leurs évolutions financières respectives.

Sans vouloir les détailler ici, les acronymes des principaux sous-programmes

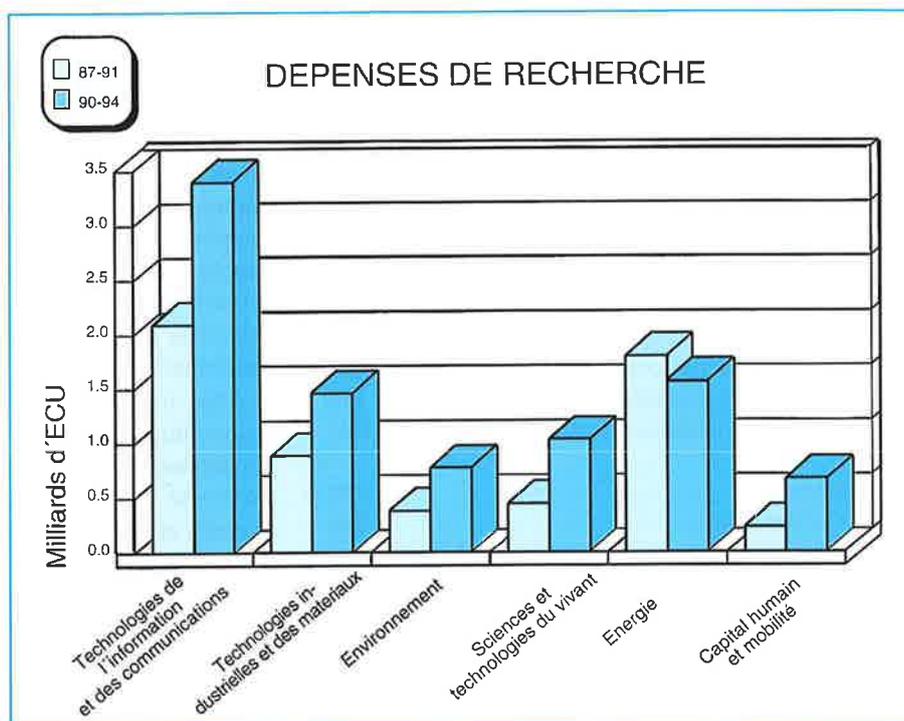


Schéma 1 - Dépenses de recherche des 2e et 3e PCRD. (Source : Commission des Communautés européennes, Les programmes communautaires de recherche, 3e édition, Office des publications officielles des Communautés européennes, 2985 Luxembourg, 1992, p. 12).

étaient connus sous les appellations :

- Esprit, Race, AIM, Delta, Drive (technologies de l'information et des communications),
- Brite/Euram, Craft (technologies industrielles et des matériaux), Step, Epoch, Mast (environnement),
- Bridge, Eclair, Flair, STD (sciences et technologies du vivant),
- Joule (énergie),
- CHM, Science (capital humain et mobilité).

On constate, d'après ce schéma, que les priorités du 3e PCRD (1990/94), en terme de dépenses de recherche, ont surtout concerné les technologies de l'information et des communications (39 %), les technologies industrielles

et des matériaux (16 %) et l'énergie (16 %).

Son impact sur la recherche française

Pour la recherche industrielle, la part des travaux financés ou cofinancés sur crédit PCRD est difficile à évaluer. Elle dépend de la taille de la société et de la nature du programme spécifique. La Commission de Bruxelles a publié des statistiques relatives aux bénéficiaires de programmes communautaires de recherche (gérés par la DGXII, Direction générale « Science, recherche et développement ») pendant la période 1988/90, dans les 12 états membres.

* Université Pierre et Marie Curie, tour centrale, 18e étage, 4, place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 44.27.26.81. Fax : (1) 44.27.26.80.

Tableau I - Programmes spécifiques du 4e PCRD (1994/98).

Domaines	Budget (en millions d'ÉCUS)
Action 1 - Programme de RDT et de démonstration	10 686
I. Technologies de l'information et des communications	3 405
1. Télématique	843
2. Technologies des communications	630
3. Technologies de l'information	1 932
II. Technologies industrielles et matériaux	1 995
4. Technologies industrielles et matériaux	1 707
5. Normes, mesures et essais	288
III. Environnement	1 088
6. Environnement et climat	852
7. Sciences et technologies marines	228
IV. Sciences et technologies du vivant	1 572
8. Biotechnologie	552
9. Biomédecine et santé	336
10. Agriculture et pêche	684
V. Énergie	2 256
11. Énergie non nucléaire	1 002
12. Sécurité de la fission nucléaire	414
13. Fusion thermonucléaire contrôlée	840
VI. Transports	240
14. Transports	240
VII. Recherche socio-économique finalisée	138
15. Recherche socio-économique	138
Action 2 - Coopération internationale	540
Action 3 - Diffusion et valorisation des résultats de la recherche	330
Action 4 - Formation et mobilité des chercheurs	744
Total	12 300

En France, les parts financières des grandes entreprises et des PME/PMI ont été respectivement de 20 % et de 18 % ; soit 38 % pour la recherche industrielle (le complément, soit 62 %, pour la recherche publique, au sens large). Si cette répartition est similaire pour la Grande-Bretagne, l'Allemagne se distingue de tous les États membres, avec une «part industrielle» de 53 % (36 % pour les grandes entreprises et 17 % pour les PME/PMI).

Pour l'ensemble des États membres et pour la même période (1988/90), la participation des PME/PMI aux programmes

industriels est importante en terme numérique (70 % des projets Esprit et 55 % des projets Brite/Euram impliquant au moins une PME/PMI), elle l'est moins en terme financier. La quasi-totalité des PME/PMI participant à ces programmes communautaires possèdent des capacités propres de recherche.

Au niveau de la recherche publique (universités, écoles d'ingénieurs ou organismes publics de recherche), les laboratoires, dans leur globalité, ont grandement bénéficié des fonds de la Communauté, malgré la complexité des dossiers à remplir, la sélection qui devient de plus en plus rude et la lourdeur de la «machine bruxelloise».

Afin d'apprécier les actions du PCRD auprès des laboratoires de mon université (148 en sciences et 112 en médecine), j'ai effectué une enquête sur les contrats communautaires obtenus en matière de recherche, au cours des quatre dernières années 1991/94 (en pratique, dans le cadre du 3e PCRD). L'université Pierre et Marie Curie a ainsi conclu, tous programmes spécifiques confondus, un minimum de 210 contrats, d'un

montant global de près de 17 MECU, soit environ 110 MF. En y ajoutant les contrats de recherche «hors PCRD» (Eureka, Peco = pays de l'Europe Centrale et Orientale, Intas = pays de l'ex-Union Soviétique), cette université a atteint un montant minimum de 120 MF, soit 30 MF par an. Il est utile de mentionner ici que, pour les années correspondantes, le montant global de l'enveloppe «recherche» du ministère de tutelle (DRED), destiné aux laboratoires a été d'environ 60 MF par an. C'est dire l'importance des contrats communau-

taires en tant que source de financement des laboratoires de cette université prise comme exemple et, de ce fait, de l'ensemble des laboratoires de recherche publique.

Le 4e PCRD (1994/98) et ses programmes spécifiques

La presse s'est fait l'écho de l'adoption définitive, par le Conseil des ministres européens de la recherche en avril 1994, du 4e programme cadre de recherche et de développement technologique, pour la période 1994/98 (voir *Journal Officiel de la Communauté Européenne (JOCE)*, 18 mai 1994). En réalité, cette période est théorique car les adoptions successives des programmes spécifiques constitutifs, de juin à décembre 1994, ne permettront aux premiers contrats signés de démarrer que dans le courant de l'année 1995.

Le montant global alloué à ce 4e PCRD est de 12 300 MECU soit près de 80 milliards de francs, plus une réserve de 700 MECU, qui sera affectée en juin 1996. A ces montants devront s'ajouter les quotes-parts des 3 nouveaux États membres (Autriche, Finlande et Suède) depuis le 1er janvier 1995, ainsi que celles des États associés (Norvège et Islande) appartenant à l'AELE (Association Européenne de Libre Echange). C'est donc un effort considérable consacré à la recherche communautaire, puisqu'il correspond par an, à 2 budgets annuels du CNRS, salaires compris !

Le tableau I donne la répartition financière de ce 4e PCRD, composé de 15 programmes spécifiques de recherche et de développement technologique (RDT) et de démonstration (Action 1). Ainsi que l'indiquent leurs intitulés, ces 15 programmes sont, au niveau thématique, très sectorialisés. Par contre, les 3 derniers programmes spécifiques (Actions 2, 3 et 4) sont «horizontaux» et intéressent, a priori, tous les secteurs disciplinaires de recherche.

Les choix prioritaires de ce nouveau programme cadre, par rapport au précédent, sont majoritairement les suivants :

- l'accroissement, en valeur absolue, des grands programmes industriels : technologies de l'information et des

Tableau II - Les 10 premiers chimistes mondiaux en 1993 (extrait d'*Information Chimie*, 1994, 360, p. 10).

Groupes	CA en Mrds \$		Bénéfices (pertes) en M\$		Dépenses de R & D en M\$		Investissements en M\$		Effectifs	
		Évol. en %		Évol. en %		Évol. en %		Évol. en %		Évol. en %
Hoechst (All)	26,96	+0,3	net : 443	-36,0	1 780	+4,6	2 106	-4,8	172 483	-2,9
Bayer(All)	24,00	-0,5	net : 803	-12,2	1 848	+2	1 848	-10,4	151 900	-2,9
Du Pont(USA)	22,30	+2,3	op.après impôt : 105	-88,4	1 132	-11,4	2 050	-24,5	114 000	-9,0
BASF(All)	21,20	-4,0	béné.d'exploit. : 430	-45,5	1 132	-5,6	2 423	-0,3	112 020	-9,1
Unilever GB + PB)	18,62	+4,4	net : 1 720	+4,8	751	-	888	-	-	-
Dow (USA)	18,06	-5,0	net : 644	-	1 256	-3	1 397	-12	55 400	-10
Ciba (Suisse)	14,84	+2,0	net : 1 166	+17,0	1 442	+31	1 140	+31,5	87 480	-3,4
Rhône-Poulenc (F)	13,77	-1,4	net : 164	-36,5	1 095	-2,8	1 062	-2,6	81 678	-2,0
Elf Aquitaine (F)										
Elf Atochem	8,39	-0,5	(256)	-	248	-	547	-	36 000	-
Sanofi	4,02	+9,8	net : 142	-21,3	393	+10	187	+6	31 200	-
ICI (GB)	12,25	+11,6	net : 45	-	291	-	-	-	67 000	non comp

communications (Esprit, Race) et technologies industrielles et des matériaux (Brite/Euram),

- l'apparition d'un nouveau programme sur les transports,
- une plus grande importance donnée aux 3 programmes horizontaux, particulièrement la diffusion et la valorisation des résultats.

Et la chimie dans tout ça ?

Au cours de la période de crise que nous traversons, les industries chimiques mondiales n'ont pas été épargnées. L'année 1993 a malheureusement confirmé une tendance constatée depuis quelques années : un recul du chiffre d'affaires des industries chimiques proprement dites, alors que celui des groupes impliqués dans la pharmacie, les spécialités ou la parachimie a pu progresser. Cela est encore plus vrai au niveau des bénéfices.

Cependant, si l'on considère les 10 premiers chimistes mondiaux au cours de l'année 1993 (tableau II), 8 d'entre eux sont européens. En écartant le groupe suisse, les 7 autres chimistes appartiennent à l'Union européenne, avec un CA global d'environ 760 milliards F (70 % des 10 premiers), un bénéfice global d'environ 20 milliards F (64 %) et une dépense globale de R et D d'environ 44 milliards F (66 %).

Le 4e programme cadre est, à cet égard, beaucoup plus précompétitif que les précédents et, indépendamment de la place encore privilégiée de la chimie européenne, on peut se demander pourquoi il n'existe pas de programme

spécifique en chimie proprement dite, en recherches fondamentales et industrielles. Certains diront que la chimie (science de transfert, par excellence) a tellement de points d'application à ses frontières, qu'il paraît normal qu'elle émerge partiellement, comme c'est le cas, dans certains des programmes spécifiques ; d'autres, qu'un programme spécifique en chimie aurait dû marquer son importance, à la fois vis-à-vis des autres secteurs disciplinaires et au niveau de la politique européenne.

Quoi qu'il en soit, j'ai extrait, pour une lecture plus facile du 4e PCRD, les actions de certains programmes spécifiques qui doivent intéresser les chimistes et faire l'objet de soumissions de projets de leur part (les pourcentages affectés à ces actions représentent leurs parts financières dans les programmes spécifiques) :

• Technologies Industrielles et des matériaux, Brite/Euram III (1707 MECU)

- Technologies de production (36,5 %).
- Matériels et technologies pour l'innovation de produits (35 %).
- Technologies pour les moyens de transport (28,5 %).

• Normes, mesures et essais (288 MECU)

- Mesures pour les produits européens de qualité (40 %).
- Recherche relative aux normes et soutien technique du commerce (35 %).
- Métrologie au service de la société (25 %).

• Environnement et climat (852 MECU)

- Environnement naturel, la qualité de l'environnement et le changement

global (47 %).

- Technologies pour l'environnement (25 %).

• Sciences et technologies marines, MAST III (228 MECU)

- Sciences marines (40 %).
- Technologies marines (30 %).

• Biotechnologie (552 MECU)

- Biotechnologie des plantes et des animaux (24 %).
- L'usine cellulaire (22 %).
- Analyse des génomes (16 %).

• Biomédecine et santé, Biomed II (336 MECU)

- Recherche sur les maladies à impact socio-économique majeur : cancer, sida, tuberculose et autres maladies infectieuses, maladies cardio-vasculaires (42 %).
- Recherche sur le cerveau (12 %).
- Recherche sur le génome humain (12 %).
- Recherche pharmaceutique (11 %).

• Agriculture et pêche, AIR II (684 MECU)

- Technologies alimentaires (16 %).

• Énergies non nucléaires, Joule III (1 002 MECU)

- Énergies renouvelables (45 %).
- Combustibles fossiles (28 %).
- Amélioration de la conversion et de l'utilisation de l'énergie (27 %°).

• Sécurité de la fission nucléaire (414 MECU)

- Gestion et stockage des déchets radioactifs (27 %).

• Action 2 : Coopération avec les pays tiers (540 MECU)

- Coopération avec les pays en développement (43 %).

- Coopération avec les pays de l'Europe centrale et orientale et les États de l'ex-Union Soviétique (43 %).
- Coopération avec les autres cadres de coopération scientifique et technique en Europe (8,5 %).
- Coopération avec les pays industrialisés non européens (5,5 %).

• **Action 3 : diffusion et valorisation des résultats (330 MECU)**

- Diffusion des technologies vers les entreprises (48,5 %).
- Diffusion et exploitation des résultats de RDT (46,5 %).

• **Action 4 : formation et mobilité des chercheurs (744 MECU)**

- Réseaux de laboratoires (45 %).
- Formation par la recherche (35 %).
- Accès aux grandes installations (15 %).
- Mesures d'accompagnement : euroconférences, écoles d'été ; etc. (5 %).

Il n'est guère possible de détailler ici les conditions qui doivent présider à l'élaboration d'un projet de contrat transnational, car elles dépendent du type de programme spécifique, qu'il s'agisse des dates et de la fréquence des appels d'offre, du nombre de laboratoires participants, du nombre d'États membres partenaires, du caractère précompétitif du projet, du type de financement (action à frais partagés, action de préparation, d'accompagnement ou de soutien) ou de la participation d'entreprises, particulièrement de PME/PMI.

L'annexe, en fin d'article, rassemble un maximum de renseignements pratiques qui devraient permettre au lecteur d'obtenir toutes les informations nécessaires et/ou les dossiers relatifs à un programme spécifique donné, soit en s'adressant directement aux personnes travaillant à la Commission européenne (*annexe 5*), soit à l'un des représentants français des comités de gestion (*annexe 6*).

L'initiative "Sustech" du Cefic

Dans le but de coordonner et d'encourager la soumission de projets en chimie, dans le cadre de l'un des programmes spécifiques du 4e PCRD, le Conseil Européen de l'Industrie Chimique

(CEFIC) a établi un programme prioritaire de recherches coordonnées : «Sustainable Technologies in Chemistry» ou Sustech.

Ce programme comporte 8 thèmes fédérateurs qui peuvent particulièrement s'insérer dans les programmes spécifiques : Brite/Euram, Environnement et climat, Biotechnologie et énergies non nucléaires et qui sont les suivants :

- 1 - Technologies de minimisation des déchets. (traitement de l'eau et des émissions gazeuses).
- 2 - Nouveaux procédés technologiques (membranes, technologies liées aux séparations, conception de catalyseurs, recyclage et réutilisation, biotechnologies).
- 3 - Contrôle et simulation des procédés (capteurs, modélisation en réacteurs, sécurité).
- 4 - Outils pour la gestion de l'environnement.
- 5 - Gestion de l'énergie et nouvelles technologies
- 6 - Réhabilitation des sols contaminés (capteurs, contaminants industriels, biodégradation des contaminants organiques).
- 7 - Production chimique et énergétique à partir de la biomasse.
- 8 - Procédés liés aux technologies de l'information.

A ce titre, le Cefic compte obtenir de la Commission européenne, un fonds spécial pour ces programmes Sustech, ce qui paraît, à mon avis, extrêmement compromis, compte tenu du «bouclage» de tous les programmes spécifiques du 4e PCRD. Cependant, l'initiative Sustech présente l'avantage d'afficher les thèmes prioritaires retenus par l'industrie chimique européenne et de donner au Cefic, une certaine force de «lobbying» au bénéfice des projets déposés. A moyen terme, cette initiative pourrait déboucher sur l'inscription de certains de ces thèmes dans le futur 5e PCRD (pour toute information sur Sustech, voir *annexe 7*).

Les bourses de recherche dans le cadre du 4e PCRD

Les contrats accordés sur le 4e programme cadre peuvent permettre de financer, dans certains cas, des bourses de recherche, soit pour des doctorants

(post-graduate researchers), soit pour des chercheurs postdoctoraux (docteurs ou au moins 4 années de recherche à temps plein), soit des chercheurs confirmés (au moins 8 années de recherche à temps plein). De plus, des bourses de recherche de ces 3 types peuvent être demandées «hors contrats», afin de mieux accompagner les recherches financées par Bruxelles.

Les bénéficiaires de ces bourses, qui doivent effectuer leurs recherches hors de leur propre pays, sont des ressortissants des 15 états membres de l'Union européenne ou des états associés. Ils peuvent émaner, soit de la recherche publique (universités, organismes publics de recherche), soit de la recherche industrielle ; de même, les laboratoires d'accueil peuvent être universitaires (au sens large) ou industriels.

Il est important de noter que de telles bourses relèvent, soit de l'activité «formation par la recherche» de l'Action 4 «formation et mobilité des chercheurs», soit dans le cadre de certains des programmes du 4e PCRD. Ici également, les possibilités d'octroi de ces bourses de recherche, leurs types (pour doctorants, «postdoc» ou chercheurs confirmés) dépendent du programme spécifique considéré (à ce titre, contacter les responsables, *annexes 2, 5, 6*).

De plus, leurs montants dépendent du pays d'accueil ; en France, les bourses sont considérées comme des salaires (46 % de retenues). A titre indicatif, les bourses accordées en 1994, pour les catégories «doctorants» et «postdoc» étaient respectivement de 2 309 et de 3 745 ECU brut par mois (en France, respectivement d'environ 8 100 F et 13 150 F net par mois, après déduction des charges salariales). A cet égard, pour faire en sorte que le choix du futur boursier ne soit pas trop conditionné par la législation du travail dans tel ou tel pays, la Commission de Bruxelles étudie actuellement un statut de boursier européen, qui tiendra compte du «niveau de vie» des chercheurs nationaux des différents pays et du surcoût occasionné par l'expatriation temporaire.

«Pages jaunes» du 4e PCRD

1. Publications

- *Journal Officiel des Communautés Européennes (JOCE)*, Service des publications, 26, rue Desaix, 75727 Paris Cedex 15. Tél. : (1) 40.58.77.01/31. Fax : (1) 40.58.77.00.
- *La Lettre Européenne du Progrès Technique*. ANRT-Europe, 16, avenue Bugeaud, 75116 Paris. Tél. : (1) 47.04.47.57. Fax : (1) 47.04.25.20.
- *RDT INFO*, Commission Européenne DGXII, Service d'Information et de Communication, 200 rue de la Loi, 1049 Bruxelles, Belgique. Fax : +32 (2) 295 82 20.

2. Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

- Délégation aux Relations européennes, internationales, et à la francophonie (DREIF), 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05. Fax : (1) 46.34.39.99.
- Jeanne Monfret, Chargé de mission pour les Affaires communautaires concernant la recherche et la technologie. Tél. : (1) 46.34.35.85.
- Colette Joffrin, Programme «Formation et mobilité des chercheurs». Tél. : (1) 46.34.32.93.

3. Représentation permanente de la France à Bruxelles

- Lucien Laubier, conseiller pour la science et la technologie, 14, place Louvain, 1000 Bruxelles, Belgique. Tél. : +32 (2) 229 8211/29. Fax : +32 (2) 229 82 82.

4. Club des organismes de recherche associés (Clora)

Regroupement de 9 organismes de recherche français, auprès des Communautés européennes : BRGM, CEA, Cemagref, CNRS,

IFP, Ifremer, Inra, Inserm, Orstom et, très récemment, une représentation des universités.

- Clora, 47, rue Montoyer, 1040 Bruxelles, Belgique. Tél. : +32 (2) 506 88 64. Fax : +32 (2) 506 88 45

5. Programmes spécifiques du 4e PCRD

Coordonnées des personnes à contacter à la Commission européenne :

Technologies industrielles et des matériaux

- Ezio Andreta (1) (Recherche Industrielle). Fax : +32 (2) 295 80 46.
- Isi Saragossi (1) (Actions pour les PME). Fax : +32 (2) 296 33 07 ou 299 46 35.

Normalisation, mesures et essais

- David Gould (1). Fax : +32 (2) 295 80 72.

Environnement et climat

- Roberto Fantechi (1) (Environnement naturel, qualité de l'environnement et changement global) Fax : +32 (2) 296 30 24.
- H. Ott (1) (Technologies pour l'environnement). Fax : +32 (2) 296 30 24.

Sciences et technologies marines

- Jean Boissonnas (1) Fax : +32 (2) 296 30 24.

Biotechnologie

- Alfredo Aguilar (1) Fax : +32 (2) 295 53 65.

Biomédecine et santé

- Alain Vanvessel (1) Fax : +32 (2) 295 53 65.

Agriculture et pêche

- Xavier Goenaga (1) Fax : +32 (2) 296 43 22.

Énergie non nucléaire

- Michel Poireau (1) RDT. Fax : +32 (2) 295 06 56.
- Wiepke Folkertsma (2) (démonstration). Fax : +32 (2) 295 05 77.

Sécurité de la fission nucléaire

- Werner Balz (1) (tous domaines sauf radioprotection). Fax : +32 (2) 295 49 91.
- Jaak Sinnaeve (1) (radioprotection). Fax : +32 (2) 296 62 56.

Coopération avec les pays tiers et les organisations internationales

- Nicholas Newman (1) (EEE et Eureka). Fax : +32 (2) 296 42 89.
- Michel Chapuis (1) (COST). Fax : +32 (2) 296 42 89.
- Michaele Genovese (1) (Europe Centrale et Orientale, NIS). Fax : +32 (2) 296 14 12.
- Louis Bellemin (1) (Pays industrialisés non européens). Fax : +32 (2) 296 98 24.
- Timothy Hall (1) (Pays en développement). Fax : +32 (2) 296 62 52.

Diffusion et valorisation des résultats

- Jean-Noël Durvy (3). Fax : (19) 352 4301 41 29.

Formation et mobilité des chercheurs

- Dreux de Nettancourt (1). Fax : +32 (2) 295 69 95.

Programme Cadre

- R Escrirt (1) (coordination générale). Fax : +32 (2) 295 88 65.

• Adresse (1) :
Commission Européenne, DG XII
Science, Recherche et Développement,
200 rue de la Loi,
1049 Bruxelles, Belgique.

• Adresse (2) :
Commission Européenne, DG XVII
Énergie, 200 rue de la Loi
1049 Bruxelles, Belgique.

• Adresse (3) :
Commission Européenne, DG XIII
Télécommunications
Marché de l'Information et

Valorisation de la recherche,
200 rue de la Loi,
1049 Bruxelles, Belgique.

6. Programmes spécifiques du 4e PCRD

Coordonnées des représentants français, titulaires dans les comités de gestion des programmes.

Technologies industrielles et des matériaux (Brite/Euram III)

- Jeanne Seyvet, MESR, Département Recherche Industrielle, 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 46 34 34 79. Fax : (1) 46.34.39.29.
- Claude Gaillard, Ministère de l'Industrie, des Postes, des Télécommunications et du Commerce Extérieur, DGSI, 3/5, rue Barbet de Jouy, 75353 Paris Cedex 07. Tél. : (1) 43.19.43.20. Fax : (1) 43.19.43.69.

• Normes, mesures et essais

- Jean-Pierre Hochart, MESR, MST, 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 46.34.39.95. Fax : (1) 46.34.36.37.
- Serge Arondel, Ministère de l'Industrie, des Postes, des Télécommunications et du Commerce Extérieur, DGSI, 22 rue Monge, 75005 Paris. Tél. : (1) 43.19.51.19. Fax : (1) 43.19.50.44.

• Environnement et Climat

- Marie-Lise Chanin, MESR - DSPT 3, 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 46.34.31.08. Fax : (1) 46.34.37.52.
- Jean-Claude Serrero, Ministère de l'Environnement, DGAD, 20, avenue de Ségur, 75016 Paris. Tél. : (1) 42.19.17.67/46. Fax : (1) 42.19.17.70.

Sciences et technologies marines (MAST III)

- Jean-Claude Gascard, MESR - MST, 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 46.34.38.79. Fax : (1) 46.34.37.52.
- Pierre Monadier, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme, STCPMVN, 2, bd Gambetta, BP 53, 60231 Compiègne. Tél. : 44.92.60.02. Fax : 44.20.06.75.

Biotechnologie

- Pierre Printz, MESR, DSPT 5, 77, avenue Denfert-Rochereau, 75014 Paris. Tél. : (1) 40.51.20.20. Fax : (1) 40.51.21.06.
- Sophie Béranger, Ministère de l'Agriculture, DGAL, 175, rue du Chevaleret, 75013 Paris. Tél. : (1) 19.55.58.81. Fax : (1) 49.55.59.48.

Biomédecine et Santé

- Gérard Tobelem, MESR, DSPT 5, 77, avenue Denfert-Rochereau, 75014 Paris. Tél. : (1) 40.51.21.23. Fax : (1) 40.51.20.22.
- Philippe Lazar, Inserm, 101, rue de Tolbiac, 75013 Paris. Tél. : (1) 44.23.60.60. Fax : (1) 44.23.60.65.

Agriculture et Pêche

- Jean Crouzet, MESR, DSPT 9, 77, avenue Denfert-Rochereau, 75014 Paris. Tél. : (1) 40.51.21.18. Fax : (1) 40.51.20.40.
- Roger Cassini, Inra, 147, rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07. Tél. : (1) 42.75.91.38. Fax : (1) 42.75.94.26.

Énergies non nucléaires**Recherche et Développement**

- Jacques Chéron, MESR, DSPT 10, 61/65 rue Dutot, 75015 Paris. Tél. : (1) 40.65.61.72. Fax : (1) 40.65.67.82.

Démonstration Technologique

- Françoise Arnail, Ministère de l'Industrie, des Postes et Télécommunications et du Commerce extérieur, DGEMP, Service International, 101, rue de Grenelle, 75353 Paris Cedex 07. Tél. : (1) 43.19.31.41. Fax : (1) 43.19.48.66.

Action 2 : Coopération avec les pays tiers**Coordination du programme**

- Jeanne Monfret, Chargé de mission pour les affaires communautaires concernant la recherche et la technologie, MESR, DREIF, 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 46.34.35.85. Fax : (1) 46.34.39.99.
- Jean-Marie Travers, Ministère des Affaires étrangères, DCST, 34, rue Lapérouse, 75775 Paris Cedex 16. Tél. : (1) 43.17.73.63 / 74 76. Fax : (1) 43.17.75.74.

Coopération avec les pays de l'Europe centrale et orientale et avec les nouveaux états indépendants de l'ex-Union Soviétique

- Elisabeth Legrand, MESR, DAEIF, 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 46.34.38.49. Fax : (1) 46.34.34.72.

Coopération avec les pays tiers industrialisés non européens

- Paul Bartoli, MESR, DAEIF, 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 46.34.32.94. Fax : (1) 46.34.34.72.

Coopération avec les Pays en Développement

- Bernard Bachelier, MESR DREIF, 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 46.34.35.95. Fax : (1) 46.34.39.99.

Action 3 : Diffusion et valorisation des résultats

- Henri Loriers, MESR, DGRT, 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 46.34.33.48. Fax : (1) 46.34.38.71.
- Michel Oria, Ministère de l'Industrie, des Postes et Télécommunications et du Commerce Extérieur DGSII/STS,

66, annexe Bellechasse, 75007 Paris. Tél. : (1) 43.19.27.18. Fax : (1) 43.19.27.23.

Action 4 : Formation et mobilité des chercheurs

- Michel-Louis Gaillard, MESR, MST, DSPT2, 61/65 rue Dutot, 75015 Paris. Tél. : (1) 40.65.65.40. Fax : (1) 40.65.66.11.
- Francis Cambou, Centre d'Études Spatiales des Rayonnements, 9, avenue du Colonel Roche, 31029 Toulouse Cedex. Tél. : 61.55.66.60. Fax : 61.55.67.01.

7. Initiative «SUSTECH»

- CEFIC : Dr J. Bricknell, avenue E. Van Nieuwenhuysse 4, boîte 1, 1160 Bruxelles, Belgique. Fax : +32 (2) 676 73 00.
- Représentant français : Philippe Potin, Service des Affaires scientifiques et universitaires, Département Scientifique et de la Formation, Union des Industries Chimiques, 14, rue de la République, Puteaux Cedex 99, 92909 Paris La Défense. Tél. : (1) 46.53.11.63. Fax : (1) 46.53.11.06.

Association Bernard Gregory

L'association offre des services spécialisés sur serveur Minitel pour l'emploi des jeunes docteurs en sciences et la valorisation de la formation par la recherche :

- Diffusion des candidatures auprès d'employeurs
36.29.00.32 (Minitel, accès direct)
- Diffusion d'offres d'emploi
3615, code ABG (minitel)

Association Bernard Gregory, 53, rue de Turbigo, 75003 Paris.
Tél. : (1) 42.74.27.40. Fax : (1) 42.74.18.03.

De nouveaux polymères photoréfractifs

Bernard Kippelen * *chargé de recherche (CNRS), assistant research scientist*

Découvert dans des cristaux inorganiques il y a une trentaine d'années, et considéré à ses débuts comme une nuisance, l'*effet photoréfractif* a rapidement été reconnu comme un moyen extrêmement sensible et efficace pour enregistrer et restituer optiquement des pages entières d'information. Limités principalement à des cristaux inorganiques dont la croissance est difficile et coûteuse, les matériaux photoréfractifs n'ont pas connu à ce jour l'essor technologique attendu. Une nouvelle brèche vient de s'ouvrir dans ce domaine avec la découverte récente de polymères photoréfractifs dont les performances et les facilités de mise en forme surpassent celles des meilleurs matériaux photoréfractifs existants.

Les systèmes de communication devenant de plus en plus performants, les quantités d'informations à stocker, à traiter, et à restituer ne cessent de croître. Une seule image contient des milliers, voire des millions de bits d'information et les futurs systèmes doivent être capables de manipuler des milliers d'images. Des techniques optoélectro-

niques, comme l'enregistrement holographique, s'avèrent très prometteuses pour répondre à cette demande exigeante. En effet, la projection d'une image par une lentille dans un matériau enregistreur permet d'enregistrer des millions de bits simultanément en une fraction de seconde. Ce parallélisme massif constitue un atout majeur pour les techniques holographiques. Chaque image est enregistrée sous la forme d'un hologramme. Chaque hologramme est inscrit en superposant un faisceau laser contenant l'information avec un faisceau laser de référence dans un milieu enregistreur photosensible. En changeant l'angle ou la phase du faisceau de référence on peut superposer plusieurs hologrammes sur une même plage. Chaque image peut être relue instantanément à l'aide d'un faisceau laser et restituée par une caméra CCD (Charged Coupled Devices). Cette technique holographique permet d'atteindre, en théorie, des densités d'enregistrement de l'ordre du térabits/cm² (10¹²), soit une densité cent mille fois supérieure à celle d'un disque compact (CD-Rom).

Quoique suggéré dès 1948 par l'Anglais Dennis Gabor (prix Nobel de physique en 1971), l'enregistrement holographique a connu ses vrais débuts avec l'invention du laser dans les années soixante. Quelques années plus tard, la découverte accidentelle de l'effet photoréfractif dans des cristaux non-linéaires destinés à doubler la fréquence d'un faisceau laser, a suscité beaucoup d'espoir. Les matériaux dits photoréfractifs sont à la fois photoconducteurs et électro-optiques. Lorsqu'ils sont éclairés par deux faisceaux laser qui produisent une figure d'interférence (distribution péri-



Photo 1 - Exemple d'application des polymères photoréfractifs : l'enregistrement holographique. Restitution de l'image d'une pièce de 1 cent US enregistrée sous la forme d'un hologramme 3D dans le polymère photoréfractif. L'enregistrement et la lecture de l'hologramme sont réalisés avec une diode laser (9 mW) émettant à 675 nm (couleur rouge).

dique de zones éclairées et sombres), des charges (positives ou négatives) photogénérées dans les zones éclairées de la figure d'interférence migrent par diffusion, ou sous l'influence d'un champ électrique, vers les zones sombres de la figure d'interférence où elles sont piégées, laissant derrière elles des ions de charge opposée. Cette séparation de charge donne lieu à l'établissement d'un champ électrique interne qui modifie localement l'indice de réfraction du matériau électro-optique. Par définition, un matériau électro-optique possède un indice de réfraction qui peut être modifié par un champ électrique. Pour présenter des propriétés électro-optiques, le matériau ne doit pas posséder de centre d'inversion. Les matériaux photoréfractifs constituent donc des support de choix pour l'enregistrement hologra-

* University of Arizona, Optical Sciences Center, Tucson AZ 85721, États-Unis.
Tél. : +1 (602) 621.4341.
Fax : +1 (602) 621.96.10.

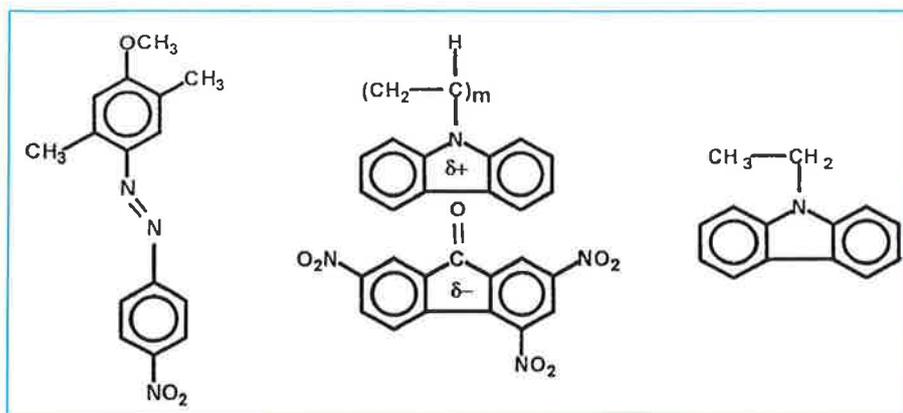


Figure 1 - Structure des constituants du composite polymérique photoréfractif développé récemment par l'équipe franco-américaine à l'université d'Arizona.

phique, les hologrammes étant codés sous forme de variations périodiques d'indice de réfraction. Avec ce type de codage, l'hologramme peut être relu en diffractant un faisceau laser de lecture sur le matériau qui agit comme un réseau de diffraction, avec des efficacités très élevées. De plus, l'hologramme peut être effacé en éclairant le matériau avec une source lumineuse uniforme.

L'effort de recherche consenti ces trente dernières années et les progrès considérables accomplis dans le domaine des cristaux photoréfractifs, notamment en France au LCR de Thomson-CSF, au Cnet Lannion et dans divers laboratoires du CNRS (IOTA à Orsay, LCS à Talence, IPCMS à Strasbourg, etc.), ont permis de fabriquer et d'expérimenter des dispositifs démonstrateurs dans des domaines aussi variés que l'enregistrement holographique, la corrélation optique et la conjugaison de phase. Néanmoins, les performances limitées, les difficultés liées au contrôle de la croissance, le coût élevé, ainsi que les difficultés de mise en forme des cristaux inorganiques n'ont pas permis à ce jour, l'essor technologique attendu.

Plus récemment, une nouvelle voie dans le domaine des matériaux photoréfractifs a été ouverte en 1991 par une équipe d'IBM à Almaden (San Jose, Californie) qui, pour la première fois, a développé un polymère photoréfractif (*Phys. Rev. Lett.*, **1991**, 66, p. 1846). Ce matériau de démonstration possédait des efficacités très inférieures à celles des cristaux photoréfractifs mais présentait l'énorme avantage d'être un matériau plastique, économique, facilement manipulable et peu fragile. L'effort de recherche entrepris par des équipes de recherche américaines les quatre

dernières années afin d'améliorer les performances de ces matériaux vient de se concrétiser par la mise au point d'un polymère (figure 1) par une équipe américano-française animée par N. Peyghambarian à l'université d'Arizona, en collaboration avec Bernard Kippelen, chercheur CNRS de l'Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg (unité mixte CNRS-ULP-EHICS). K. Meerholz et ses collaborateurs (*Nature*, **1994**, 371, p. 497-500) viennent de mettre au point un polymère photoréfractif qui possède des performances supérieures à celles des cristaux existants et simultanément tous les avantages de fabrication des matériaux plastiques. Le matériau, qui est constitué d'un alliage de polymères est basé sur le photoconducteur poly(N-vinylcarbazole) (PVK). La photosensibilité dans la partie visible du spectre (675 nm) est obtenue en ajoutant 2,4,7-trinitro-9-fluorénone (TNF) qui forme un transfert de charge avec PVK. Ce mélange photoconducteur, utilisé un temps dans d'anciens photocopieurs, est dopé avec le colorant azo 2,5-diméthyl-4(p-nitrophénylazo)anisole (DMNPAA), un colorant de couleur rouge dont la structure est très proche des colorants développés pour l'industrie textile entre les deux guerres. Ce type de colorant est constitué d'un groupe électrodonneur et un groupe électroaccepteur reliés par une chaîne conjuguée. Il possède un nuage électronique asymétrique fortement polarisable qui lui confère à l'échelle microscopique, de fortes propriétés optiques non linéaires. Les molécules de ce type connaissent actuellement un essor important et s'imposent de plus en plus comme les constituants de base des futurs dispositifs opto-électroniques. La

touche finale dans la composition du composite photoréfractif est apportée par N-éthylcarbazole (ECZ) qui joue le rôle de plastifiant et abaisse la température de transition vitreuse du composite sous la température ambiante. Le polymère est placé entre deux électrodes transparentes. Le champ électrique appliqué entre ces deux électrodes a un rôle triple : il oriente les molécules de colorants (qui possèdent un moment dipolaire permanent) afin d'induire les propriétés électro-optiques, il facilite la photogénération de porteurs et, enfin, il favorise le transport des porteurs dans le matériau. Les performances exceptionnelles de ces matériaux (des efficacités de diffraction proche de 100 % dans un film de 100 μm d'épaisseur et des coefficients de gain optiques quatre fois supérieurs à ceux des meilleurs cristaux photoréfractifs) constituent un étape importante dans le développement de nouveaux matériaux organiques pour l'enregistrement holographique. Ces performances, quoique fort prometteuses, peuvent être considérées comme préliminaires et des progrès importants sont attendus. Ces polymères photoréfractifs ne présentent pas encore des propriétés optimales pour l'enregistrement holographique car leur temps de réponse est encore relativement lent (0,5 s), et les temps de stockage de l'information ne sont que de quelques heures. Néanmoins, aux vues de la riche flexibilité structurelle qu'offre la chimie moléculaire, et des nouvelles propriétés physiques que présentent ces nouveaux matériaux par rapport à leurs analogues cristallins inorganiques, il est certain qu'ils seront amenés à jouer un rôle primordial dans le développement futur de nouvelles technologies de l'information.

Pour en savoir plus

Kippelen B., Meerholz K., Peyghambarian N., An Introduction to Photorefractive Polymers dans *Nonlinear Optics of Organic Molecular and Polymeric Materials*, (H. S. Nalwa Editor), CRC Press, en cours de publication (1995)

Génie chimique et procédés microondes : des illusions aux certitudes

Michel Delmotte* chargé de recherche

Dans les deux mois à venir nous fêterons le cinquantième de la fin de la dernière guerre mondiale et nous fêterons aussi le cinquantième de l'utilisation, en électrothermie, des microondes : cinquante ans d'un développement record de nos fours de cuisine et bientôt cinquante années d'illusions et de désillusions pour les industriels qui y ont vu un outil souvent exceptionnel mais tellement capricieux (Berteaud et Delmotte, 1993).

Le développement brusque depuis 1986 de la chimie de laboratoire assistée par microondes (Geyde *et al.*, 1986) n'échappe pas à cette ambivalence : rendements et sélectivités inhabituels, effets douteux (l'effet More en est l'exemple le plus caractéristique (Bose *et al.*, 1990) et transposabilité industrielle impossible. Ces faits sont cependant contemporains de créations par le CNRS d'outils microondes nouveaux pour l'électrothermie, que sont les applicateurs adaptés aux matériaux et à leurs transformations (Berteaud *et al.*, 1983), (Germain *et al.*, 1986). Ils sont également contemporains de l'action dirigée par le Programme Interdisciplinaire Ecotech (CNRS) qui a montré l'indissociabilité des questions électriques et des questions thermiques (Outifa, 1992) ; cette action de recherche a été conclue en

décembre 1993. Une mise au point devient donc urgente ; celle-ci a la témérité de résumer les objectifs de l'électrothermie microonde et de réhabiliter la variable température en montrant son rôle central pour les utilisations de cette électrothermie en génie chimique.

L'électrothermie microonde vise trois objectifs :

- L'électrothermie microonde est le chauffage par hystérésis diélectrique des matériaux et des produits mauvais conducteurs de la chaleur et non conducteurs de l'électricité. Le chauffage des matériaux conducteurs de l'électricité est, par contre, le domaine privilégié de l'effet Joule et du chauffage par induction. Pour les mauvais conducteurs de la chaleur, et donc difficiles à chauffer en profondeur, l'apport de chaleur sous forme d'énergie électromagnétique est le plus pertinent.

- Deuxièmement, cette électrothermie concerne la transformation thermique des produits thermosensibles, c'est-à-dire des produits qui subissent une dégradation sous l'effet d'une température trop élevée et malheureusement quelquefois indispensable pour assurer le transfert de chaleur convenable par conduction thermique à partir d'une paroi chaude.

De façon plus lapidaire, le second objectif de l'électrothermie microonde est ici de chauffer ces produits sans les surchauffer.

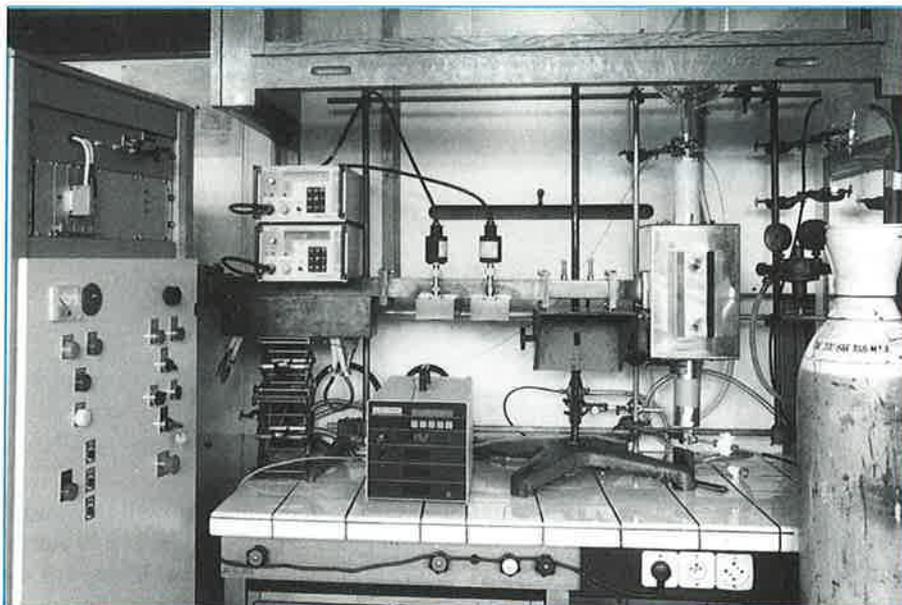
- Troisièmement, l'absence de la phase de transfert de chaleur par conduction thermique vers le produit à chauffer conduit toujours à une réduction des durées des opérations de transformation. Cette réduction est particulièrement mise à profit pour les produits labiles,

c'est-à-dire les produits dont l'évolution spontanée est préjudiciable à la sauvegarde de leurs qualités. L'objectif est ainsi de chauffer sans dégrader ou, de façon plus générale, de chauffer sans contrainte de temps.

Ce troisième objectif est sans conteste le plus porteur en génie chimique. On verra qu'il est simultanément le plus limitant et aussi celui qui a fait le plus «illusion». En effet, l'assertion «chauffer sans contrainte de temps» a quelquefois suggéré que l'apport d'énergie électromagnétique pouvait être instantané voire qu'il aurait pu s'agir d'un apport d'énergie sans chauffage. Une simple discussion thermodynamique montre a contrario qu'en tenant compte des caractéristiques diélectriques des produits ou des matériaux, la dégradation de l'énergie électrique par hystérésis diélectrique, ou exceptionnellement par effet Joule, conduira à une élévation de la température. Cette élévation de température résultera toujours de l'énergie électrique dissipée et de la capacité calorifique du système, mais aussi des transformations physico-chimiques endo- ou exothermiques réalisées et des transferts thermiques dus aux gradients de température.

La limitation inhérente à ce troisième objectif concerne l'incrément de température, c'est-à-dire la variation de la température en fonction du temps, et n'est que la vérification de la conservation de l'énergie. En effet, pour la situation où les transferts thermiques externes peuvent être négligés, la relation qui existe entre l'incrément de température et la densité volumique de puissance dissipée est bien établie ; le rapport entre

* Microstructure et mécanique des matériaux, LM3, CNRS URA 1219, ENSAM, 151, bd de l'Hôpital, 75013 Paris. Tél. : (1) 44.24.64.25. Fax : (1) 44.24.62.90.



En chimie assistée par microondes, le «réacteur-applicateur» tient autant de la colonne à reflux du chimiste que du coupleur bidirectionnel du radariste. L'équipement de base permet ici de générer des sources de chaleur de 0 à 5 W/cm³ dans un volume d'un litre de tout mélange réactif et d'assurer ainsi une élévation de température jusqu'à 2,5 °C/s, soit 150 °C/min (Photo CNRS, groupe des laboratoires de Thiais).

ces deux grandeurs est égal au produit de la masse volumique par la chaleur massique. Ce produit est voisin de 4 pour l'eau et de 2 pour la plupart des corps, lorsque la densité volumique de puissance dissipée est exprimée en W/cm³ et l'incrément de température en °C/s. La transposabilité, ou quelquefois l'impossibilité de la transposition des résultats de laboratoire, est déduite de ce simple concept. Pour une expérience de laboratoire conduite sous microondes et toute chose étant égale par ailleurs, la densité volumique de puissance dissipée est proportionnelle à la puissance microonde appliquée. Imaginons ainsi une expérience de laboratoire conduite sur 10 g de produit avec une puissance microonde de 100 W seulement, soit une densité volumique de puissance absorbée de 10 W/cm³ dans le cas optimal, habituellement accessible en laboratoire. L'opération préindustrielle correspon-

dante portera sur 1 kg au moins et devrait être conduite sous 10 kW microonde, ce qui est totalement irréaliste en enceinte multimode et ce qui représente un cas limite pour les applicateurs résonnants. Les conditions cinétiques de l'essai de laboratoire ne pourront donc être reproduites parce que les conditions opératoires énergétiques ne peuvent être reproduites.

Le plus illusoire et le plus limitant donc, ce troisième objectif de l'électrothermie microonde est aussi le plus porteur pour le génie chimique : il s'agit de la sélectivité par la cinétique thermique. Même si les résultats de la chimie de laboratoire ne sont pas transposables, ils sont au moins interprétables. Une investigation fondamentale et nouvelle nous est proposée par une équipe de l'université de Bourgogne (Stuerga *et al.*, 1993). Il s'agit d'abord d'une investigation théorique qui concerne les réactions

compétitives de constantes de vitesse et d'énergies d'activation différentes ; elle montre que le rapport des rendements de ces réactions dépend très sensiblement de l'élévation de la température du milieu réactionnel, en fonction du temps. Ainsi, pour des rampes de montées en température différentes, une sélectivité apparaît. L'exemple le plus probant et aussi le plus simple est celui de la sulfonation du naphthalène sous apport thermique microonde. La sélectivité entre les productions des deux isomères dépend de la densité volumique de puissance absorbée. Une nouvelle voie est maintenant ouverte pour l'interprétation des sélectivités relevées en laboratoire.

L'ensemble de ces résultats établit le rôle central tenu par l'évolution temporelle de la température. Cet acquis permet désormais de resituer les possibilités de la technologie dans le domaine de la chimie fine principalement, de choisir les moyens techniques nécessaires, en termes d'applicateurs par exemple, et enfin de définir les paramètres des étapes de la recherche et du développement indispensables à une utilisation raisonnée de cette électrothermie

Références

- Berteaud A.J. *et al.*, Brevet français n°2 523 797, 1983.
 Berteaud A.J., Delmotte M., *La Recherche*, 1993, 24, p. 286.
 Bose A.K. *et al.*, *Heterocycles*, 1990, 30, p. 741.
 Gedye R. *et al.*, *Tetrahedron Lett* 27, 1986, p. 279.
 Germain A. *et al.*, 1986, Brevet français n° 2 606 577, 1986.
 Outifa L., Thèse, université P. et M. Curie, Paris, 1992.
 Stuerga D. *et al.*, *Tetrahedron*, 49, 1993, p. 6229.

Photochimie 94

Ce supplément au numéro 7 de *L'Actualité Chimique* (décembre 1994) a été réalisé par le Club EDF Photochimie et le groupe Photochimie de la Société Française de Chimie.

211 p., 180 F, disponible à la SFC.

Société Française de Chimie, 250, rue Saint-Jacques, 75007 Paris. Tél. : (1) 43.25.20.78. Fax : (1) 43.25.87.63.

NOMINATIONS À L'IFP SOLAIZE

Le Centre d'Études et de Développement Industriels «René Navarre» (Cedi) de l'Institut Français du Pétrole (IFP), situé à Solaize près de Lyon, vient de connaître un important changement de responsables :

Jean Gaillard a été nommé directeur du centre. Il remplace Pierre Trambouze, nommé conseiller scientifique à la direction générale de l'IFP. Diplômé de l'ENSC de Paris et de l'ENSPM, 58 ans, J. Gaillard est docteur ès sciences (Paris, 1962). Il a fait l'essentiel de sa carrière à l'IFP comme ingénieur de recherche à Rueil et à Solaize de 1967 à 1988, puis en Malaisie de 1988 à 1993. C'est un expert en pétrochimie.

Deux des onzes divisions de l'IFP, parmi celles basées en Cedi changent de directeurs : **Pierre-Henri Bigeard** dirigera la division Développement en remplacement de Jacques Alagy, parti en retraite. Diplômé de l'ENSC Lille, 39 ans, P.-H. Bigeard a obtenu un DEA en génie chimique à l'ENSIC de Nancy avant d'entrer à l'IFP en 1981. Il dirigeait le département des unités pilotes du Cedi depuis 1992. **Roland Huin** dirigera la division «Génie des procédés et technologie» en remplacement de Sigismond Franckowiak nommé conseiller auprès du directeur de la valorisation. Diplômé de l'ENS des Arts et Métiers et de l'ENSPM, 52 ans, R. Huin est entré à l'IFP en 1968. Il a été responsable de plusieurs projets d'ingénierie avant de devenir en 1988 chef du département «Services techniques» de la direction industrielle.

Par ces nominations, le Cedi avec ses 300 collaborateurs, entend poursuivre et développer sa mission de liaison entre la recherche et l'industrialisation des procédés mis au point par l'IFP.

• IFP, 1, avenue du bois Préau,
BP 311, 92 500 Rueil-Malmaison.
Tél. : (1) 47.52.60.00.
Fax : (1) 47.52.70.00.

En bref

LA VIE DES SCIENCES, REVUE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES : UNE NOUVELLE FORMULE

Depuis 1995, les lecteurs de *La Vie des Sciences* découvrent une revue renouée. Les rubriques principales (actualité scientifique ; politique scientifique ; science, culture, société) restent inchangées, mais leur contenu a évolué en accordant une importance accrue aux problèmes de société (rapports entre science, culture, politique, etc). Des entrevues de personnalités, des analyses d'ouvrages, des images scientifiques commentées entourent et complètent les articles scientifiques traditionnels. La périodicité reste trimestrielle, mais le contenu sera coordonné avec la lettre de l'Académie. L'équipe éditoriale a été renforcée, avec la venue d'un nouveau rédacteur scientifique, **Daniel Reyss** (de la direction de la communication de l'Ifremer), un comité éditorial qui veille à la bonne marche de la revue au jour le jour et un comité de rédaction renouvelé qui accompagnera ses grandes orientations.

Autre point important, la diffusion va entièrement changer de nature. Jusqu'ici, *La Vie des Sciences* était envoyée gratuitement aux abonnés aux *Comptes Rendus* et aux membres et correspondants, et faisait l'objet d'un nombre illimité d'abonnements individuels. A partir de cette année, la revue sera disponible uniquement sur abonnement (avec une réduction substantielle pour les abonnés aux *Comptes Rendus* et les étudiants). Toutefois, elle continuera à être distribuée gracieusement sur demande aux membres et correspondants. Apparaissant ainsi sur le marché des

grandes revues de culture scientifique, *La Vie des Sciences* vise un public plus large qu'auparavant, des acteurs de la recherche à ses décideurs. Elle témoignera en particulier de l'ouverture de l'académie vers le monde extérieur.

• **La Vie des Sciences, Gauthier-Villars, 15, rue Gossin, 92543 Montrouge Cedex. Tél. (1) 40.92.65.00. Fax : (1) 40.92.65.97.**

LE FRT DEVIENDRAIT FRI

«Le Fonds de la Recherche et de la Technologie (FRT) a été créé par Michel Debré en 1959, ce fonds représentait alors 10 % du budget de la recherche ! Heureux temps car ce pourcentage diminuait, année par année, pour atteindre en 1994 le point bas : 2,3 milliards de francs ! Or le FRT (que nous proposerons d'appeler Fonds de la Recherche et de l'Innovation (FRI) lorsqu'il aura recouvré quelques couleurs (!) est la véritable banque du ministère en charge de la recherche.

C'est avec ce fonds que l'on peut intervenir pour lancer de nouvelles actions, de nouveaux programmes, pour soutenir des recherches particulièrement importantes, pour faire en sorte que les organismes de recherche coopèrent efficacement, que les transferts nécessaires s'effectuent de la recherche fondamentale publique vers la recherche industrielle et ses applications ; que l'on aide les petites et moyennes entreprises (PME) dans leurs efforts d'innovation et de développement ; bref, que l'on supplée au manque de moyens incitatifs (ATP, RCP, Etc.) qui, au niveau des organismes, ont disparu au fil du temps, laminés par l'augmentation du poids des salaires, dans leur budget : au CNRS les salaires pèsent, à l'heure actuelle, près de 80 % du budget !

L'argent dispensé par le FRT ou ses équivalents fut à l'origine de la politique spatiale française, du lancement de la biologie moléculaire et de plusieurs autres "sauts technologiques" importants. Il faut donc, de toute urgence, recapitaliser ce fonds, en le transformant en FRI et, ce, à hauteur de 4 milliards de francs (2,3 GF pour payer les dettes et 1,7 GF pour reprendre une véritable politique de soutien de la recherche). Cette somme n'est pas insensée lorsqu'on la compare à quelques autres recapitalisations récentes couvrant des situations bancaires et industrielles aventureuses. Cet acte est essentiel pour donner à l'État les moyens de mener une politique dynamique de la recherche.

Dès cette année, dans le domaine des sciences du vivant, un effort important est fait. Près de 300 MF viendront s'ajouter aux sommes déjà dépensées normalement par les divers organismes publics de recherche présents dans ce domaine et à celles gérées par le Groupement de Recherches et d'Études sur les Génomes (GREG) et par l'Agence Nationale de Recherches sur le Sida (ANRS).

Une meilleure synchronisation des efforts est également entreprise afin que les organisations caritatives voient leurs actions amplifiées : un accord a été signé avec l'Association Française contre les Myopathies (AFM), un autre avec la Ligue française contre le Cancer ; celui avec la Fondation pour la Recherche Médicale le sera bientôt, d'autres suivront.

Ces actions dans le domaine des sciences du vivant ont été mises au point par le professeur Claude Griscelli, conseiller technique du ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, François Fillon.

Des actions concertées seront lancées en 1995, s'ajoutant à d'autres efforts déjà consentis depuis plusieurs années : programme Bio-Avenir avec Rhône-Poulenc, auquel devrait s'ajouter un programme Chimie-Avenir rassemblant des labora-

toires du secteur public et divers industriels autour de Rhône-Poulenc.

Extraits de l'éditorial de *La lettre de l'Académie des sciences et du CADAS*, n° 7, mars 1995, signée par MM. P. Potier et B. Bigot.

LE HP 6890 EN CPG

Hewlett Packard présente un système intégré de chromatographie en phase gazeuse apportant aux laboratoires un degré supplémentaire de performance, de facilité d'utilisation.

Ce système, série HP 6890, offre un ensemble de caractéristiques destinées à satisfaire les exigences les plus diverses. Un nouveau passeur automatique d'échantillons liquides (ALS) optimise la cadence de passage des échantillons et facilite l'automatisation des analyses. Au choix, l'analyste pourra utiliser soit une ChemStation pour la commande du chromatographe, de son passeur, et le traitement des données, soit un intégrateur permettant de gérer l'ensemble des fonctions du chromatographe.

Le HP 6890 est doté d'un système de régulation électronique des flux gazeux. Tous les paramètres de CPG sont automatiquement enregistrés pour chaque analyse, facilitant ainsi le respect des BPL et l'adhésion aux exigences réglementaires.

• **Hewlett Packard, 1, avenue du Canada, ZI de Courtabœuf, 91947 Les Ulis Cedex.**
Tél. : (1) 69.82.60.60.
Fax : (1) 69.82.60.61.

STABILITÉ DES PRODUITS STOCKÉS

Hewlett Packard propose un logiciel destiné à aider les laboratoires à gérer les études de stabilité de produits durant leur période de stockage. HP ChemStudy Stability permet de définir une étude de durée de conservation, d'en fixer les différentes étapes, d'organiser les dossiers et d'établir les rapports.

Le logiciel couvre la gestion des quatre phases typiques du cycle

En bref

d'étude de stabilité :

- préparation du plan de l'étude,
- lancement de l'étude,
- essai des échantillons et traitement des données,
- approbation de l'étude et archivage.

En gérant rigoureusement chacune de ces phases, HP ChemStudy garantit à ses utilisateurs une conduite d'étude à la fois plus rationnelle et plus simple, dans le respect des lignes directrices de la réglementation.

HP ChemStudy fait partie du programme de validation accélérée de HP ChemLMS.

• **Hewlett Packard, 1, avenue du Canada, ZI de Courtabœuf, 91947 Les Ulis Cedex.**
Tél. : (1) 69.82.60.60.
Fax : (1) 69.82.60.61.

STAT'EXPO A LA CITÉ DES SCIENCES

La première conférence/exposition internationale entièrement consacrée aux données statistiques et à leur exploitation, Stat'Expos'est déroulée à la Cité des Sciences et de l'Industrie de la Villette à Paris, du 11 au 13 avril 1995.

Vitrine des développements les plus récents en matière de statistiques et de données, Stat'Expo a couvert les domaines de la planification, la gestion, l'analyse et la présentation des données. Grâce à un programme de conférences de haut niveau sur les outils de traitement des données ainsi qu'à des présentations organisées par des fabricants, les visiteurs ont pu s'informer sur des sujets ayant trait à l'utilisation des données.

A cette occasion, Eurostat, source officielle numéro 1 de données statistiques concernant l'Union européenne, propose des informa-

tions objectives et exhaustives sur les sujets les plus divers. Cette source unique d'informations sur supports papier et électroniques intéresse les professionnels et les chercheurs, qui ont pu ainsi découvrir :

- New Cronos : cette base de données regroupe des tableaux multi-dimensionnels portant sur des statistiques générales, l'économie et la finance, la démographie et les conditions sociales, l'énergie et l'industrie, l'agriculture, la forêt et

la pêche, le commerce extérieur, la distribution, les services et les transports, l'environnement et la fonction «recherche et développement».

- Le CD Eurostat : données économiques, politiques et sociales sur CD, pouvant être interrogé pour produire des analyses spécifiques.

- Le CD Comext : statistiques détaillées sur les échanges commerciaux entre les États membres de l'UE et quelque 200 pays non-membres, telles qu'elles sont répertoriées dans la base de données Comext.

- Regio : une base de données contenant des informations socio-économiques sur les différentes régions de l'Union européenne.

• **Bureau d'information d'Eurostat, L-2920 Luxembourg.**
Tél. : +352 4301 34567.
Fax : +352 43 6404.

STATION D'ANALYSE D'IMAGES POUR GRANULOMÉTRIE

APPI et le CEA ont réalisé Anima, la station d'analyse automatique d'images pour laboratoires industriels, qui couple microscope optique et caméra CCD. Son but : analyser la granulométrie de poudres (alimentaires, ciments, lessives, médicaments...) ou la microstructure de solides (produits frittés, céramiques, métaux).

Le procédé utilisé permet de recueillir automatiquement un échantillon à 100 % représentatif de la poudre à analyser (brevet du CEA). Par dépressurisation un nuage de poudre se forme dans une sphère. Puis, par électromagnétisme, un échantillon représentatif de particules, dont la taille varie entre 0,1 à 100 microns, se dépose

sur une lamelle de verre.

L'examen de cette lamelle au microscope optique permet de déterminer, par analyse d'image, le fuseau granulométrique de la poudre, la morphologie des grains (périmètre de jointure, diamètre de Ferrey, compacité, facteur de forme, élongation, moments centrés, etc.), soit 47 caractéristiques traitées mathématiquement, mesures impossibles à réaliser par simple granulométrie laser. Enfin, le logiciel d'analyse se charge du traitement statistique.

• **Procom-Europ, Le Chambord, bât. J, 3, rue René Cassin, 13100 Aix-en-Provence.**
Tél. : 42.27.28.20.
Fax : 42.27.28.24.



L'espace scientifique francophone

Quelques données et commentaires

Le texte suivant a été réalisé par la rédaction de *L'Actualité Chimique* à partir d'extraits d'un rapport du Haut Conseil de la Francophonie*, "État de la francophonie dans le monde", et notamment du chapitre «Espace scientifique», publié en 1994 par la Documentation Française. Nous remercions la Documentation Française d'avoir autorisé cette publication et le professeur Maurice Gomel, qui a largement contribué à la rédaction du rapport, pour ses conseils.

R.H.

Les contributions, nombreuses et d'importance, des scientifiques francophones au progrès de la science sont bien connues et leurs succès technologiques aussi ; mais on connaît moins le rôle, particulièrement important, des francophones au niveau de la production générale d'informations scientifiques et techniques. Quant aux formations supérieures scientifiques et technologiques en langue française, chacun sait qu'elles se développent tant aux divers niveaux nationaux concernés qu'à plusieurs niveaux internationaux. L'espace scientifique francophone pourrait précisément être défini comme

un double ensemble : l'ensemble des productions réalisées dans les sciences et les technologies ; ainsi que l'ensemble des formations et informations produites dans ces domaines.

Quel est l'état de l'espace scientifique francophone ?

Dans tous les cas, on voit s'exprimer le sentiment, fondé ou non, que la langue française ne joue pas au niveau international le rôle de grande langue scientifique et technique qu'elle pourrait jouer. Il faut cependant savoir que ce sentiment d'une défaite (relative !) est loin d'être partagé par tous et que de nombreux scientifiques contestent cette vision pessimiste.

Études infométriques

Une étude de l'Observatoire des Sciences et Techniques (OST)

Cette étude récente (décembre 1993) a été conduite sur des données factuelles relatives à l'année 1991 et l'on peut considérer que l'évolution de ces données depuis trois ans est très réduite.

Les résultats présentés ici par l'OST ont été établis à partir de données issues du *Science Citation Index* (SCI), de la société Institute for Scientific Information (ISI). Le SCI qui limite son champ aux sciences exactes, répertorie chaque année environ 500 000 publications scientifiques publiées dans environ 4 000 journaux scientifiques, sélectionnés pour leur notoriété (nombre de citations reçues par les articles qu'ils publient). Pour simpli-

fier l'expression, nous parlerons de «science» en sous-entendant la mention «sciences exactes» telles que répertoriées dans le SCI.

La science mondiale publiée est produite à 37 % par l'Europe au sens large, à peu près autant par l'Amérique du Nord. Le quart restant se partage entre le Japon (7,8 %), la CEI (5,8 %), l'Inde (2,3 %) et l'Océanie avec l'Australie et la Nouvelle Zélande (2,5 %).

L'Amérique latine pèse 1,6 %, l'Afrique 1,5 %, le Proche Orient et le Moyen Orient 0,7 %. Les NPI (nouveaux pays industrialisés d'Asie) ainsi que la Chine franchissent chacun la barre des 1 %.

La part des pays francophones dans la science mondiale est de 7,4 % et a augmenté de 4 % au cours des années 80, cette croissance étant assez également répartie ; on note cependant la croissance de l'Afrique du Nord et, dans une moindre mesure, celle de l'Afrique sub-saharienne.

Les pays francophones ont un poids scientifique significatif dans quatre zones du monde : à peu près 20 % au Canada et en Europe, 24 % en Afrique du Nord et 26 % en Afrique sub-saharienne (hors Afrique du Sud).

La spécialisation des pays francophones, pris dans leur ensemble, en mathématiques est très nette. Il y a une légère spécialisation en sciences de l'univers et en sciences physiques. A l'inverse, la déspecialisation en biologie animale et végétale et surtout en sciences pour l'ingénieur est patente.

Les pays francophones du monde arabe sont spécialisés en mathématiques, en chimie et en biologie animale et végétale ; ceux de l'Afrique

* Haut Conseil de la Francophonie, 72, rue de Varennes, 75 007 Paris. Tél. : (1) 42.75.86.70. Secrétaire général : Stélio Farandjjs. Coordinateur du rapport : Serge Briand. Éditeur : La Documentation Française, Paris, 1994.

sub-saharienne en biologie animale et végétale, en médecine clinique et en sciences de l'univers. La différence de spécialisation est très nette avec les pays francophones d'Europe et d'Amérique du nord : le Québec a ses points forts en recherche biomédicale, en sciences pour l'ingénieur et en biologie animale et végétale ; l'Europe francophone est spécialisée en mathématiques et en physique, et nettement déspecialisée en sciences pour l'ingénieur. S'agissant de cette discipline, hormis la bonne tenue du Québec, on constate donc une faiblesse marquée dans toutes les autres zones francophones.

Étude de données en provenance de l'Institut de l'Information Scientifique et Technique du CNRS (INIST)

Cette étude a été conduite sur des données factuelles de 1992. La base de données exploitée étant Pascal, on peut considérer que la plupart des biais possibles avec SCI sont ici réduits.

Par contre, d'autres effets sont à prendre en compte. Ainsi, les pourcentages donnés ci-après correspondent à tous types de documents, et non pas exclusivement à des articles sélectionnés sur des critères définis et affichés comme dans la base SCI.

Parmi ces documents (périodiques, comptes rendus de congrès, thèses et rapports publiés), certes les périodiques sont très majoritaires, mais aussi le poids de thèses françaises peut devenir non négligeable (cas par exemple, du domaine terre, océan, espace).

On trouvera ci-après, pour l'ensemble mondial de tous ces documents scientifiques (tels qu'ils viennent d'être définis), la distribution en pourcentage, par langue et par domaine.

Tous les domaines scientifiques couverts par Pascal ont été exploités mais n'ont été reportés ici que les données relatives aux langues apparaissant avec une représentation supérieure à 2 % (voir *tableau*)

Ces résultats viennent donc donner corps à certaines opinions et ils en infirment d'autres : si l'anglais est bien, largement, la langue dominante, le français occupe en moyenne une

Tableau I - Documentation scientifique : distribution selon la langue (INIST), 1992.

	anglais	français	allemand	russe	espagnol
Sciences de l'information - documentation	70,7 %	15,0 %	5,45 %	2,92 %	
Mathématiques	93,0 %	6,39 %			
Métrologie et appareillage spécifiques	94,7 %	4,37 %			
Physique	96,1 %				
Chimie	92,5 %	2,45 %	3,89 %		
Sciences appliquées	83,0 %	7,52 %	6,73 %		
Terre, océan, espace	79,0 %	7,09 %		2,98 %	3,61 %
Sciences biologiques fondamentales et appliquées. Psychologie	92,7 %	3,38 %			
Sciences médicales	87,9 %	7,85 %	2,48 %		

seconde place très honorable si on rapporte les pourcentages relevés à celui des francophones au sein de la population mondiale.

D'autre part, ces résultats rappellent opportunément le poids de l'allemand, trop souvent omis à force d'orienter le débat sur le faux tête-à-tête : anglais/français ; est utilement rappelée aussi l'existence d'une autre grande langue latine, l'espagnol (mais la question des langues latines méritera à elle seule un examen).

Les bases et banques de données

La France, premier opérateur francophone dans ce domaine, est au niveau mondial le troisième producteur de bases de données commercialisées, à égalité avec l'Allemagne, derrière les États-Unis et la Grande-Bretagne mais devant le Japon. Cette place pourrait être menacée par le Japon qui a récemment multiplié par quatre sa production de bases de données et qui n'a pas de réticences à les produire en anglais pour garantir leur diffusion.

L'édition scientifique et technique

La France est le premier opérateur francophone en matière d'édition scientifique et technique. Une critique traditionnelle porte sur la «faiblesse» de ce secteur, opposée à la vitalité de la concurrence anglo-saxonne, d'où se déduit - parfois hâtivement - une part importante de responsabilité quant à la faiblesse, alors supposée générale, de l'information scientifique et technique en langue française.

Nous empruntons ce qui suit à l'étude réalisée, en 1994, par Brigitte Vogler. En 1993, l'édition scientifique, toutes sciences confondues, représentait 17,01 % du chiffre global de l'édition française et 23,35 % de la production totale de titres (soit 9 557 titres sur 40 916). Elle est en constante progression depuis 1988.

Dans ce cadre, deux catégories se distinguent :

La catégorie scientifique, technique et médicale (STM)

En 1993, elle représentait 5,74 % du chiffre d'affaires global et 7,85 % de la production totale soit 3 213 titres. Ces indicateurs, en constante progression depuis 1988, chutent en 1993, essentiellement dans deux catégories : techniques et sciences appliquées et économie d'entreprise.

La catégorie sciences humaines

En 1993, elle représentait 11,27 % du chiffre d'affaires global et 15,50 % de la production totale soit 6 344 titres. Cette production connaît un essor constant depuis 1988.

La progression depuis 1988 dans le livre scientifique a surtout affecté les disciplines des sciences dures et des sciences de la vie. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette situation : la mise en place de programmes incitatifs à la publication en langue française par le ministère chargé de la Recherche, et les politiques éditoriales mises en place dans les organismes de recherche, politique axées sur le partenariat et les collections, notamment des collections d'ouvrages de synthèse.

Les 1 863 revues scientifiques (dont 650 STM) recensées en France, celles auxquelles chercheurs et universitaires soumettent leurs articles à l'arbitrage

de la communauté scientifique (arbitrage par les pairs), présentent la particularité d'être, pour les trois quarts, propriétés de sociétés savantes ou d'associations de chercheurs.

Les revues de communication primaire, dont les tirages sont souvent inférieurs à 1 000 exemplaires, ont une audience internationale forte (plus de 50 % des abonnements à l'étranger) dès lors qu'elles acceptent des scientifiques étrangers dans leurs comités scientifiques et de lecture et qu'elles publient des articles d'auteurs étrangers.

Si ces revues acceptent des articles (y compris d'auteurs français) dans une langue, voire deux langues étrangères, elles publient systématiquement un résumé en français. Dans ce type de revues, la maîtrise éditoriale du contenu demeure sous la responsabilité de la communauté scientifique française.

Les revues de synthèse, dont les tirages peuvent atteindre et dépasser les 5 000 exemplaires, permettent de développer, en français, les concepts et de dresser un état de l'art.

Elles ont à cet égard un rôle de formation primordial pour les étudiants et les jeunes chercheurs. Depuis le succès constaté de la revue biomédicale *Médecine-Sciences*, plusieurs revues de synthèse se sont développées dans différents secteurs, sous l'égide des sociétés savantes et sous l'impulsion du ministère chargé de la Recherche. Et de nombreux projets de revues nouvelles sont en gestation.

Un exemple : l'UICPA (Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée ; en anglais : IUPAC)

Toutes les sciences (la chimie n'est ici qu'un exemple) disposent au niveau international d'un organisme en charge de la coordination d'activités communes, notamment normes, terminologies, etc. De tels organismes fédèrent, en particulier, les sociétés savantes nationales.

La dérive des langues officielles et de travail de tels organismes, souvent bilingues au départ (anglais et français), vers un multilinguisme de fait, et toujours au bénéfice de l'anglais, est une observation devenue banale.

S'agissant de nécessités de communication hyperspécialisée au niveau

des disciplines (et souvent sous-disciplines) particulières, le fait qu'un unilinguisme de fait s'instaure comme langue de travail n'est pas nécessairement évitable, ni si alarmant en soi.

S'agissant de production de terminologie normative au niveau de la recherche, il est clair que cette production doit initialement apparaître dans une langue donnée (en l'occurrence l'anglais), puis être traduite dans toutes les langues et notamment en français ; et enfin ces traductions - alors normatives - doivent être largement diffusées dans la communauté scientifique francophone, alors en mesure d'éviter d'emprunter ses termes à l'anglo-américain.

Une initiative fut développée en France (dès 1989, notamment par le Prof. Rigaudy) de constituer un groupe de chimistes francophones, groupe institué ensuite en commission ministérielle de terminologie chimique (1992) ; cette commission publiait, cette même année, l'ensemble des résultats de ses premiers travaux, aussitôt diffusés dans la presse scientifique spécialisée.

Cependant, la production terminologique au niveau des premiers cycles de l'enseignement supérieur (où la terminologie alors non normative peut, pour des raisons didactiques, s'écarter en partie de la terminologie de la recherche) dépend uniquement des initiatives des enseignants des universités : le réseau des chimistes francophones, créé depuis 1976, poursuit le développement de cette production terminologique dans le cadre d'une série intitulée : «Glossaires pour les enseignements supérieurs de chimie en langue française». (cf. *L'Actualité Chimique*, décembre 1993, p. 19).

En conclusion, on peut donc observer que la «langue de travail» des organisations internationales spécialisées (UICPA par exemple) peut être actuellement la langue anglaise sans que, au niveau du terrain qu'occupent les scientifiques, la terminologie anglaise s'impose pour autant. Il suffit en effet de maintenir un effort systématique de production terminologique (plus complexe qu'une simple traduction) en français, facilité au demeurant par la préexistence d'une terminologie en anglais.

Perspectives

Dans le domaine de l'information scientifique et technique, les perspectives d'évolution positives pour l'espace scientifique francophone ne peuvent être envisagées que si plusieurs propositions avancées ici et là, venaient à prendre corps. Elles ont été récemment si bien synthétisées et formulées par Philippe Lazard qu'il nous paraîtrait vain de le paraphraser : nous choisissons donc de le citer quasi textuellement.

«... maintenir un réel plurilinguisme dans la publication des résultats scientifiques primaires en conservant la maîtrise (au niveau de l'espace scientifique francophone) de revues bi- ou multilingues d'audience mondiale ; assurer une présence francophone intense au cœur même de l'appareil de publication anglophone, en encourageant nos chercheurs à assumer les tâches, plus lourdes pour eux que pour leurs collègues de langue anglaise, de référents des grandes revues internationales, de façon à garantir une certaine impartialité de leurs jugements et de leurs choix d'orientation stratégique ; explorer hardiment les voies techniques nouvelles de recueil, de traitement et de diffusion des connaissances (publications électroniques, logiciels intelligents, traduction automatique, etc.) ; prendre à bras le corps - et en français ! - le problème majeur de la maîtrise d'un savoir dont la masse commence à nous écraser (problème de la synthèse et restructuration des savoirs, de plus en plus «éclatés» par la recherche avancée) ; et enfin... trouver des alliés en dehors de la francophonie (et notamment, au niveau des langues latines) pour élargir, avec eux, notre cercle de réflexion et d'intervention dans le bouillonnement international de la pensée et de l'expression scientifiques...».

Au terme de tant de propositions précises, réalistes et donc réalisables, sur lesquelles le consensus de la plupart des scientifiques francophones est assuré, comment douter encore de l'expansion possible de l'espace scientifique francophone ?

Informations et documents didactiques

Enseignements supérieurs de chimie en langue française

INFORMATIONS ET DOCUMENTS COMMUNIQUÉS AU SESDiC*

Documents provenant des auteurs

Corrosion et photocorrosion des matériaux semi-conducteurs (100 p.),

J.-L. Sculfort, IUT de Troyes

(Enseignement 3e cycle, écoles d'ingénieurs)

Ce document concerne les problèmes liés à la dégradation des matériaux semi-conducteurs en présence de milieux agressifs dans l'obscurité et sous illumination.

C'est la transcription sous forme de transparents d'un séminaire donné en DESS et en école d'ingénieur "matériaux" il y a quelques années.

Il doit intéresser, outre les étudiants des écoles d'ingénieurs et de MST matériaux, pour lequel il est explicitement fait, les étudiants de 3e cycle des universités en électrochimie, physique des matériaux, physique des solides, mais également les chercheurs qui se lancent dans le domaine de l'électrochimie des semi-conducteurs.

Ce document a pour objet de donner une vision simple des processus de corrosion des semi-conducteurs en envisageant les moyens de les protéger efficacement mais surtout d'utiliser cette corrosion pour la préparation des dispositifs électroniques.

* Service «Enseignements Supérieurs-Didactiques de la chimie» (Sesdic), CH 13, Faculté des sciences, 40, avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex.
Fax : 49.45.36.00.

Acquisition : J.-L. Sculfort (IUT de Troyes, Dépt. GMP, 9, rue du Québec, 10026 Troyes Cedex), contre 30 F.

Sciences des matériaux, tome 2 (120 p.) et tome 3 (150 p.) : Dégradation des matériaux métalliques,

J.-L. Sculfort, IUT de Troyes

(IUT, 2e cycle universités, dont Capes - enseignement technique).

Ce document est un élément d'un traité de science des matériaux comprenant plusieurs tomes. Le tome 1 "Connaissance générale des matériaux (340 p.) a déjà été présenté (*L'Actualité Chimique*, octobre-novembre 1993, p. 28)

Le tome 2 de ce traité concerne la dégradation électronique et à haute température des matériaux métalliques. Le tome 3 concerne les propriétés des aciers et fontes.

Ils peuvent intéresser, outre les étudiants d'IUT pour lesquels ils sont explicitement rédigés, les étudiants de 2e cycle des universités et de Capes car ils sont agrémentés d'un grand nombre d'exercices de niveaux progressifs dont la plupart sont corrigés.

Acquisition : J.L. Sculfort (adresse ci-dessus), contre 180 F (tome 1), 60 F (tome 2), 60 F (tome 3).

Métallurgie - Les diagrammes d'équilibre, (130 p.),

J.-L. Sculfort, IUT de Troyes

(IUT, 2e cycle universitaire dont Capes).

Cet ouvrage permet d'apprendre soi-même à analyser les diagrammes de phases sol-liq. Chaque partie de cours est accompagnée d'exercices corrigés. Il peut servir aussi bien aux étudiants d'IUT qu'à ceux qui proposent les concours type Capes... car il s'adapte à des étudiants possédant des formations

très diverses.

Acquisition : J.-L. Sculfort (adresse ci-dessus) contre 40 F.

Un problème encore en suspens : le fluor est-il vraiment plus électronégatif que l'oxygène? (11 p.)

S. Antonik, Université des Sciences et Techniques de Lille

(Enseignement supérieur).

En l'absence d'eau, le fluor légèrement moins électronégatif que l'oxygène peut être oxydé et posséder un nombre d'oxydation formel (+I). En présence d'eau, le fluor plus avide de protons que l'oxygène (liaison électrostatique entre les électrons du fluor et le noyau de l'hydrogène) décompose l'eau en lui arrachant son proton, et de cette manière il arrive à oxyder l'oxygène : il possède alors un nombre d'oxydation formel (-I). C'est la raison pour laquelle l'acide fluorhydrique est un acide faible :

$$(\text{HF})_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{FHF}^-$$

l'équilibre étant fortement déplacé vers la gauche.

Dans ces conditions (faible pression de F_2 en présence de glace, ou en milieu basique), le difluor peut conduire à des réactions de dismutation.

Acquisition : SESDiC, contre 20 F en timbres.

Cinétique et corrosion électrochimique (12 p.),

J. Galland, École Centrale de Paris

(Enseignement supérieur)

Ce document envisage un enseignement de corrosion conçu comme une application d'un cours d'électrochimie.

Cet exposé n'a pas pour but de présenter un cours théorique sur les processus électrochimiques, en équilibre ou hors équilibre, mais d'introduire seulement

les notions d'électrochimie nécessaire à la compréhension des phénomènes de la corrosion électrochimique.

Les concepts fondamentaux seront donc toujours présentés, et critiqués, en fonction de l'usage que l'enseignant corrosionniste doit en faire. Ils ne seront pas systématiquement détaillés dans ce document, qui n'a pas la prétention d'être un cours, mais seulement une source de réflexions pour des enseignants connaissant déjà le sujet.

Acquisition : SESDiC, contre 20 F en timbres.

Documents provenant de centres documentaires

Centre de Ressources Pédagogiques en Chimie : économie - industrie - EXC-1

Données industrielles, économiques, géographiques sur des produits inorganiques et métaux (352 p.)

J.-L.Vignes, ENS Cachan (publication conjointe du Centre de Ressources Pédagogiques et de l'Union des Physiciens)

La 6e édition (1994) est mise à jour à l'aide des données 1992 ou 1993.

Pour chaque produit sont étudiés : les matières premières, la fabrication industrielle, les productions, les principaux producteurs mondiaux, la situation française, les utilisations, en insistant sur les principales d'entre elles (par exemple les lampes pour les gaz rares, le PCV pour le chlore, le verre pour le carbonate de sodium, les ciments pour le carbonate de calcium, les aciers inoxydables pour le nickel, le fer blanc pour l'étain...). Des développements sont consacrés à l'effet de serre pour le dioxyde de carbone, à l'eutrophisation pour les phosphates, à la pollution pour l'eau... Diverses cartes et graphiques sont joints, et pour chaque produit, une bibliographie est donnée.

Pour réaliser cet ouvrage, les données disponibles les plus récentes ont été utilisées et, en général, avant publication, les divers chapitres ont été envoyés pour corrections aux producteurs, centres techniques, etc., concernés.

Cette 6e édition comporte en plus d'un index, les nouveaux chapitres suivants : Sulfate de sodium ; Borates, bore et composés du bore; Terres rares ; Pétrole, carburants, vapocraquage des hydrocarbures ; Éthylène ; Propylène ; Benzène,

toluène, xylènes ; Cumène ; Phénol, matières plastiques, polypropylène.

Acquisition : J.-L.Vignes - Centre de Ressources Pédagogiques en Chimie : économie-industrie (ENS de Cachan), 61, av. du Président Wilson, 94235 Cachan Cedex) contre 150 F pour la version imprimée, 100 F pour la version disquettes en 3.5" Word-Windows (PC) ou 3.5" Word-Mac, et 50 F pour le renouvellement version disquettes. Chèque à l'ordre du Centre de Ressources Pédagogique en Chimie (+ 20 F par avion pour Dom-Tom, étranger).

Centre documentaire coopératif EXC-1

Catalogue inventaire de travaux pratiques de chimie - Premier cycle universitaire, M. Guérin, université de Poitiers (publication conjointe du Centre documentaire EXC-1 et du Réseau interuniversitaire Mapes)

Document constitué de 2 parties, pour préserver le caractère cumulatif de deux enquêtes, effectuées sur deux périodes différentes (1975-1987 ; 1992-1994), séparées entre elles par 5 années.

Cet ensemble renvoie, classés plus ou moins arbitrairement en 12 thèmes, à environ 2 500 textes de manipulations recensées et dépouillées.

Ce document constitue donc une banque de données d'intérêt didactique permettant des exploitations diverses :

- avoir une image de la nature actuelle des thèmes de TP en 1er cycle, en France, et de leur évolution ;

- permettre un échange d'information, en réseau, entre tous les chimistes en charge de ces TP dans nos enseignements supérieurs ;

- permettre à tel chimiste ou telle équipe d'enseignement de chimie, désireux de modifier tout ou partie de ses TP, de choisir librement dans cette base de données, des éléments utiles aux modifications recherchées.

Acquisition : M.Guérin (Centre Documentaire EXC-1 - Faculté des sciences, 40, avenue du R. Pineau, 86022 Poitiers Cedex), contre 35 F en chèque ou timbres.

Centre Documentaire ECF "Enseignement Chimie-Formulation"

Les cahiers "Formulation et Formation", Volume 4,

Publication collective coordonnée par G. Tersac, École Centrale Châtenay-Malabry

(publication conjointe du Service SESDiC "Enseignements Supérieurs-Didactique de la Chimie" et de la Société Française de Chimie)

Le volume 1 concerne le séminaire à l'ENS de Cachan en mai 1989, les volumes 2 et 3 reprennent les textes du séminaire à l'ENSIA à Massy en avril 1991.

Ont participé à la rédaction du 4e volume :

- les centres de recherches suivants : Coatex ; Elf Atochem/CAL ; Elf Atochem/Cerdat ; Elf Solaize ; Rhône-Poulenc/Agrochimie ; Rhône-Poulenc/Aubervilliers.

- ainsi que des enseignants de : l'École Centrale Paris, l'ENSC Lille, l'ENSIA Massy, l'ENSIGC Toulouse, l'ISMRA Caen, Faculté de Pharmacie Dijon, Institut Charles Sadron Strasbourg, l'INSA Toulouse, l'ITECH Lyon et les universités de Lille et de Montpellier.

Thème du 4e volume : Granulés auto-dispersables. Rhéologie des peintures. Polymères épaississants. Coalescence des latex. Colles thermofusibles. Gomme Xanthane. Microémulsions. Fluides de coupe. Microémulsions polymérisables. Polymères retard au feu. Verres de phosphates.

Rhéologie. Stabilité de suspensions. Diagramme de phases. Équilibre hydrophillipophile. Paramètres de solubilité. Matériaux.

Acquisition : G. Tersac (Centre Documentaire Enseignement Chimie-Formulation, École Centrale des Arts et Manufactures, Grande Voie des Vignes, 92295 Châtenay-Malabry) contre 100 F en chèque ou bon de commande à l'ordre de la SFC pour les membres SFC, SESDiC-RECLAF. Pour les autres : 150 F.

DOCUMENTS PUBLIÉS PAR LE SESDiC

Dans la série "Chimie science centrale"

1794 : Condamnation de Lavoisier - Une décapitation de la chimie par la Révolution Française (60 p.)

(Enseignement de la chimie en 2e cycle universitaire, écoles d'ingénieurs, formation des maîtres (IUFM) et enseignements spécialisés d'épistémologie et/ou histoire des sciences)

Ce document se veut un outil d'enseignement permettant de travailler sur un "recouvrement" chimie-histoire (cf. le titre "Chimie science centrale"). Et pour bien prouver que cet outil, malgré sa bidisciplinarité voulue, n'est pas un "cours magistral de plus", il comporte aussi selon la règle adoptée pour la série CSC, une partie "travaux pratiques et/ou dirigés", que l'on trouvera à la fin de ce fascicule.

Aujourd'hui tous s'accordent à reconnaître qu'une formation scientifique à l'université est considérablement enrichie par une approche de (et une réflexion sur) l'histoire et l'épistémologie de la science étudiée.

Or, en France, non seulement un tel complément de formation est rarissime, mais aussi les instruments susceptibles de concrétiser une telle formation complémentaire sont inaccessibles, sinon inexistantes.

Certes, des traités d'histoire des sciences et d'histoire de la chimie existent, et certains sont excellents.

Mais, bons ou moins bons, ce ne sont que des cours magistraux, avec tous leurs apports certes, mais aussi avec tout ce que cela implique comme carences : peu ou pas "d'études de cas" ; et moins encore de matière à "exercices de réflexion", matière de même type par exemple que le module "Structure of chemistry", conçu et diffusé au Royaume-Uni par Open University.

L'auteur a donc souhaité, à propos de Lavoisier, essayer de réaliser non pas un cours de plus, mais une étude de cas qui ouvrirait la voie des exercices de réflexion, à l'intention d'étudiants d'enseignement supérieur, en 3e cycle ou en fin de maîtrise. Et, à plus forte raison, à l'intention de futurs enseignants.

Sommaire :

Avant propos

- A propos de Lavoisier, clichés et "paroles historiques".
- La Révolution - la chimie - Lavoisier.

- La Révolution : Une explosion... d'idées aussi.
- Travaux de chimie sous/pour la Révolution.
- Lavoisier et...
- A propos de Lavoisier ... Observations et débats toujours actuels.
- La Révolution : une hécatombe de chimistes ?
- En guise de conclusion...
- Propositions de travaux dirigés possibles sur ce thème.
- Bibliographie

Acquisition : SESDiC, contre 70 F en chèque, bon de commande ou timbres.

Document d'un type nouveau

Quelques fichiers et deux vidéofilms pour un spectacle de chimie : Magie ? Chimie !,

Pr B. Martel, Université Paris-Nord, avec la collaboration de A. Kribii, A. Paille et F. Nico-leau, Université de Poitiers.

Une production du CUDNME réalisée avec le soutien du département Culture scientifique et Technique, DISTB, MESR.

(Enseignement de formation des maîtres (IUFM notamment) ; enseignements de chimie de 1er cycle)

Ce travail complexe est riche de potentialités multiples.

D'abord, potentialités esthétiques et oniriques : les spectacles de chimie réalisables à l'aide des instruments présentés ici sont beaux et ils excitent l'imagination (le vidéoclip en donne un aperçu).

Ensuite, potentialités de motivation pédagogique : le goût pour la chimie peut se développer à la suite de tels spectacles, ainsi que l'intérêt pour l'interprétation des faits et effets "magiques" observés.

Et enfin, des potentialités diverses de formation :

- formation à la rigueur de la manipulation, grâce à la diversité et à la précision des dispositifs offerts pour guider

strictement tous les modes opératoires ;

- formation à un souci de sauvegarde de l'environnement grâce au caractère original des consignes précises données pour que ces spectacles de chimie n'entraînent aucune pollution ;
- formation au strict respect de la sécurité du manipulateur et de son public, grâce à des directives systématiques générales et à celles particulières à certaines manipulations.

Sommaire (fichier de 62 pages ; 2 vidéofilms de 3 et 45 min rassemblés sur une vidéocassette) :

Avertissement : sécurité, un rappel important, p. 1

- Introduction
- I - Proposer une image esthétique de la réaction chimique
- II - Réaliser les 17 démonstrations
- III - Garantir la sécurité et préserver l'environnement
- IV - Proposer une interprétation simplifiée des phénomènes observés
- V - Matériels et produits nécessaires à la réalisation des 17 démonstrations
- VI - Vue d'ensemble sur la faisabilité des 17 démonstrations.

Acquisition : Cudnme (faculté des sciences, Lab. Ch 13, 40, av. du R. Pineau, 86022 Poitiers Cedex) contre 180 F en chèque ou bon de commande.

Documents remis à jour

Catalogues pour les enseignements supérieurs de chimie

Catalogue de l'ensemble des publications du Service SESDiC (Service Enseignements Supérieurs-Didactique de la Chimie)

Acquisition : SESDiC contre 10 F en timbres

Catalogue de l'ensemble des multimédias et documents du Centre CUDNME

Acquisition : Cudnme (même adresse que le Sesdic) contre 10 F en timbres.

SFC 94 : RÉSUMÉS DES CONFÉRENCES

Le recueil des résumés des conférences plénières, des conférences, des communications orales et par affiches des huit sessions de SFC 94, le Congrès national de la Société Française de Chimie, tenu à Villeurbanne les 26-30 septembre 1994, est disponible au prix de 200 FTTC.

Société Française de Chimie, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : (1) 43.25.20.78. Fax : (1) 43.25.87.63.

Suivi calorimétrique de réactions chimiques

Étude des enthalpies de mélange

Alain Dumon* professeur, Henry Cardy* maître de conférences, Jacques Poulicard* maître de conférences

Le but de cette manipulation, réalisée en licence de chimie, consiste en la détermination des enthalpies massiques partielles d'un mélange de composition donnée.

Rappels théoriques

Le principe de la détermination repose sur l'application de la relation de Gibbs-Duhem :

$$\left[\sum_i x_i \cdot d \bar{Z}_{m,i}^M \right]_{P,T} = 0$$

Z étant une grandeur extensive molaire (m), de mélange (M), se rapportant à une phase et x_i la fraction molaire du constituant A_i .

Considérons deux constituants A_1 et A_2 (éthanol et eau par exemple). Il est possible de déterminer directement par des mesures calorimétriques l'enthalpie de mélange ΔH^M correspondant à diverses fractions molaires x_2 à une pression et une température déterminées.

Le tracé de la courbe $\Delta H_m^M = \Delta H^M / n_1 + n_2$ (n_i : quantité de matière du constituant A_i) en fonction de x_2 permet d'obtenir les valeurs des enthalpies molaires partielles de mélange

$$\bar{\Delta H}_{m,1}^M \text{ et } \bar{\Delta H}_{m,2}^M \quad \text{Comment ?}$$

ΔH_m^M étant une grandeur extensive, il est toujours possible de l'écrire sous forme additive en fonction des grandeurs molaires partielles.

$$\begin{aligned} \Delta H_m^M &= x_1 \bar{\Delta H}_{m,1}^M + x_2 \bar{\Delta H}_{m,2}^M \quad (2) \\ &= \bar{\Delta H}_{m,1}^M + \left(\bar{\Delta H}_{m,2}^M - \bar{\Delta H}_{m,1}^M \right) x_2 \end{aligned}$$

Les points d'abscisses $x_2 = 0$ et $x_2 = 1$ correspondent évidemment à $\Delta H_m^M = 0$.

En dérivant l'équation (2) par rapport à x_2 , en tenant compte de la relation (1), on obtient :

$$\frac{\partial \Delta H_m^M}{\partial x_2} = \bar{\Delta H}_{m,2}^M - \bar{\Delta H}_{m,1}^M$$

* Gredic, université de Pau, UFR Sciences et Techniques, avenue de l'Université, 64000 Pau. Tél. : 59.32.31.65. Fax : 59.62.76.71.

En reportant cette équation dans l'équation (2) cela donne :

$$\bar{\Delta H}_{m,1}^M = \Delta H_m^M - x_2 \frac{\partial \Delta H_m^M}{\partial x_2}$$

Soit pour $x_2 = a$ (Cf. figure 1) :

$$\left[\bar{\Delta H}_{m,1}^M \right]_a = \left[\Delta H_m^M \right]_a - \left[\frac{\partial \Delta H_m^M}{\partial x_2} \right]_a$$

et de même

$$\bar{\Delta H}_{m,2}^M = \Delta H_m^M - x_2 \frac{\partial \Delta H_m^M}{\partial x_2}$$

d'où

$$\left[\bar{\Delta H}_{m,1}^M \right]_a = \overline{BG} \text{ et } \left[\bar{\Delta H}_{m,2}^M \right]_a = \overline{AD}$$

Ainsi le simple tracé de la tangente à la courbe $\Delta H_m^M = f(x_2)$, au point $x_2 = a$, permet (figure 1) la détermination directe de :

$$\bar{\Delta H}_{m,1}^M \text{ et } \bar{\Delta H}_{m,2}^M$$

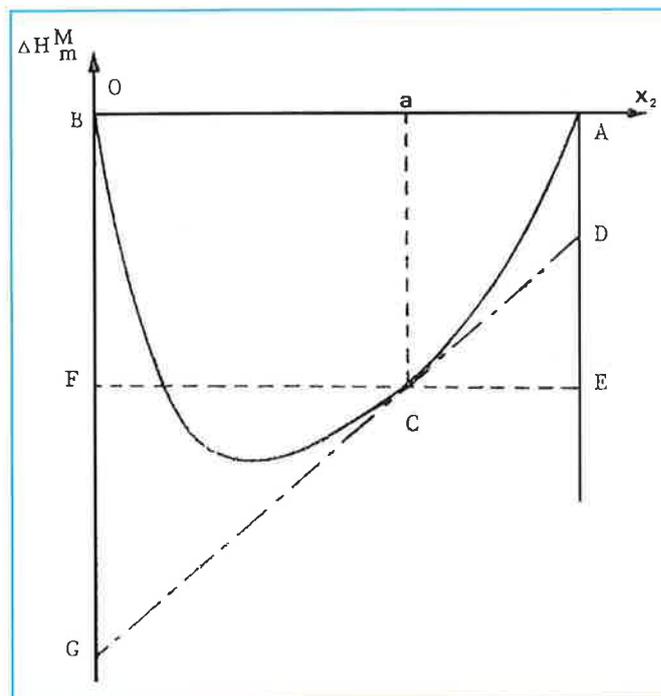


Figure 1 - Courbe $\Delta H_m^M = f(x_2)$

Détermination expérimentale des enthalpies de mélange

Elle repose sur la relation donnant la quantité de chaleur échangée entre le système et le milieu extérieur lors du mélange :

$$Q_p = \int_{T_0}^T C_{p,\xi} dT + \Delta H_{T_0}^M$$

avec :

$\Delta H_{T_0}^M$ = enthalpie résultant du mélange eau-éthanol (à T_0).
 $C_{p,\xi}$ = capacité thermique du calorimètre et de son contenu pour l'état d'avancement ξ (état final).

$C_{p,\xi} = mc_{p,sol} + C_p$ (calorimètre), avec $c_{p,sol}$: capacité thermique massique de la solution.

Si la transformation est réalisée dans un calorimètre adiabatique : $Q_p = 0$

$$\Rightarrow \Delta H_{T_0}^M = -(mc_p + C_p(\text{Calo})) (T - T_0)$$

Pour calculer les différentes enthalpies de mélange, il est donc nécessaire de déterminer au préalable : $C_p(\text{Calo})$ et les c_p des solutions.

Ces déterminations sont réalisées par chauffage à l'aide d'une résistance parcourue par un courant I sous une tension U pendant un temps t , puis mesure des ΔT correspondants :

– d'une masse m d'eau contenue dans le calorimètre

$$C_{p, \text{calo}} = \frac{UIt}{\Delta T} - m'c_{p,\text{eau}}$$

– de la solution eau-alcool de masse m contenue dans le calorimètre.

$$c_{p, \text{sol}} = \frac{UIt}{m\Delta T} - \frac{C_{p, \text{calo}}}{m}$$

Pour des raisons de simplification nous avons choisi de déterminer les enthalpies massiques de mélange :

$$\Delta h^M = \frac{\Delta H^M}{m} = \frac{-(mc_p + C_{\text{calo}}) (T - T_0)}{m}$$

Les étudiants doivent étudier six mélanges parmi les douze proposés, les résultats sont ensuite mis en commun.

Utilisation du micro-ordinateur

Nous avons introduit le micro-ordinateur en TP pour l'acquisition et le traitement de données.

Acquisition des données

Le montage expérimental est représenté sur la figure 2. il est constitué d'un calorimètre ainsi que d'un ensemble de mesure de température piloté par un micro-ordinateur compatible PC.

Les sondes de mesure et de référence, réalisées à partir d'un circuit électronique Analog Device AD-590 (sonde de température $1\mu A/K$; - 55 à + 150°C), sont reliées à un boîtier A qui délivre en sortie une tension proportionnelle à la différence de température $T_M - T_R$.

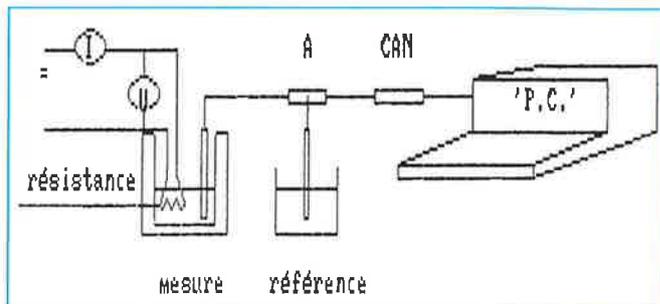


Figure 2 - Schéma du dispositif expérimental.

Le convertisseur analogique numérique CAN, de fabrication maison [1], transforme la tension précédente en information binaire nécessaire à l'ordinateur. Il est relié à une carte d'acquisition fabriquée à Taïwan permettant de faire de 1 à 100 mesures par seconde.

Tracé des courbes $T = f(t)$

Les variations de température mesurées successivement après le mélange (correspondant à un volume constant de 100 cm^3) puis après chauffage (figure 3) conduisent à la détermination des quantités de chaleur mises en jeu.

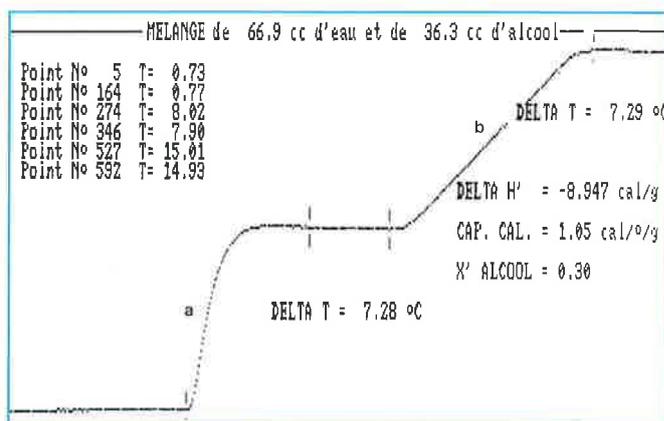


Figure 3 - Exemple de courbe de variation de température, a mélange, b chauffage.

Calculs

Il est alors possible, après avoir déterminé la capacité thermique (équivalent en eau) du calorimètre et de ses accessoires, de calculer les capacités thermiques massiques et les grandeurs de mélange des diverses solutions. L'organigramme du module acquisition et calcul est donné en annexe.

L'obtention de résultats corrects nécessite :

- une bonne agitation du mélange à l'aide d'un agitateur magnétique,
- le contrôle de la valeur de la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires en répétant les mesures 2 à 3 fois,
- d'attendre que la température soit suffisamment stabilisée avant le chauffage de la solution.

Le positionnement des points expérimentaux sur le graphe $\Delta h^M = f(x')$ est présenté aux étudiants.

L'analyse complète de l'incertitude sur la détermination de Δh^M est effectuée, par les étudiants, pour un point du graphe.

Traitement des résultats

Il est ensuite demandé aux étudiants :

- d'utiliser un programme d'ajustement au sens des moindres carrés pour déterminer l'expression analytique du polynôme d'ajustement sur les points expérimentaux (figure 4 et organigramme en annexe)

La comparaison de la courbe expérimentale et de celle obtenue par le calcul à partir des valeurs des tables fait apparaître une concordance assez satisfaisante, notamment pour les faibles valeurs de x_2 .

- De réaliser un programme permettant de déterminer les enthalpies massiques partielles de l'eau et de l'alcool pour $x'_a = 0,25$.

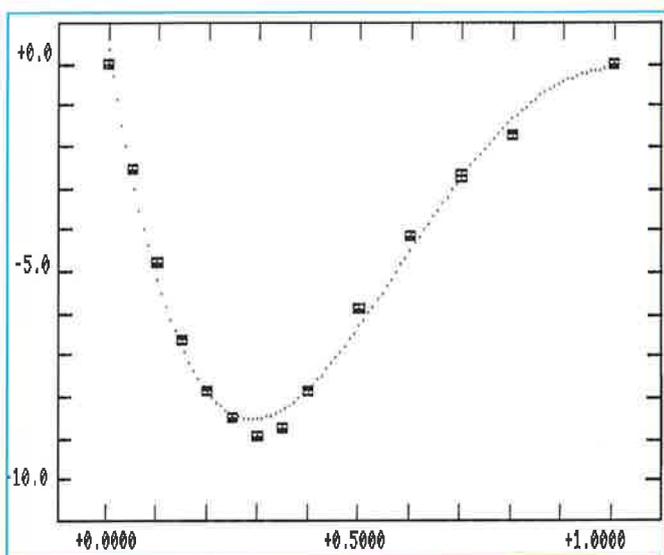


Figure 4 - Points expérimentaux et polynôme d'ajustement.

Conclusion

Cette manipulation sur la détermination des grandeurs molaires partielles est réalisée à l'université de Pau depuis de nombreuses années. L'introduction du micro-ordinateur a permis à l'étudiant :

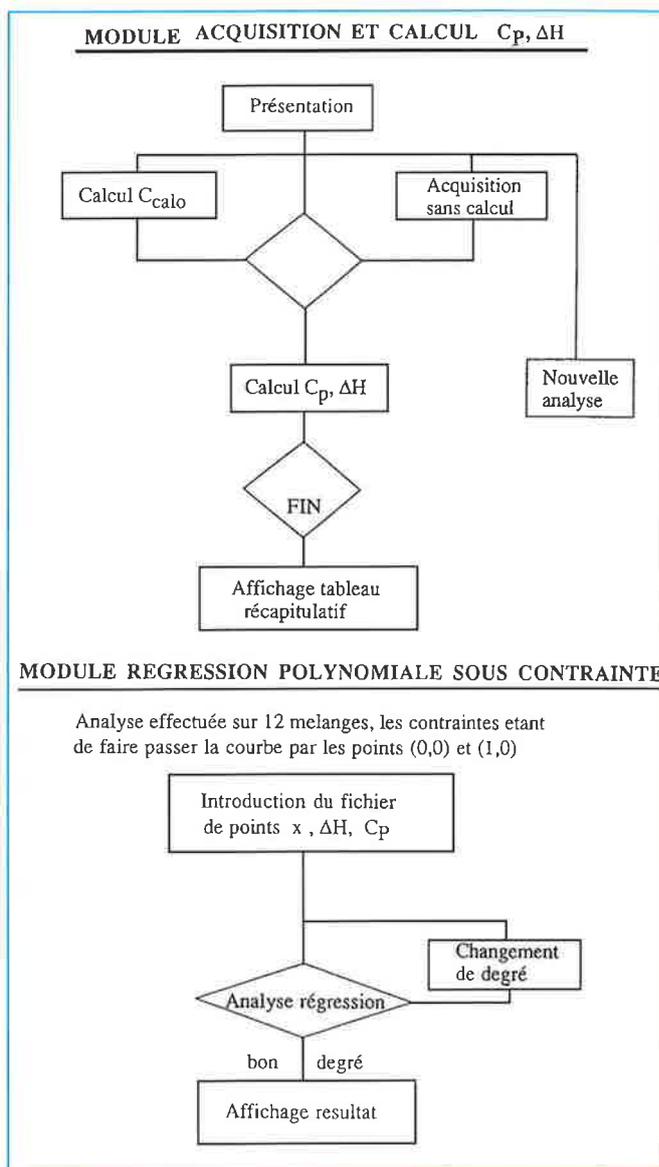
- d'être libéré des tâches fastidieuses de relevés de températures, de tracé des courbes $\Delta T = f(t)$, de calculs nombreux et répétitifs (C_{Calo} ; $c_{p, sol}$, Δh^M),
- de détecter immédiatement les éventuels points aberrants sur le graphe $\Delta h^M = f(x_2)$; ce qui lui permet de refaire immédiatement la manipulation correspondante,
- de modéliser le phénomène observé,
- d'utiliser le modèle pour la détermination des grandeurs cherchées et d'obtenir des valeurs situées dans un domaine d'incertitude de beaucoup moins grande amplitude que celui résultant de l'utilisation d'une méthode «manuelle».

Références

[1] Bonnacaze G. , Cardy H., Dargelos A., Guihal C. , Liotard D., Couplage d'un micro-ordinateur avec des expériences de travaux pratique, *L'Actualité Chimique*, 1985, 10, p.41-43.

Annexe

Organigramme du programme d'ajustement



BIOX WHITTAKER

CULTURE CELLULAIRE A HAUTE DENSITE

Le choix Setec

Bioréacteur MAbMAX™/Tricentric™ : la fibre creuse pleine de promesses

Innovant

✕ Concept des doubles fibres creuses emboîtées.

Performant

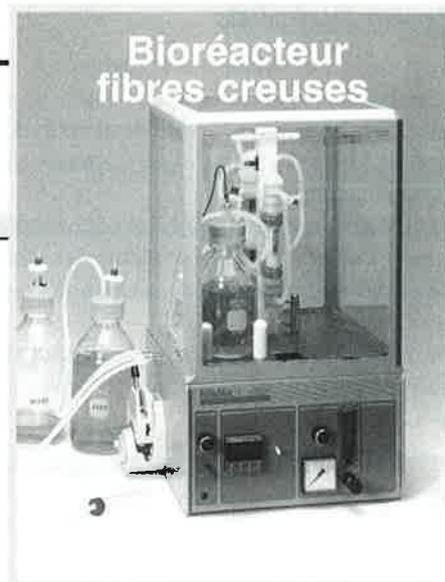
✕ Viabilité cellulaire exceptionnelle. Obtention en quantité des produits dérivés.

Avantageux

✕ Réacteurs Tricentric™ autoclavables 10 fois.

Souple

✕ Utilisation autonome/incubateur.
Chambres de culture Tricentric™ 1, 4, 73 ml.
1, 4 réacteurs Tricentric™/système.



Tél. (1) 43 94 29 29
Fax. (1) 48 77 81 28



CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

CNRS Formation

au service de l'Entreprise

du 9 au 13 octobre 199 à BONDY (93)

Spectrométrie d'absorption atomique. Initiation

du 16 au 20 octobre 199 à ORSAY (91)

**Initiation aux méthodes de spectroscopie laser :
applications à la chimie et à la biologie**

du 13 au 17 et 28-29 novembre 199 à ORSAY (91)

**Formation de la Personne Compétente à la radioprotection
(Option IIB sources non-scellées)**

stage à la carte à CLERMONT-FERRAND (63)

Les risques chimiques en laboratoire. Initiation

Catalogue, programme et inscriptions :

CNRS Formation

1 place Aristide Briand- 92195 MEUDON Cedex - FRANCE

Téléphone : (33-1) 45 07 56 72 - Télécopie : (33-1) 45 07 59 00

Les réactions d'oxychloration

Les réactions d'oxychloration revêtent une importance considérable dans la chimie du chlore, car elles permettent la réutilisation de l'acide chlorhydrique, comme agent chlorant, sans avoir à isoler le chlore. L'oxychloration de l'éthylène en 1,2-dichloroéthane (DCE) est l'application la plus importante puisque l'on estime à environ 13 millions de tonnes/an la production mondiale de DCE par cette voie.

La réaction d'oxydation de l'acide chlorhydrique par l'oxygène en phase gazeuse en présence de sels de cuivre est une réaction équilibrée qui a servi au siècle dernier à produire du chlore dilué (Deacon, 1868) :



L'introduction d'un hydrocarbure dans le milieu permet de passer de la réaction équilibrée (réaction de Deacon) à une réaction déplacée vers la droite (oxychloration) :



Le premier procédé industriel d'oxychloration (Raschig) permettant d'obtenir le chlorobenzène, qui est ensuite hydrolysé à la vapeur en phénol, a été mis en œuvre dans les années 20. L'acide chlorhydrique est recyclé. Le taux de conversion du benzène est assez bas pour limiter la polychloration :



A l'heure actuelle ce procédé n'est pratiquement plus utilisé.

Il faut attendre la fin des années 50 pour la première mise en œuvre industrielle de l'oxychloration de l'éthylène. Cette réaction exothermique ($\Delta H^\circ = -239 \text{ kJ.mol}^{-1}$) a donné lieu à de nombreux procédés faisant appel aux techniques du lit fluidisé et du lit fixe. Elle se pratique industriellement entre 220 et 270 °C et à des pressions comprises entre 4 et 7 bars :



Cette réaction s'effectue en parallèle avec la chloration directe :



Néanmoins l'atelier d'oxychloration est une pièce maîtresse de l'unité de chlorure de vinyle monomère (CVM) puisqu'elle permet le recyclage de l'acide chlorhydrique provenant de la déshydrochloration pyrolytique du 1,2-dichloroéthane :

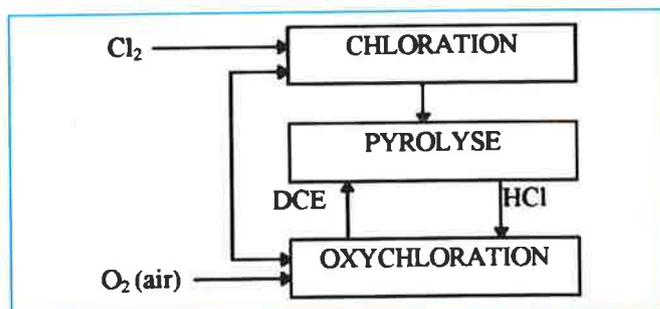


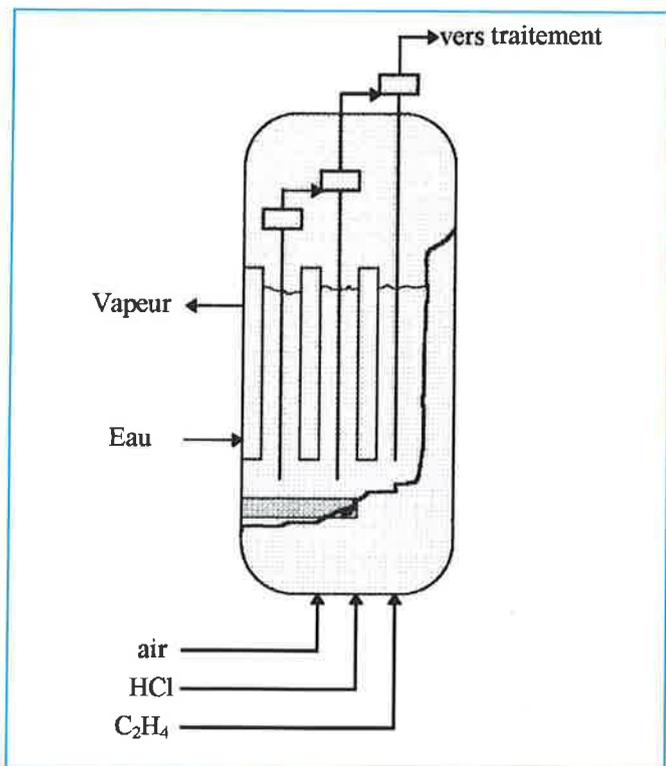
Schéma de principe d'une unité de chlorure de vinyle monomère.

La réaction globale de synthèse du chlorure de vinyle monomère est la résultante des réactions de chloration, d'oxychloration et de pyrolyse qui ont lieu dans l'unité :



Des variantes de ce procédé permettent d'obtenir des termes supérieurs : 1,1,2-trichloro- et 1,1,2,2-tétrachloroéthane à 300-360 °C (Péchiney-Saint Gobain, 1969) ainsi que trichloro- et tétrachloroéthylène à 380-450 °C (Pittsburgh Plate Glasse, 1964).

L'oxychloration des alcanes (notamment méthane et éthane), bien connue depuis les années 1920, n'intervient qu'à haute température, 450 °C, et n'a donné lieu, à notre connaissance, qu'à la réalisation de gros pilotes. A ces températures, le phénomène concomitant d'oxydation ne permet d'espérer de bons rendements en carbone qu'à travers une séparation des réactions (Transcat de Lummus).



Réacteur d'oxychloration en lit fluidisé.

Sélectivité

La chloration additive de l'éthylène par CuCl_2 est effectuée à une température suffisamment basse ($220\text{ }^\circ\text{C}$) pour que la réaction d'oxydation des hydrocarbures en $\text{CO} + \text{CO}_2$ soit limitée. Dans les cas des procédés utilisant l'air comme oxydant, la sélectivité en dichloro-1,2 éthane dépasse 95 % avec des taux de conversion élevés (éthylène 99,5 % ; acide chlorhydrique 99,7 %). Il existe des procédés fonctionnant à l'air enrichi ou à l'oxygène.

Catalyseurs

Comme pour le procédé Deacon, c'est le cuivre qui est l'agent actif de l'oxychloration. Il est déposé sur des supports qui ne sont, dans le cas de l'oxychloration de l'éthylène, pratiquement que des aluminés. A côté du cuivre (3 à 12 % en poids), on trouve des additifs ou des promoteurs, qui sont des alcalins (K, parfois Na), des alcalino-terreux (Mg) ou des terres rares (Y, La, Nd...).

A plus haute température, on utilise d'autres supports : silice, magnésie, attapulgite. Le cuivre est très souvent associé au potassium pour éviter les pertes par volatilité. Lummus est allé jusqu'à la suppression du support en utili-

sant des lits fondus (chlorure de cuivre - chlorure de potassium).

Le lit fluidisé

C'est la technique la plus utilisée pour la production de DCE par oxychloration de l'éthylène à l'air. Le procédé le plus répandu est celui de Goodrich. Néanmoins, de nombreuses firmes (Ethyl, Solvay, Mitsui Toatsu Chemical, Atochem...) ont développé leur propre technologie qui varie dans le domaine des conditions d'exploitation (températures, pression, catalyseur...).

D'une manière générale, le catalyseur constitué par des particules de 40 à 60 μm est fluidisé dans un réacteur en acier par les réactifs entrant dans un certain rapport au bas du lit. Un faisceau noyé dans le catalyseur permet la récupération de l'enthalpie de réaction sous forme de vapeur. Le réacteur est surmonté de plusieurs étages de cyclones internes ou externes permettant le recyclage des particules. Les gaz sortant du réacteur sont refroidis pour récupérer les produits organiques qui sont purifiés par les techniques habituelles avant d'être envoyés à l'atelier de pyrolyse. Les autres gaz qui contiennent essentiellement de l'azote (500 Nm^3 par tonnes de DCE) sont traités avant rejet à l'atmosphère. La consommation de catalyseur est de l'ordre de 50 à 150 g à la tonne de DCE.

Le lit fixe

Cette technologie est employée par les sociétés Dow, Stauffer, Toyo Soda... avec les variantes habituelles propres à chaque producteur : pression, température, catalyseurs, un ou plusieurs réacteurs en série, diluant...

Le catalyseur déposé sur des extrudés ou des billes est logé dans un réacteur multitubulaire (plusieurs milliers de tubes pour un réacteur) de 2 à 5 mm de diamètre et de 4 à 10 mètres de long. Le catalyseur est dilué par des produits bons conducteurs de la chaleur : graphite, carbure de silicium, etc., permettant une maîtrise de la température de réaction ; celle-ci est aussi réalisée par l'emploi de réacteurs en série (Stauffer) avec introduction étagée de l'oxydant. Les tubes contenant le catalyseur sont réalisés en alliage à base de nickel pour éviter la corrosion. Cette technologie peut fonctionner à l'air ou à l'oxygène, la récupération des solvants et le traitement du flux gazeux avant rejet à l'atmosphère sont similaires à ceux d'une oxychloration en lit fluidisé.

Cette fiche a été préparée avec le concours de Y. Correia. Pour en savoir plus :

- *Techniques de l'Ingénieur*, vol. J3 5610 et 5650, vol. J4 6020-133 (acide chlorhydrique), 6250 (chlorure de vinyle) 6020-1253 (1,2-dichloroéthane).
- *Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, 2e édition, 1968, 15, p. 150 ; 3e édition, 1978, 5, p. 675-748.
- E. Cavaterra, *Hydrocarbon Processing*, déc. 1988, p. 63.
- *Ullmans Encyclopedia der technischen Chemie*, édition anglaise, vol. 6, p. 248-266-280-301.

Les phénomènes de biométhylation des métaux dans l'environnement

Olivier Errecalde* docteur, Georges Maury** professeur, Raoul Pinel* professeur

Les auteurs ont exposé dans deux articles précédents [1, 2] les bases de l'étude de la spéciation des métaux en milieu aquatique et de l'importance prise par les formes organométalliques dans les cycles biogéochimiques de certains éléments, indiquant en même temps les risques écotoxicologiques liés à l'introduction massive de tels composés dans les eaux. Dans cette troisième partie, nous terminons par une étude plus approfondie des phénomènes de méthylation environnementale plus communément appelée «biométhylation».

Les produits métalliques organométhylés, et plus généralement organoalkylés, possèdent quelques propriétés caractéristiques expliquant leur fort impact sur les milieux biologiques :

- l'amphiphilicité qui leur permet une solubilité dans l'eau et dans les solvants ou les graisses et entraîne une action sur la cellule vivante,
- une forte affinité pour les groupements donneurs d'électrons comme le groupe sulfhydryle,

* Laboratoire de chimie analytique, Faculté des sciences et techniques, Université de Pau et des Pays de l'Adour, avenue de l'Université, 64000 Pau.
Tél. : 59.92.31.78. Fax : 59.02.93.77.

** Département de chimie organique fine, université de Montpellier II, Sciences et Techniques du Languedoc, 34095 Montpellier.
Tél. : 67.14.33.16. Fax : 67.14.38.88.

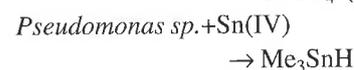
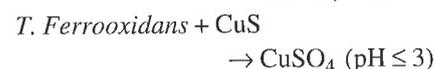
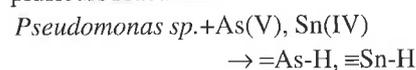
– une facilité d'accumulation dans les organismes vivants (bioaccumulation).

Les effets toxiques observés sont très divers selon les métaux et les radicaux organiques qui leur sont liés. Ainsi, la très grande toxicité des méthylmercures a causé des accidents importants au Japon et en Irak. En Europe, les butylétains ont ravagé les élevages ostréicoles et probablement entraîné des mutations génétiques chez certains crustacés. A l'opposé, on observe par exemple, une moindre toxicité de certains dérivés organoarséniés comparés à l'arsenic lui-même.

Mécanismes généraux de la biométhylation

Les micro-organismes transforment les métaux lourds et les organométalliques par plusieurs types de mécanismes qui dépendent du milieu et de l'état du métal considéré. La plupart de ces transformations ont lieu de manière endocellulaire ou à la surface de la cellule et on peut les considérer comme un processus de détoxification cellulaire. Selon les métaux et les conditions, elles font intervenir des transferts des groupements méthyles, sous forme de carbocations, carbanions ou radicaux libres et des transferts de protons ou dérivés hydrures. Les mécanismes les mieux connus sont ceux qui ont lieu à l'intérieur de la cellule. Connaissant l'importance des méthylation des acides nucléiques, acides gras, protéines ou polysaccharides dans les organismes vivants, il n'est pas surprenant de voir impliqués dans la biométhylation des métaux lourds les principaux agents méthylyants comme la S-adenosylméthionine (SAM), l'acide méthyltétrahydrofolique (THF) et la

méthylvitamine B12 [3], les deux premiers fournissant le groupement méthyle probablement sous forme de carbocation [3, 4] tandis que la dernière met en œuvre un carbanion [4]. Les métabolites libérés lors de la mort des cellules peuvent aussi agir. Ainsi, le béta diméthylpropiothétine (DMPT), métabolite des algues, est supposé méthyler les halogénures marins [3, 5, 6]. Ce composé est aussi trouvé dans le plancton estuarien et génère l'iodure de méthyle en présence d'ions iodures [7]. De même, la L-méthionine conduit à des métabolites secondaires gazeux comme le chlorométhane dans certaines espèces de champignons [8, 9, 1, 11]. Les algues marines sont aussi capables de synthétiser d'autres halométhylites susceptibles d'alkyler les métaux, comme des haloalcools, halocétones, etc. [3, 12]. En 1987, F. E. Brinckman et G. J. Olson ont résumé cet ensemble de transformation par le schéma donné en figure 1 [3]. Dans la figure 1, les biotransformations sont à la fois des processus d'oxydation utilisant des méthyl carbocations (SE₂, K₄) et des protons (SE₂, K₃) par substitutions électrophiles ou des réductions par méthyl carbanions (SN₂, K₁) ou des réactions mettant en œuvre des hydrures (SN₂, K₂) par substitutions nucléophiles [3]. Les auteurs citent en exemple plusieurs réactions :



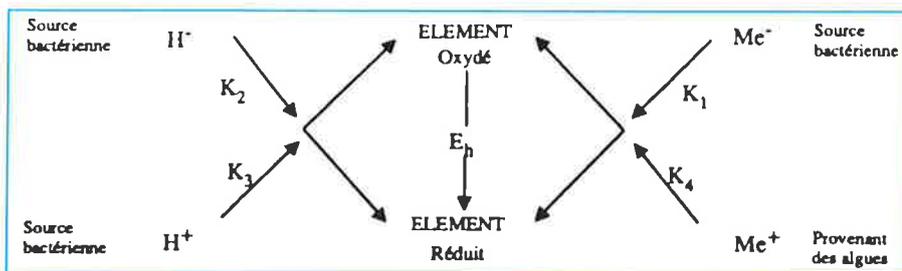


Figure 1 - Transformation de métaux et métalloïdes par les micro-organismes, d'après F.E. Brinckman et G.J. Olson [3].

Devenir des organométalliques

En général, les organométalliques comme les autres polluants peuvent être :

- **sédimentés**, et dans cet état ils peuvent être stabilisés ou non selon les circonstances et le milieu. Citons, par exemple, les organostanniques qu'on retrouve jusqu'à des profondeurs de 25 à 65 cm dans les sédiments marins [13, 14],
- **accumulés** dans les organismes vivants,
- **dégradés** par la lumière, le milieu ou les micro-organismes,
- **transméthylés** par réactions abiotiques ou biotiques.

Les transformations les plus importantes intervenant dans les milieux naturels semblent bien être dues à l'intervention des micro-organismes omniprésents et dont l'activité constitue une biotransformation des organométalliques par l'intermédiaire de réactions enzymatiquement catalysées. Les résultats cités dans les paragraphes suivants pourront donner un aperçu de l'avancement des recherches en la matière.

L'étain

Ces dix dernières années, plusieurs équipes de chercheurs ont essayé de mettre en évidence la biométhylation de l'étain (II) et (IV) par des micro-organismes dans diverses conditions opératoires :

- culture pure de bactérie isolée à partir de milieux naturels,
- utilisation de micro-organismes contenus dans des sédiments naturels,
- boues de station d'épuration.

Toutes ces expériences se sont avérées positives en ce qui concerne la production d'espèces méthylées de l'étain. Les mécanismes précis mis en

jeu sont pratiquement inconnus quels que soient les micro-organismes impliqués. Seules quelques hypothèses relatives aux méthylations abiotiques ont été formulées. Des expériences en biotope reconstitué et à partir de souches pures de micro-organismes ont été menées avec succès au sein de notre laboratoire. Ces dernières ont mis en évidence l'activité biologique dans la dégradation du tributylétain en dibutylétain et monobutylétain, et la transformation d'étain minéral (Sn^{4+}) en triméthylétain [15].

Le sélénium

La volatilisation du sélénium par méthylation est un mécanisme de protection utilisé par les micro-organismes pour détoxifier leur environnement. Ce procédé ôte en permanence le sélénium des sols, des sédiments et de l'eau. Les micro-organismes principalement concernés, isolés des sols et des sédiments, sont les bactéries et les champignons, tandis que dans l'eau ce sont les bactéries qui jouent un rôle prépondérant. La biométhylation d'espèces toxiques du sélénium comme SeO_3^{2-} (sélénite), SeO_4^{2-} (séléniate), Se^0 (sélénium élémentaire) en plusieurs composés organoséléniés volatils de toxicités différentes constitue la transformation la plus répandue dans les environnements pollués par le sélénium. Le diméthylsélénure (Me_2Se) est le métabolite majoritaire de la biométhylation. D'autres composés comme le diméthyl disélénure (Me_2Se_2), la diméthyl sélénone (Me_2SeO_2), le méthane séléniol (MeSeH) et le sulfure de diméthylsélényle (Me_2SeS) peuvent aussi être produits [16-19]. Il semblerait donc que les graves problèmes environnementaux causés par une accumulation de sélénium dans les sédiments ou les sols puissent être résolus par simple volatilisation

du sélénium par biométhylation. De tels procédés sont sérieusement envisagés par exemple pour détoxifier les étangs d'évaporation accueillant les eaux de drainage de la vallée de San-Joaquin en Californie [17-19].

Le mercure

La biométhylation du mercure a été fortement étudiée depuis 1975 à cause de catastrophes écologiques en milieu marin comme celle de Minamata au Japon. Il est donc difficile de résumer brièvement dans une étude bibliographique l'ensemble des recherches effectuées sur le sujet. Nous nous limiterons à quelques résultats significatifs.

Les libérations naturelles et anthropogéniques de mercure dans les environnements aquatiques sont, dans un premier temps, inorganiques. Toutefois, dans les eaux contaminées, le mercure détecté chez les poissons et les autres organismes aquatiques est presque entièrement sous la forme très toxique de méthylmercure (MeHg^+). A cause de sa grande liposolubilité, ses propriétés ioniques et son affinité importante pour les groupements soufrés des protéines, le méthylmercure est facilement bioaccumulé par la chaîne alimentaire. En conséquence, la présence de méthylmercure dans les milieux aquatiques pose de sérieux problèmes potentiels à la santé humaine [20]. Par exemple de grandes concentrations de mercure dans les poissons d'eau douce constituent un problème fréquent au Canada, au nord des États-Unis et en Scandinavie. En Suède, en dépit de réductions substantielles des émissions de mercure, le taux de mercure dans les poissons ne cesse d'augmenter [21].

Un autre problème important concerne l'agrandissement de lacs situés en bordure de rivières causant l'inondation des forêts avoisinantes, ce qui augmente de façon appréciable les taux de mercure contenus dans les poissons vivant dans le réservoir. Ce phénomène a déjà eu lieu dans plusieurs régions éloignées géographiquement, et où il n'y avait pas de sources naturelles ou anthropogéniques évidentes de mercure. On suppose qu'il est causé par la stimulation de la méthylation microbienne du mercure dans les sédiments du lac agrandi, par l'introduction de nutriments

issus du sol et de la végétation récemment submergés [22].

D'autres chercheurs se sont penchés sur le problème de la bioaccumulation du mercure dans des clams (*Metrix metrix*) en milieu marin (Golfe d'Arabie). Des calculs théoriques suggèrent que dans les eaux de mer oxiques, comme les eaux côtières, les chloro-complexes du mercure comptent pour la presque totalité du mercure dissous. A cause de la forte complexation des ions chlorures, un accroissement de la salinité de l'eau de mer pourrait augmenter les concentrations en mercure dans la colonne d'eau et ainsi diminuer la sédimentation du mercure dans les sédiments [23].

Le germanium

Le germanium est un élément qui n'existe qu'à l'état de traces dans la croûte terrestre et les eaux naturelles. A cause de la similarité des structures électroniques, la géochimie du germanium dans les environnements à basse température est étroitement liée à celle du silicium, et elle est aussi dominée par une grande tendance à remplacer le silicium dans les sites vides des minéraux silicatés.

Les organismes marins siliciés, comme par exemple les diatomées ou les radio-laires, ne différencient pas le germanium et le silicium qu'ils consomment en grande quantité. Le germanium entre donc dans un cycle biochimique en milieu marin ou océanique. Les espèces méthylées, le monométhylgermanium (MMGe), le diméthylgermanium (DMGe) et le triméthylgermanium (TMGe) sont apparemment stables dans les milieux marins. Comme aucune source ou réservoir évident des espèces méthylées du germanium n'ont été trouvés dans les milieux naturels, les chercheurs ont conclu que ces produits sont probablement fabriqués biologiquement sur les continents, puis sont transportés via les fleuves et les rivières aux océans. Ces méthylgermaniums auraient des durées de vie supérieures à celle du germanium (IV) sous forme ionique qui avoisine 20 000 ans dans les océans [24, 25].

L'arsenic et le plomb

L'arsenic est présent sous plusieurs formes dans les milieux aqueux naturels :

- As (IV) (forme oxydée), dans AsO_4^{3-} (arséniate) ;
- As (III) (forme réduite), dans AsO_3^{3-} (arsénite) ;
- As (IV) dans les méthylarsénics.

Ce ne sont cependant pas les seuls dérivés importants de l'arsenic que l'on trouve. En effet, on a découvert dans les macroalgues, les crustacés et les poissons des composés arséniés lipo- et hydrosolubles comme par exemple : $(\text{CH}_3)_3\text{As}+\text{CH}_2\text{COO}^-$ et $(\text{CH}_3)_3\text{As}+\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ [26].

La réduction et la biométhylation de l'arsenic dans les eaux marines et estuariennes est étroitement surveillée. Dans les environnements actifs, comme la baie de Chesapeake (États-Unis), de 30 à 80 % de l'arsenic est sous forme réduite ou méthylée contre 10 % dans les eaux moins actives. La nature des organismes responsables de la présence des formes réduites ou méthylées dans la colonne d'eau, et les mécanismes biochimiques de méthylation sont encore très peu connus. Les algues marines, les bactéries et les levures ont montré leur aptitude à relarguer des espèces méthylées, mais le phytoplancton est supposé être l'agent de méthylation prépondérant [27, 28]. La méthylation de l'arsenic a aussi été mise en évidence dans les lacs et les sols ; ces processus dépendent de la température et sont une source importante de relargage d'arsenic dans l'atmosphère par formation de produits volatils [29]. La spéciation chimique de l'arsenic est particulièrement importante dans les environnements eau-sédiments. Les changements de condition d'aération dans ces milieux peuvent induire la transformation des espèces chimiques présentes, ce qui augmente ou diminue la labilité de l'arsenic dans l'environnement [30].

La biométhylation du **plomb** inorganique ou de ses composés ioniques alkylés est très controversée. Des chercheurs ont entamé une étude de biométhylation de composés du plomb en supposant que certains micro-organismes pouvaient convertir Pb (II) inorganique et Pb (IV) organique en alkylplombs correspondants. Une réaction de transfert biochimique d'un carbanion pourrait avoir lieu dans les cellules bactériennes. De plus, le produit de réaction enzymatique méthyl-cobalamine formé à partir des divers substrats par ces organismes pourrait agir comme un donneur de carboca-

tion dans la formation de méthane et de méthionine, ou, d'une autre manière, comme intermédiaire biologique transférant un carbanion aux composés contenant du plomb avec les alkylplombs comme produits finals. Les expériences en anaérobiose ont été conduites avec des cultures mixtes et une culture enrichie en bactéries méthanogènes tandis que *Escherichia coli* a été utilisée pour les expériences en aérobiose. Les alkylplombs produits par biométhylation n'ont été trouvés dans aucune des expériences précédentes. Les tentatives utilisant des sels organiques de plomb ont donné des tétraalkylplombs par réactions non enzymatiquement catalysées [31]. Une autre équipe de chercheurs a tenté de mettre en évidence la biométhylation de sels de Pb (II) en présence de sédiments provenant de plusieurs plages d'Angleterre. Des essais ont été faits avec des sédiments bruts puis avec les mêmes sédiments modifiés par différents amendements susceptibles d'améliorer les résultats obtenus. Dans aucun cas, la biométhylation des sels de plombs introduits au départ n'a pu être détectée [32]. Les spécialistes sont toutefois d'accord pour penser que la méthylation du plomb a lieu dans des sédiments en anaérobiose. Schmidt et Hubber ont observé la production de tétraméthylplomb par biométhylation de plomb à l'aide de cultures bactériennes en anaérobiose [33]. Par la suite, Hubber et son équipe ont estimé que 15 à 19 % du plomb méthylé était produit par biométhylation alors que 81 à 88 % l'était sans catalyse enzymatique [34].

Conclusion

Les mécanismes de méthylation des métaux lourds dans l'environnement sont des phénomènes extrêmement complexes dépendant de multiples facteurs physicochimiques d'origine climatique et géographique. Toutefois, dans un souci de simplification, nous pouvons rassembler les six métaux que nous venons d'examiner en deux groupes :

- l'étain, le sélénium et le mercure pour lesquels les méthylation biotiques et abiotiques ont été mises en évidence dans les milieux naturels par des mesures sur le terrain et des expériences en laboratoire

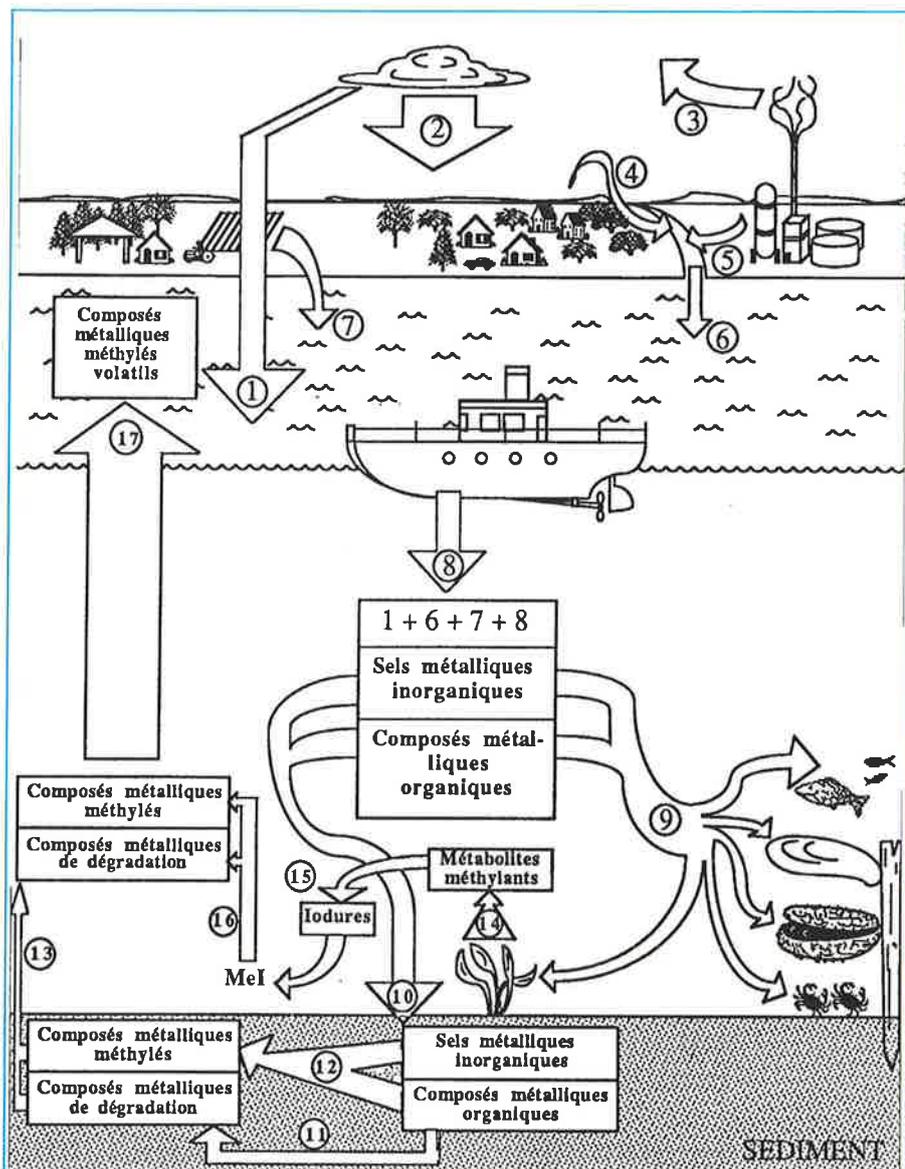


Figure 2 - Cycle simplifié des composés métalliques dans l'environnement.

- 1 - Dépôts métalliques atmosphériques sur les mers et les océans.
- 2 - Dépôts métalliques atmosphériques sur les continents.
- 3 - Rejets métalliques à l'atmosphère (urbains et industriels).
- 4 - Rejets métalliques urbains aux fleuves et rivières.
- 5 - Rejets métalliques industriels aux fleuves et rivières.
- 6 - Transport des polluants métalliques anthropogéniques par les fleuves vers les mers et océans.
- 7 - Transport des polluants métalliques naturels vers les mers et océans par lessivage du relief des continents.
- 8 - Apport de polluants métalliques par les embarcations.
- 9 - Bioaccumulation des polluants métalliques par la faune et la flore aquatique.
- 10 - Sédimentation des polluants métalliques.
- 11 - Biodégradation des composés métalliques contenus dans le sédiment.
- 12 - Biométhylation des composés métalliques contenus dans le sédiment.
- 13 - Transfert des composés métalliques contenus dans le sédiment à la colonne d'eau.
- 14 - Rejets de métabolites méthylyants par la flore aquatique.
- 15 - Réaction de ces métabolites méthylyants par la flore aquatique.
- 16 - Méthylation des composés métalliques contenus dans la colonne d'eau.
- 17 - Transfert des composés métalliques les plus volatils de la colonne d'eau à l'atmosphère au-dessus des mers et océans.

sur des biotopes simulant la réalité,
 - le germanium, l'arsenic et le plomb pour lesquels les biométhylations sont fortement probables dans les milieux naturels, mais qui n'ont pas été mises en évidence de façon probante dans des expériences de laboratoire essayant de

reproduire les conditions naturelles.

Les conséquences sur le milieu naturel de ces méthylyations sont variables selon les métaux. Dans le cas de l'étain, du plomb et du mercure, l'impact des méthylyations sur la faune et la flore aquatique est néfaste à cause de la toxicité

supérieure des composés méthylysés par rapport aux composés minéraux.

Par contre, les méthylséléniés semblent moins toxiques que les composés minéraux du sélénium. Les processus de méthylyation seraient alors dans ce cas des phénomènes de détoxification induits par le milieu naturel pour se préserver des atteintes des séléniés, séléniates et du sélénium élémentaire.

La toxicité de l'arsenic par rapport aux méthylarsénics dans les milieux naturels est peu connue. Cependant les phénomènes de détoxification par méthylyation de l'arsenic dans le corps des mammifères ont été observés et étudiés et on est conduit à penser que les méthylarsénics sont moins toxiques que l'arsenic dans les milieux naturels.

Nous présentons dans la figure 2 un schéma simplifié du cycle des métaux lourds dans l'environnement. Tous les phénomènes précédemment cités y sont représentés, sachant que chaque phénomène peut être associé aux six métaux étudiés, mais que la mise en évidence expérimentale de ces processus n'est pas effective pour chacun.

Remarquons pour terminer, qu'à côté de l'intérêt pratique de l'étude de la biométhylation (ou la bioalkylation) des hétéroéléments, il existe un autre aspect plus directement relié à la chimie organique de synthèse. En effet, le domaine des bioconversions utilisable en synthèse organique, qui connaît actuellement un essor très important, a tendance à inclure depuis peu les organométalliques et leurs biotransformations en présence de micro-organismes ou d'enzymes purifiés [35]. Bien que cet aspect soit indirectement en relation avec notre propos, nous désirons cependant attirer l'attention des lecteurs sur les développements qui existent potentiellement dans le domaine des bioconversions des organométalliques dès l'instant que les problèmes de toxicité sont résolus.

Références

- [1] Pinel R., Astruc M., Donard O. F. X., *L'Actualité Chimique*, juin 1990, p. 100-116.
- [2] Astruc M., Pinel R., *L'Actualité Chimique*, mai 1985, p. 29-35.
- [3] Brinckman F.E., Olson G. J., *Proceeding of a Conference on The Biological Alkylation of Heavy Elements*, Royal Society of Chemistry, Craig P. J., Glockling F. (editors), 1988, p. 168-196.

- [4] Ashby J. R., Craig P. J., *The Science of Total Environment*, **1988**, 73, p. 127-133.
- [5] Lee D. S., Weber J.H., *Applied Organometallic Chemistry*, **1988**, 2, p. 435-440.
- [6] Donard O. F. X., Short F. T., Weber J. H., *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **1987**, 44, p. 140-145.
- [7] Brinckman F. E., Olson G. J., Thayer J. S., Marine and estuarine geochemistry, Sigleo, A. C. and A. Hattori (editors), **1985**, chapitre 16, p. 227-237.
- [8] Harper D. B., Hamilton J. T.G., *Journal of General Microbiology*, **1988**, 134, p. 2831-2839.
- [9] Harper D. B., Hamilton J. T. G., Kennedy J. T., McNally K. J., *Applied and Environmental Microbiology*, **1989**, 55 (8), p. 1981-1989.
- [10] McNally K. J., Hamilton J. T. G., Harper D. B., *Journal of General Microbiology*, **1990**, 136, p. 1509-1515.
- [11] Harper D. B., Kennedy J. T., Hamilton J. T. G., *Phytochemistry*, **1988**, 57 (10), p. 3147-3153.
- [12] Gschwend P. M., MacFarlane J. K., Newman K. A., *Science*, **1985**, 227, p. 1033-1035.
- [13] Astruc M., Lavigne R., Pinel R., Leguille F., Desauziers V., Quevauviller P., Donard O. F. X., Spéciation of tin in sediments of Arcachon bay in *Proceedings International Conference of Rome*, Université de Pau et des Pays de l'Adour, **1989**.
- [14] Sarradin P. M., Astruc A., Sabrier R., Astruc M., *Marine Pollution Bulletin*, **1994**, 28, p. 621-628.
- [15] Errecalde O., Astruc M., Maury G., Pinel R., *Applied Organometallic Chemistry*, **1995**, 9, 1, p. 23-28.
- [16] Chau Y. K., Wong P. T. S., Silverberg B. A., Luxon P. L., Bengart G. A., *Science*, **1976**, 192, p. 1130-1131.
- [17] Chasteen T. G., Silver G.M., Birks J. W., Fall R., *Chromatographia*, **1990**, 30 (3/4), p. 181-185.
- [18] Karlson U., Frankenberger W. T., *Soil Science*, **1988**, 52, p. 1640-1644.
- [19] Thompson Eagle E. T., Frankenberger W. T., Karlson U., *Applied Environmental Microbiology*, **1989**, 55 (6), p. 1406-1413.
- [20] Farrell R. E., Huang P. M., Germida J. J., Hammer U. T., Liaw W. K., *Verheij International Limnology*, **1991**, 24, p. 2190-2198.
- [21] Regnell O., Tunlid A., *Applied and Environmental Microbiology*, **1991**, 53 (13), p. 798-795.
- [22] Jackson T. A., *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **1988**, 45, p. 97-121.
- [23] Sadiq M., Alam I. A., *Chemical Speciation and Bioavailability*, **1992**, 4, p. 9-17.
- [24] Lewis B. L., Andreae M. O., Froelich P. N., *Marine Chemistry*, **1989**, 27, p. 179-200.
- [25] Lewis B. L., Andreae M. O., Froelich P. N., Mortlock R. A., *The Science of Total Environment*, **1988**, 73, p. 107-120.
- [26] Apte A. G., Comber S. D. W., *Applied Organometallic Chemistry*, **1989**, 3, p. 509-514.
- [27] Andreae M. O., Froelich P. N., *Tellus*, **1984**, 36 B, p. 101-107.
- [28] Howard A. G., Apte S. C., *Applied Organometallic Chemistry*, **1989**, 3, 6, p. 499-507.
- [29] Mukai H., Ambe Y., Muku T., Takeshita K., Fukuma T., *Nature*, **1986**, 324, p. 239-241.
- [30] Masscheleyn P. H., Delaune R. D., Patrick W. H. Jr., *Journal of Environment Quality*, **1991**, 20, p. 522-527.
- [31] Reisinger K., Stoeppeler M., Nürnberg H. W., *Nature*, **1981**, 291, p. 228-230.
- [32] Jarvie A. W. P., Whitmore A. P., Markall R. N., Potter H. R., *Environmental Pollution*, **1983**, 6, p. 81-94.
- [33] Schmidt U., Hubber F., *Nature*, **1976**, 259, p. 157-158.
- [34] Hubber F., Schmidt U., Kirchmann H., Aqueous chemistry of organolead and organothallium compounds in the presence of microorganisms, Brinckman F. E. & Bellama J. M., editors, *Organometals and Organometalloids*, ACS Symposium n° 82, American Chemical Society, Washington D. C., **1978**.
- [35] Santaniello E., Ferraboschi P., Grisenti P., Manzocchi A., *Chemical Reviews*, **1992**, 92, p. 1071-1140.

Création du Forum de l'Environnement International

L'Actualité Chimique a suivi avec intérêt les activités et l'évolution de l'Institut de l'Environnement International (IEI) (*cf. L'Actualité Chimique*, septembre **1994**, p. 43-46). Après douze années d'activité très diversifiée, cette association a été dissoute. Ses acquis ne sont pas pour autant perdus, ils sont repris dans diverses structures parmi lesquelles le "Forum de l'Environnement International".

La principale réussite de l'IEI, en tout cas la plus originale à sa création, fut d'offrir aux organisations et entreprises concernés par le domaine de l'environnement une plate-forme indépendante et pluraliste d'échange et de propositions. L'approche globale et intégrée des problèmes, qui semble banale, voire évidente

aujourd'hui, était tout à fait nouvelle pendant les années 80. L'IEI a su faire école.

Cette conception est devenu la "vocation" du nouveau Forum de l'Environnement International. Profitant de l'expérience de l'IEI, cette nouvelle association se propose de reprendre sinon ses objectifs, du moins ses méthodes : études, travaux de recherches et de documentation, publications, organisation de colloques.

Le "charte" du Forum commence par cette phrase : "L'intérêt fondamental du Forum tient dans sa recherche d'une approche globale, pluraliste et indépendante des problématiques environnementales en vue de servir l'intérêt général".

Le président de ce Forum est Jean

Laporte, président du Comité d'organisation du salon Pollutec. Les vice-présidents sont Vincent Sol, avocat au barreau de Paris, spécialiste en droit de l'environnement, associé du Cabinet Hughes Hubbard & Reed et Alexis Galley, membre du cabinet du ministre de l'Environnement.

La première activité publique de ce Forum sera vraisemblablement un colloque sur les sites contaminés dans le cadre du salon Pollutec 1995. Ce problème sera abordé sous l'angle de l'éthique et de la responsabilité des différentes activités.

- Pour en savoir plus : Me Vincent Sol, Forum de l'Environnement, 47, avenue Georges Mandel, 75116 Paris. Tél. : (1) 44.05.80.00. Fax : (1) 45.53.15.04.

La toxicité des dioxines (suite)

Une lettre de l'Académie des sciences

Marianne Grunberg-Manago* présidente

Dans *L'Actualité Chimique* de novembre, André Picot et Anne-Christine Macherey ont présenté leur opinion sur la toxicité des dioxines. Au titre de l'Académie des sciences, Marianne Grunberg-Manago nous demande de bien vouloir publier l'intégralité de cette lettre comme droit de réponse.

L'Académie des sciences et le Cadas s'étonnent des termes de l'article de A. Picot et A.C. Macherey publié dans *L'Actualité Chimique*, novembre 1994, p. 84-87, sur le rapport consacré aux dioxines. Le rapport de l'Académie des sciences et du Cadas¹, fruit de trois années de travail au cours desquelles toutes les instances académiques ont été consultées, n'a retenu que les faits établis et n'a pas cédé à la tentation de rechercher des effets médiatiques inconsidérés.

A. Picot et A.C. Macherey déplorent que notre rapport ne tienne pas suffisamment compte des aspects toxicologiques. Sur 74 pages, 15 - donc 1/5 - sont consacrées à ces aspects. C'est évidemment moins que le lourd document publié presque simultanément par l'Environment Protection Agency², qui consacre la totalité de ses 1 100 pages à la toxicologie et à l'exposition aux dioxines et à ses analogues. Nous avons, par contre, inclus une analyse de la chimie de la formation et de la destruction de ces

composés, ainsi qu'une analyse de leurs sources et de leur évolution prévisible. C'est ce qui nous a permis d'affirmer que les moyens de réduire l'exposition aux dioxines existent, qu'ils commencent à être appliqués, et que leur généralisation est uniquement une question économique.

Les conclusions du rapport de l'EPA, telles que les résumés A. Picot et A.C. Macherey, sont remarquablement confuses. Partie sur l'idée que les dioxines devaient être cancérigènes, l'EPA finit par renoncer à une désignation comme «cancérigène certain», et retient celle de «cancérigène probable». Mais elle soulève d'autres problèmes : effets «suggérés», présentés entièrement au conditionnel, sur le système immunitaire, le cerveau, le développement fœtal. Notre rapport n'aborde effectivement pas ces aspects, parce qu'ils nous ont semblé rester pour l'instant des hypothèses de travail sans fondement assuré.

Les conclusions de notre rapport sont par contre présentées par A. Picot et A.C. Macherey d'une façon très déformée, sauf en ce qui concerne les sources de dioxines, dont nous considérons effectivement comme établi qu'elles sont en régression (et dont nous montrons comment elles pourraient encore être réduites). Il est inexact que nous ayons considéré que «le modèle animal est non pertinent» et il est inexact que nous ayons prétendu que «les données épidémiologiques sont sans signification scientifique».

Le modèle animal est évidemment pertinent ; en l'occurrence, avec les dioxines, il est toutefois remarquablement difficile à interpréter à cause des

énormes différences de sensibilité de diverses espèces et de l'absence quasi totale de données sur les effets éventuels des doses d'exposition actuelles des populations humaines.

Quant aux données épidémiologiques, elles ont évidemment une signification quand on peut en tirer des conclusions claires. Nous estimons que ce n'est pas le cas pour celles dont nous avons eu connaissance. Par exemple, dans le cas (cité par A. Picot et A.C. Macherey) de l'analyse des populations touchées par l'accident de Seveso, les différences entre le nombre de cas de cancers de divers types observés et le nombre attendu statistiquement sont extrêmement faibles. Pour certains types de cancers, cette différence (de quelques unités) est même en faveur de la population soumise aux plus fortes doses de dioxines ! Il est impossible de conclure à une causalité claire et nous maintenons notre conclusion qu'une des difficultés majeures de l'analyse des risques dans le cas des dioxines est qu'il n'y ait pas eu jusqu'à présent de victimes humaines prouvées.

Bien sûr, on peut à juste titre craindre des effets retardés, ou des effets tout autres que ceux auxquels on avait d'abord pensé, comme ceux qui sont présentés par A. Picot et A.C. Macherey sur l'induction enzymatique. A propos de cette dernière, on peut d'ailleurs penser qu'elle pourrait elle aussi avoir des effets favorables, à côté de la métabolisation accrue des hydrocarbures polycycliques aromatiques, métabolisation qui conduit à les transformer en produits cancérigènes. Quant au suivi de la morbidité des employés de la BASF, sur les trente années ayant suivi leur exposi-

* Académie des sciences,
23, quai Conti, 75006 Paris.
Tél. : (1) 44.41.43.67.
Fax : (1) 44.41.43.63.

tion à de la dioxine, il a été publié postérieurement à notre rapport ; il n'a donc pas été examiné de façon approfondie, mais on peut relever qu'il mentionne un spectre de désordres large, mais ne comprend pas d'accroissement de la fréquence des cancers. Par contre, que ce rapport montre que «l'occurrence des désordres mentaux est corrélée avec la sévérité de la chloracné» ne saurait surprendre tant qu'on ne définit pas plus précisément ces désordres - l'absence de corrélation avec la concentration sanguine de dioxines, que rappellent A. Picot et A.C. Macherey, démontre qu'il est bien difficile de tirer de telles études des conclusions claires³.

A. Picot et A.C. Macherey nous reprochent de considérer l'équivalent toxique TEQ comme «un artifice... sans fondement réel». C'est effectivement un artifice «commode, mais approximatif et ambigu» avons-nous dit. Nous avons constaté un fait, c'est tout. Il est d'ailleurs surprenant que les auteurs, qui

nous reprochent ailleurs de ne pas tenir compte d'effets de synergie possibles, ne comprennent pas que la notion de TEQ exclut toute possibilité de synergie - ou d'interaction négative. Nous avons d'ailleurs recommandé explicitement que cet index soit revu et amélioré.

Ce débat nous semble exemplaire. Le rapport de l'Académie des sciences et du Cadas aurait évité toutes les critiques s'il n'avait pas cherché les conclusions que l'on peut tirer de faits établis. Une conclusion plus pessimiste, cachant les incertitudes et se faisant le vecteur d'une position faussement alarmiste, n'aurait sans doute pas conduit à des controverses.

Rappelons cependant que l'Académie des sciences et le Cadas n'ont pas oublié de mettre en pratique le «principe de précaution», et ont conclu en recommandant que la vigilance soit maintenue, que la réduction des émissions soit poursuivie, en particulier en améliorant le fonctionnement des incinérateurs d'ordures.

Notes

- 1 Académie des sciences-Cadas, *La dioxine et ses analogues*, Technique et documentation Lavoisier éd., Paris, 1994.
- 2 Rappelons que l'EPA est une agence, subventionnée directement par le Congrès, et présentant des propositions à l'administration. Ce n'est pas faire preuve de mauvais esprit que de constater qu'elle a toujours été très sensible aux aspects médiatiques des problèmes qu'elle traitait, et que ses rapports semblent parfois viser davantage le volume que la clarté.
- 3 On rappellera à ce propos que ces études épidémiologiques peuvent donner des conclusions claires. Par exemple, la discussion sur la signification de tel ou tel taux de morbidité n'aurait pas le même caractère un peu oiseux si l'étude avait porté sur l'exposition au tabac ! Notre conclusion majeure, critiquée comme «exagérément rassurante», porte bien sur cela : il s'agit de problèmes n'ayant pas causé pour l'instant une seule victime humaine prouvée, alors que le tabac et les autos en font 50 000 par an en France !

Des publications de l'Académie des sciences

• La dioxine et ses analogues

Rapport commun Académie des sciences/Cadas, n°4, (ce rapport existe également en anglais : Dioxin and its Analogues (250 F)).
128 p., 150 F, Tech et Doc Lavoisier, Paris, 1994.

• Ozone et propriétés oxydantes de la troposphère

Rapport n°30 de l'Académie des sciences.
262 p., 370 F, Tech et Doc Lavoisier, Paris, 1993.

• L'effet de serre

Rapport n°31 de l'Académie des sciences.
80 p. + 8 p., hors texte, 150 F, Tech et Doc Lavoisier, Paris, 1994.

• Il y a 200 ans Lavoisier

Actes du colloque organisé en mai 1994 à Paris et à Blois, à l'occasion de la mort d'Antoine Laurent de Lavoisier, sous le patronage de l'Académie des sciences et de l'Académie d'agriculture de France.
352 p. + 16 p. hors texte, 340 F, Tech et Doc Lavoisier, Paris, 1995.

• Évolution des métiers de la recherche

L'évolution des métiers des cadres de la recherche et le devenir des docteurs après leur thèse. Ce rapport porte essentiellement sur les secteurs scientifiques et techniques, mais aborde brièvement le secteur des sciences économiques.
Rapport commun Académie des sciences/Cadas, n°3.
96 p., 120 F, Tech et Doc Lavoisier, Paris, 1994.

VALORISATION DES DÉCHETS PLASTIQUES : L'ADEME LANCE UN APPEL A PROJETS

Les nouvelles contraintes réglementaires incitent à la valorisation, les cours des matières plastiques sont élevés : dans ce contexte, l'Ademe (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) lance un appel à projets dont l'objectif est la valorisation des déchets plastiques et d'encourager un effort d'investissement en faveur des équipements qui contribuent à ce résultat.

Cet appel est un concours réservé aux projets d'équipements qui contribuent à la réduction des déchets de production, à la valorisation énergétique ou au recyclage des déchets plastiques, quelle qu'en soit l'origine. Ces équipements doivent être destinés à une exploitation commerciale.

Les lauréats seront sélectionnés par un jury national, composé de représentants des ministères et professions concernés, sur les critères suivants :

- les équipements mettent en œuvre des innovations reproductibles,
- le type de déchets plastiques visés constitue, en France, un flux volumineux et peu valorisé,
- les perspectives de viabilité du projet sont étayées par des études sérieuses.

Les lauréats pourront bénéficier d'une avance remboursable fixée à 30 % du montant des équipements (hors génie civil et bâtiment) et limitée à 2,5 MF. Son remboursement sera fonction de la réussite du projet et son taux d'intérêt sera nul. L'Ademe consacrera 30 MF à cet appel à projets.

Pour participer, les candidats doivent retirer un dossier auprès de la délégation régionale de l'Ademe dans leur région. Date de dépôt du dossier : 16 juin 1995 auprès de la même délégation régionale (adresses dispo-



nibles sur Minitel 3615 code Ademe).

- **Ademe, 27, rue Louis Vicat, 75015 Paris. Tél. : (1) 47.65.24.96. Fax : (1) 47.65.52.36.**

RECYCLAGE DES BOUTEILLES EN PET : DÉPOLYMÉRISER ET REPOLYMÉRISER

Les chercheurs du CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) et de l'École Centrale de Paris viennent de trouver une solution au recyclage de certaines matières plastiques telles que le polyéthylène téréphthalate utilisé pour le conditionnement des boissons gazeuses.

Parmi les solutions existantes en matière de recyclage chimique, l'une d'entre elles consiste à dépolymériser les chaînes du polyester. C'est cette solution qui est utilisée pour le recyclage des bouteilles en PET. Après récupération chez un spécialiste du recyclage puis nettoyage et broyage, la bouteille devient des petits copeaux, qui transformés par réaction chimique en polyols, constituent la base de la fabrication de matériaux alvéolaires en polyuréthane. Cette opération consiste à soumettre les copeaux de PET à l'action d'un glycol à environ 200 degrés dans un réacteur en présence d'un catalyseur. Le résultat final est un mélange de polyols utilisables pour la synthèse de polyuréthanes qui donnent lieu à trois applications spécifiques au bâtiment :

- isolant thermique en mousse rigide de polyuréthane. D'une densité de 21 kg/m³, ce produit présente des performances ther-

miques satisfaisantes à savoir une conductivité de 21 mW/mK,

- un isolant thermo-acoustique dérivé des déchets de mousse souple qui sont agglomérés grâce à un liant polyuréthane à partir des polyols obtenus. Avec une densité de 60 kg/m³, sa conductivité thermique est de 40 mW/mK et le module d'Young dynamique de 0,1 MPa,

- un isolant acoustique pour dalles flottantes qui présente une densité de 350 kg/m³, une conductivité thermique de 60 mW/mK, un module d'Young dynamique de 0,04 MPa, mesuré sur un échantillon placé sous une charge de 80 kg/m² pour simuler l'action d'une dalle flottante.

- **Robert Copé ou Jean-Claude Maréchal, CSTB Grenoble. Tél. : 76.76.25.25.**

CONVENTION INTERNATIONALE SUR L'INTERDICTION DES ARMES CHIMIQUES

La France vient de ratifier la convention internationale sur l'interdiction des armes chimiques. C'est une étape décisive dans un long processus qui a débuté à Genève en 1978, a été marqué par la Conférence de Paris du 13 janvier 1993 et se poursuit à La Haye avec les travaux de la commission préparatoire chargée de la mise en place de la nouvelle organisation internationale qui assurera le contrôle de l'application de ce traité.

L'industrie chimique ne fabrique pas d'armes chimiques, mais fabrique des produits civils tout à fait légitimes qui sont susceptibles d'être utilisés à mauvais escient et détournés de

leur fonction d'origine pour devenir des «précurseurs» d'armes chimiques. C'est pourquoi, associée très tôt aux négociations internationales visant à empêcher tout détournement d'une technologie pacifique à des fins militaires, elle a toujours soutenu avec fermeté les travaux menés à Genève et La Haye, proposant une avancée significative avec un régime de vérification sur place des installations industrielles.

L'entrée en vigueur de cette convention doit intervenir six mois après sa soixante cinquième ratification, c'est-à-dire, sans doute vers la mi-1996. A partir de là, les industriels auront à remplir leurs obligations en matière de déclarations et à accueillir les premières inspections internationales vers la fin de la même année.

- **Union des Industries Chimiques, 14, rue de la République, 92800 Puteaux Cedex 99. Tél. : (1) 46.53.11.06.**

R.P. RENFORCE SA GAMME DE COAGULANTS

Rhône-Poulenc Environnement Services vient de mettre en route, à Septèmes (près de Marseille), une unité de production de 15 000 tonnes/an d'une nouvelle qualité de polychlorure d'aluminium, ce produit haut de gamme s'adresse au marché du traitement de l'eau potable. Il apporte des solutions performantes pour traiter certains types d'eaux. Numéro deux en Europe pour les coagulants minéraux, Rhône-Poulenc offre également une gamme élargie de services et de produits pour le marché du traitement des eaux : désinfectants, correcteurs de pH, coagulants, adjuvants de floculation, membranes de filtration tangentielle, produits de protection des réseaux, services de mise en œuvre des produits et d'analyses.

- **Rhône-Poulenc, 25, quai Paul Doumer, 92408 Courbevoie Cedex. Tél. : (1) 47.68.08.47. Fax : (1) 47.68.14.44.**

ECB7 ou la maturité des biotechnologies

Lucien Penasse * *secrétaire général*

Le 7e Congrès européen de biotechnologie (ECB 7) s'est tenu au Palais des Congrès de Nice, du 19 au 23 février 1995, conjointement avec BioExpo, exposition de matériels et de produits de biotechnologie qui, à cette occasion, avait quitté Paris pour la première fois.

Présidé par le Prof. François Gros, et placé sous les auspices de la Fédération Européenne de Biotechnologie, ce congrès a été organisé par les quatre sociétés françaises membres de cette Fédération : Adébio, Chimie et Écologie, la Société de Chimie Industrielle (SCI) et la Société Française de Microbiologie (SFM). Les tâches avaient été réparties entre les sociétés : le programme scientifique avait été confié à la SFM et l'organisation générale et budgétaire à la SCI.

Le congrès a mobilisé 2 008 participants dont 75 % d'étrangers originaires de 61 pays, et l'exposition a reçu, en dehors des congressistes, 1 605 visiteurs originaires de 14 pays.

Cette réunion a donc été la grande occasion, vingt ans après Asilomar, de faire le point sur l'état actuel des acquis et des perspectives de la biotechnologie en France, en Europe et dans le monde.

* Société Française de Microbiologie, 28, rue du Docteur Roux, 75724 Paris Cedex 15. Tél. : (1) 45.68.81.64/79. Fax : (1) 45.67.46.98.

D'entrée de jeu, il faut rappeler que la France et le monde célèbrent, en 1995, le centenaire de la mort de Louis Pasteur, et le congrès de Nice s'est situé dans la ligne même de ces célébrations qui ont pour nous un sens profond. Non seulement l'importance et la diversité des découvertes de Pasteur demeurent un sujet d'étonnement mais, de plus, nombre de ses travaux constituent les points de départ d'autant de chapitres des biotechnologies d'aujourd'hui. Notre tâche était donc évidente : montrer par cette prestigieuse filiation que nos activités se rattachent à une longue tradition et ne sont en aucune façon les fruits d'un enthousiasme momentané. La biotechnologie que nous connaissons aujourd'hui a eu, en effet, une histoire déjà mouvementée qui a succédé à une longue préhistoire.

Faut-il rappeler que les boissons et autres aliments fermentés que l'homme prépare depuis la plus haute antiquité relèvent, au sens le plus strict, de notre domaine ?

La présence spontanée, dans ces produits, de microorganismes issus de l'environnement et leur action indispensable étaient bien entendu ignorées. C'est à partir du XIXe siècle, et en particulier grâce aux travaux de Pasteur, que leur rôle multiple a été mis en évidence. Et depuis cette époque, petit à petit, on a isolé, identifié et maîtrisé cette faune diversifiée. Le grand public, impressionné par les guérisons extraordinaires obtenues à l'époque grâce à cette approche nouvelle, a retenu surtout le rôle des microorganismes à l'origine des maladies, alors que les cas où ils sont d'une merveilleuse utilité méritent autant l'attention.

Autre étape : vers le milieu de ce siècle, la découverte des antibiotiques montre la prodigieuse richesse des aptitudes de synthèse des organismes monocellulaires, et ce sont des milliers de molécules nouvelles, aux enchaînements souvent exotiques, qui enrichissent la chimie organique et trouvent, pour bon nombre d'entre elles, le chemin des usines.

On apprend aussi, bientôt, que les enzymes de ces microorganismes peuvent jouer le rôle de catalyseurs dans bien des réactions de la chimie industrielle, et ceci conduit aux méthodes de bioconversion.

La grande explosion des biotechnologies contemporaines et l'usage désormais adopté de ce mot a été déclenchée par les découvertes de la génétique moléculaire qui permettaient d'envisager, il y a vingt ans, de transférer dans une cellule quelconque une information génétique étrangère à elle et de l'y faire fonctionner. Aussitôt la vague d'enthousiasme a été spectaculaire, d'innombrables applications étant promises dans un avenir aussi proche que profitable. La réalité n'a pas tardé à montrer que les délais indispensables pour parvenir à celles-ci étaient sensiblement plus longs qu'initialement prévu. D'où, à la fin des années 80, une période de relative perte de prestige et de désenchantement.

Les témoins et les analystes actuels sont unanimes pour estimer que le domaine des biotechnologies, une fois franchies ces périodes de soubresauts de jeunesse, est en train de parvenir à une phase de maturité et de développement progressif. Les méthodes expérimentales maîtrisées, leurs secteurs d'application identifiés, les durées

respectives incompressibles des étapes de développement admises, les rôles souvent complémentaires de ces méthodes et des méthodes plus classiques de la chimie reconnus, une réglementation progressivement mise en jeu dans les pays développés en vue d'assurer les garanties de qualité et de sécurité, tout est désormais en place.

Les réunions du type des congrès européens de biotechnologie en général, et ECB7 en particulier, ont pour objectif de fournir une vue complète des différents aspects des biotechnologies et les perspectives probables de développement au cours de la période de quelques années qui sépare deux congrès successifs. On voudrait ici souligner quelques temps forts, quelques thèmes qui ont fait l'objet de travaux nombreux et sur lesquels les résultats présentés à ECB7 ont apporté un progrès significatif. Ils aident à clarifier la silhouette de notre domaine telle qu'elle apparaît aujourd'hui. On distinguera, successivement, ce qui relève des sciences de base, puis des domaines d'application, pour finir par les aspects socio-économiques.

La grande entreprise mondiale de séquençage des génomes de nombreuses espèces, depuis la bactérie jusqu'à l'homme, qui progresse à un rythme soutenu, a fait l'objet de mises au point circonstanciées. Parmi les justifications de ce séquençage, outre l'aspect cognitif, il ne faut pas oublier les applications potentielles en santé humaine auxquelles l'industrie pharmaceutique est très attentive. Mais il faut souligner qu'en dehors de cette vue uniformisante, il y a un renouveau d'intérêt tout à fait considérable pour la prodigieuse diversité du vivant, et, en particulier, du monde microbien. Cet intérêt se caractérise par des études approfondies de populations particulières (extrêmophiles, algues, bactéries lactiques, levures...), études centrées autant sur la génétique et la physiologie de ces espèces que sur les métabolites secondaires et les enzymes diverses dont le criblage connaît un regain d'intérêt en Occident.

Les abzymes ont fait l'objet de plusieurs présentations. Leur intérêt potentiel, tant sur le plan fondamental, comme outil d'exploration des états de

transition, comme outil de catalyse de réactions entièrement nouvelles, demeure le plus grand. Il est évident néanmoins que, sur le plan des applications, beaucoup reste à faire car les performances catalytiques obtenues à ce jour demeurent faibles par rapport à celles des enzymes classiques.

Des progrès ont été présentés sur nos connaissances de base sur les prions, ces déconcertants agents infectieux de diverses maladies animales et humaines. Enfin, toujours sur le plan scientifique, le mode de fonctionnement des chaperons fait l'objet d'études de plus en plus nombreuses. Leur rôle dans le repliement de certaines protéines, et dans le franchissement de frontières endocellulaires se clarifie et peut compléter utilement les études plus classiques relatives au transfert et à la sécrétion des protéines.

L'utilisation de l'outil mathématique et informatique, sous les angles les plus divers, est l'objet de grands développements, et les séances qui y étaient consacrées ont connu une animation et un succès frappants. On assiste, en effet, à l'arrivée à leur maîtrise de ces méthodes qui sont désormais en mesure d'apporter une assistance irremplaçable aux étapes expérimentales. Et, inversement, l'amélioration progressive et sensible de la précision et de la fiabilité dans la mesure des grandeurs expérimentales permet une bien meilleure introduction de ces valeurs dans les programmes. Ceci touche des sujets aussi divers que l'exploitation intelligente et prédictive des banques de données, l'étude des réseaux métaboliques d'une façon de plus en plus intégrée, le suivi, la modélisation et la maîtrise des procédés, le fonctionnement des bioréacteurs.

Sous l'angle des applications, la place initiale va bien entendu à la santé humaine. Les potentialités nouvelles issues des biotechnologies, pour la vaccination, pour le ciblage de molécules actives vers des tissus particuliers, ont été présentées ainsi que l'apport, encore au stade exploratoire, de molécules nouvelles dans la lutte contre le sida. L'un des thèmes majeurs a toutefois été la thérapie génique, qui a fait l'objet d'une conférence plénière et d'une session spécialisée. On sait que, dans de nombreuses maladies à compo-

sante héréditaire, un gène défectueux ou déficient est à l'origine du mal. Il est désormais possible d'obtenir, par les techniques de la génétique moléculaire, le gène conforme, de faire accéder un certain nombre de copies de celui-ci, à l'aide de vecteurs, en général viraux, aux tissus somatiques sièges de la lésion, d'obtenir un niveau certain de fonctionnement du gène introduit, pendant une période significative, et enfin d'obtenir de ce fait une rémission clinique démontrable. Parallèlement à ces objectifs, les chercheurs ont acquis une claire notion des problèmes encore à résoudre dans chaque cas particulier, ainsi que des délais qui y seront nécessaires.

Il est intéressant de noter, toujours dans l'orbite de la santé humaine, que les animaux transgéniques offrent désormais des modèles expérimentaux pour plusieurs maladies humaines où, avant cela, l'expérimentation était fâcheusement démunie.

L'environnement est, comme il se doit, l'objet de travaux et de réflexions considérables, sous un double angle : d'une part s'assurer que les procédés biotechnologiques en développement n'apportent aucun risque nouveau pour la nature, ou la santé des utilisateurs et, plus encore, mettre à profit les possibilités considérables des procédés biotechnologiques pour apporter des remèdes aux pollutions existantes (déchets pétroliers, eaux usées, effluents industriels, effluents gazeux...).

Le monde végétal continue de recevoir des contributions soutenues des méthodes biotechnologiques, sous des angles multiples : accroître la productivité, ou les caractéristiques des plantes exploitées, leur conférer une résistance endogène aux parasites permettant de réduire l'emploi des pesticides chimiques, leur faire produire des substances mieux ou plus directement exploitables par l'industrie agro-alimentaire ou l'industrie chimique.

Cette dernière, on le sait, fait appel aux méthodes biotechnologiques, en particulier dans une série de réactions dites de bioconversion où des enzymes microbiennes sont utilisées comme catalyseurs. Une série d'exposés ont apporté plusieurs illustrations de ces méthodes qui peuvent offrir, dans des

cas bien étudiés, des niveaux de performance tout à fait exceptionnels. Il a été clairement montré, en outre, que tout procédé multistade de synthèse en chimie fine doit être considéré d'une façon intégrée. Chaque étape biologique ou chimique, aussi brillante soit-elle, n'a d'intérêt que si elle est précédée et suivie d'étapes en parfaite harmonie avec elle et que si l'ensemble conduit au nombre d'étapes le plus faible. Les procédés biotechnologiques, grâce à la génétique moléculaire qui permet désormais de regrouper plusieurs enzymes utiles dans une seule cellule, excellent dans les cas les plus favorables à réduire le nombre des étapes, mais seule la considération globale de l'ensemble conduit aux choix décisifs. L'accent est désormais mis sur la complémentarité et non plus sur la concurrence entre chimie et biotechnologie.

Les aspects socio-économiques ont fait l'objet d'un nombre important de séances couvrant en particulier la sécurité, la réglementation, la propriété industrielle, l'éthique. Les perspectives de développement en France, en

Europe, aux États-Unis, au Canada et au Japon ont été présentées. Dans sa conférence d'ouverture, P. Potier, directeur général de la Recherche et de la Technologie au ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, en a donné la mesure en indiquant que le marché européen des produits et services issus des biotechnologies modernes est aujourd'hui évalué à 28 milliards de francs et représente de l'ordre de 180 000 emplois. Cette évaluation comporte toutefois une marge d'incertitude car les biotechnologies traditionnelles n'y sont pas toutes incluses, ni les procédés faisant appel à un ensemble d'étapes chimiques et biologiques. Une étude détaillée de la situation économique en Europe a été publiée par le SAGB en 1994. On doit noter avec regret que, dans cet ensemble, la France n'a qu'une place modeste, malgré une compétence scientifique de base de tout premier plan.

On sait, d'autre part, que l'une des incertitudes importantes qui freinent le mouvement des biotechnologies est la réticence du public médiocrement informé des choses de la science et de la technologie par des médias où la vulga-

risation ne reçoit qu'une place exigüe.

Comme lors des congrès précédents, des colloques ont été consacrés, au cours d'ECB7, à ces thèmes et en particulier aux problèmes de formation et d'information, source possible d'un progrès à terme. De plus, un effort important a été fait par les organisateurs d'ECB7 en direction du grand public, avec l'aide d'une agence de communication compétente. Près de 70 journalistes (presse écrite, radio, télévision), autant français qu'étrangers, ont participé à deux conférences de presse ou à des entretiens personnalisés. On peut donc espérer qu'un certain volume d'information objective a ainsi été diffusé et devrait contribuer, dans une mesure non négligeable, à combler cette vaste lacune. Une fois de plus, cependant, on est péniblement surpris en voyant les titres aussi frappants que vides de sens, dont les journalistes de la grande presse ne peuvent se priver d'orner leur texte.

Le prochain congrès de cette série, ECB8, se tiendra à Budapest, en Hongrie, en 1997 et le suivant, ECB9, à Bruxelles en 1999.

ECB8/8th European Congress on Biotechnology

18-22 août 1997, Budapest (Hongrie)

Ce 8e Congrès de la Fédération Européenne de Biotechnologie est organisé par la Société chimique hongroise et par le groupe de travail Biotechnologie de l'Académie des sciences hongroise.

Langue du congrès : anglais.

Renseignements : ECB8/IBUSZ Travail Congress Dept., H-1053 Budapest V, Ferenciek tere 10, Hongrie.

Tél. : +36 (1) 1175 212. Fax : +36 (1) 1189 161.

L'industrie chimique française se rétablit : retour à la croissance

Au cours de 1994, la production globale de l'industrie chimique française, comme les autres grandes chimies européennes, a enregistré une forte croissance en volume et, au cours du deuxième semestre, les résultats financiers des entreprises engagées dans la chimie de base ont commencé à se rétablir. Ainsi, après une année 1993 maussade, 1994 apparaît comme une période de transition vers une croissance en volume comme en résultats.

- La production globale a crû de 5,6 % en volume contre 1,5 % en 1993. Cette progression, significativement supérieure à celle du produit intérieur brut (+ 2,5 %), varie selon les domaines d'activité : + 6,9 % dans la chimie de base, + 7 % dans la parachimie et + 2,2 % dans la pharmacie (tableau I - figure 1).

- Le chiffre d'affaires a crû de 7 %.
- Les résultats du commerce extérieur - avec un solde positif de 37,5 milliards de franc - sont en augmentation (figure 2). Ils se situent à la deuxième place des excédents commerciaux. Ils suivent l'agro-alimentaire et précèdent l'automobile.

- Les investissements, de l'ordre de 19 milliards de francs, sont proches du niveau de 1993 (figure 3).

- 1995 devrait être une année de consoli-

* Union des Industries Chimiques,
14, rue de la République, Cedex 99,
92909 Paris-La-Défense.
Tél. : (1) 46.53.11.00. Fax : (1) 46.53.11.05.

Tableau I - Évolution de la production chimique française par secteurs (en volume) (source : Insee).

	1993	1994 (estimation)
Chimie minérale	- 6,9 %	+ 8,5 %
Chimie organique	+ 1,6 %	+ 6,3 %
Parachimie	+ 1,7 %	+ 7 %
•Chimie hors pharmacie	+ 0,3 %	+ 6,9 %
Pharmacie	+ 4,8 %	+ 2,2 %
•Ensemble de la chimie	+ 1,5 %	+ 5,6 %

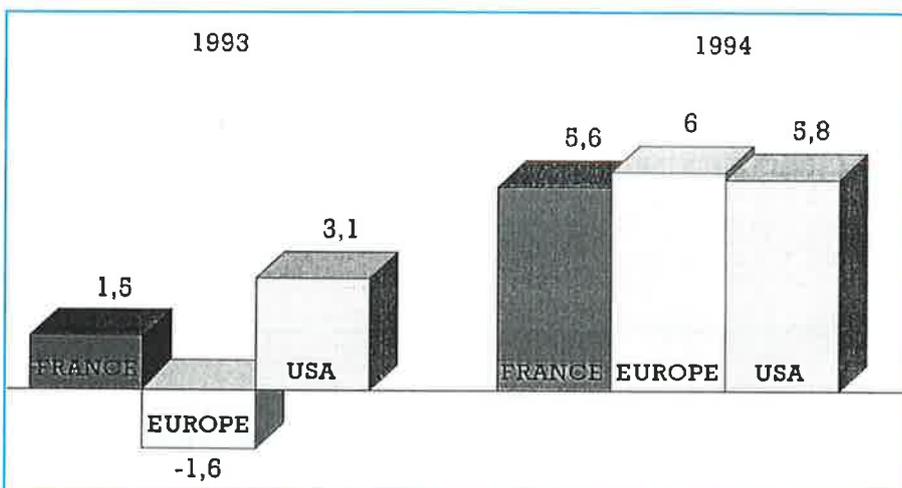


Figure 1 - Production chimique France-Europe-États-Unis. Croissance en volume en 1993 et 1994 (source : UIC/Cefic, CMA).

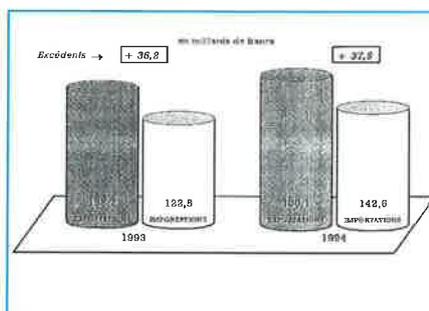


Figure 2 - Commerce extérieur de la chimie française en 1993 et 1994 (source : Douanes).

dation avec une croissance en volume de l'ordre de 3,5 % malgré l'achèvement du restockage. Ce résultat ne sera toutefois atteint que si la consommation finale

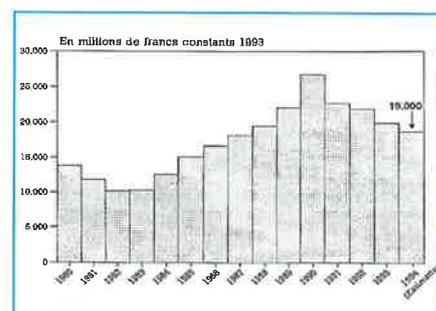


Figure 3 - Investissement de l'industrie chimique en France (source : SESSI).

poursuit son redressement au niveau européen et si les conditions financières (taux d'intérêt, parités des monnaies) ne se détériorent pas. (Source UIC*).

Elf Atochem améliore ses performances

Elf Atochem confirme un résultat opérationnel, hors éléments exceptionnels, de 1 850 millions de francs en 1994 contre une perte de 180 millions de francs en 1993, soit une amélioration de 2 milliards de francs.

Le chiffre d'affaires 1994, en augmentation de 9 % (+ 11 % pour la chimie de base et + 7 % pour la chimie de spécialités) s'établit à 53,3 milliards de francs (figure 4 et 5).

La marge brute d'autofinancement progresse également de plus de 2 milliards de francs, passant de 2,5 milliards en 1993 à 4,6 milliards en 1994 ; dans ce contexte, Elf Atochem a réduit son endettement de 1,8 milliard.

Cette évolution résulte d'une amélioration des coûts, pour 800 millions de francs, et d'une conjoncture plus favorable, pour 1 200 millions de francs.

Les efforts de productivité et de modernisation, qui ont permis de réaliser en 1994 des économies structurelles de 800 millions de francs, portent sur l'ensemble des activités :

- en pétrochimie, la réorganisation de la filière éthylène-polyéthylène s'est poursuivie avec, en 1994, un accord majeur dans les polyéthylènes de spécialités avec Union Carbide ;
- les engrais, grâce à une réduction de 25 % des moyens de production, se rapprochent de l'équilibre ;
- en chimie de spécialités, les efforts ont particulièrement porté sur les résines urée-formol, la carbochimie et le polyméthacrylate de méthyle (PMMA).

La conjoncture plus favorable en Europe, le maintien de la croissance aux États-Unis et un accroissement des exportations, particulièrement en Asie (+40 %), expliquent l'augmentation du chiffre d'affaires et l'amélioration du résultat à hauteur de 1 200 millions de francs.

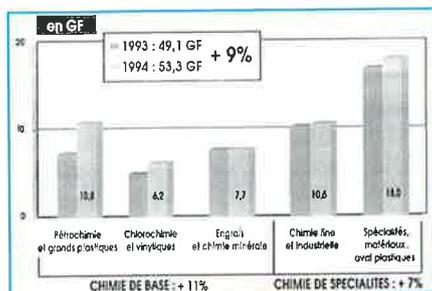


Figure 4 - Le chiffre d'affaires d'Elf Atochem par secteur.

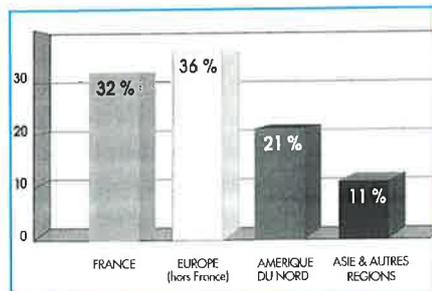


Figure 5 - Répartition du chiffre d'affaires d'Elf Atochem par zone géographique en 1994.

Elf Atochem, au cours des années à venir :

- poursuivra les améliorations structurelles de son portefeuille,
- continuera, par développements internes et acquisitions, à accroître ses activités en chimie de spécialités,
- déploiera ses activités commerciales et industrielles en Asie.

L'ensemble de ces actions contribuera à construire un nouvel équilibre entre chimie de base et chimie de spécialités.

- Elf Atochem, Cedex 42, 92091 Paris la Défense. Tél. : (1) 49.00.70.29. Fax : (1) 49.00.80.50.

Roussel Uclaf : chiffres clés 1994. Perspectives 1995

Chiffres d'affaires : 16,266 milliards de francs se répartissant ainsi entre les différentes activités :

- 74 % pour l'activité santé humaine,
- 5 % pour l'activité santé animale,
- 12 % pour l'activité chimie fine,
- 4 % autres (prestations de services),
- les 5 % restants correspondent aux ventes à AgrEvo

Résultat net : 1,818 milliard de francs en très forte augmentation par rapport à 1993 (+ 84 %). Hors éléments exceptionnels, le résultat net a progressé de 18,6 % par rapport à l'exercice précédent en s'élevant à 1,210 milliards de francs.

Marge brute d'autofinancement : 2,056 milliards de francs en progression de 30,1 % sur 1993.

Balance des paiements : 1,730 milliard de francs de solde positif.

Tableau II - Chiffre d'affaires des principales familles de produits chimie fine de Roussel Uclaf.

	1994 (en millions de francs)	% évolution
Corticostéroïdes	680	+ 14 %
Vitamines B 12	160	+ 13 %
Antibiotiques génériques	460	+ 8 %

Budget recherche et développement : 1,989 milliard de francs se répartissant ainsi entre les différentes activités :

- 83 % pour l'activité santé humaine,
- 4 % pour l'activité santé animale,
- 4 % pour l'activité chimie fine,
- 9 % pour l'activité insecticides.

Parmi les objectifs 1995 du groupe :

- Accroître la présence internationale de façon prioritaire dans les pays développés par recherche d'alliances, ainsi que dans les pays à fort potentiel de croissance.

- Valoriser Roussel Uclaf, dans des conditions satisfaisantes pour tous les actionnaires à travers les unités propres, les entreprises communes Hoechst Roussel et les sociétés en participation.

- Mettre en place de façon constructive l'organisation commune Hoechst Roussel Pharma en maintenant l'identité au niveau des marchés et des actionnaires, et redéfinir les missions du groupe dans le cadre de cet ensemble.

- Agir pour pérenniser le centre de profit que l'entreprise représente et rentabiliser toutes les activités à la hauteur de ses concurrents européens.

- Saisir les opportunités d'alliances stratégiques s'offrant à une société de haute technologie pour assurer sa progression.

Chimie fine

L'activité chimie fine a réalisé d'excellentes performances en 1994, malgré un contexte peu favorable du fait de la stagnation de nombreux marchés pharmaceutiques et de la baisse du dollar. Le redressement amorcé les années précédentes a été consolidé, avec une progression du chiffre d'affaires de 4,5 % en 1994 à périmètre comparable. Il a atteint 1,987 milliards de francs et la rentabilité a progressé de façon spectaculaire.

L'ensemble des grandes familles de produits ont participé à cette évolution, mais on notera plus particulièrement (tableau II) la forte croissance des corticostéroïdes, le très bon niveau de ventes

cobalamines, ainsi que la croissance du chiffre d'affaires des antibiotiques génériques.

Les États-Unis sont le premier pays du marché pharmaceutique mondial et restent le principal pays client pour les ventes de chimie fine du groupe, avec une progression notable du chiffre d'affaires. L'augmentation des ventes a aussi été importante en Chine et en Allemagne.

La mise au point de la nouvelle synthèse corticostéroïdes progresse conformément au plan initial, et le développement industriel des nouvelles voies hydrocortisone et dexaméthasone est presque achevé. Le développement de la voie triamcinolone est réalisé à 85 % et le choix de la nouvelle voie pour la bétaméthasone reste à faire. L'investissement permettant le lancement industriel est réalisé à 65 %. Le gain annoncé de 100 millions de francs par an sur le compte d'exploitation des corticostéroïdes sera effectivement obtenu lorsque l'ensemble des produits issus de nouvelles voies sera commercialisé.

Santé animale

En 1994, l'activité santé animale s'est organisée en une entité autonome. Son chiffre d'affaires a atteint 738 millions de francs. La rentabilité a été excellente et le résultat des opérations s'est encore accru par rapport à l'année passée.

Le Butox, ectoparasiticide du bétail à base de deltaméthrine, a confirmé sa place de leader mondial des pyréthri-noïdes avec 30 % du marché.

Le Finaplix et le Revalor, facteurs de productivité à base d'acétate de trenbolone, ont également conforté leur première place sur leur marché.

Romainville, capitale de Roussel Uclaf

Le 1er mai 1995 le transfert du siège social de Roussel Uclaf, depuis le boulevard des Invalides à Paris, à Romainville, proche banlieue en Seine-Saint-Denis, sera définitivement achevé et officialisé au plan juridique.

Ce déménagement est le résultat d'un processus initialisé en 1991 par le docteur Sakiz, alors président du directeur. L'objectif était double : rationaliser l'implantation immobilière en région parisienne en réduisant les coûts et accroître l'efficacité en regroupant sur

un même lieu les différentes compétences.

Le siège rejoint le site d'origine de l'entreprise, puisque c'est ici, en 1920, que Gaston Roussel, utilisant la proximité des écuries de la Compagnie des Omnibus de Paris, installe l'ISH (Institut de Sérothérapie Hémopoïétique) destiné à la production d'un fortifiant à base de sérum de cheval, l'Hémostyl.

Le site de Romainville est le plus important de ceux de Roussel Uclaf. Il regroupe plus de 2 500 personnes sur 25 ha.

- Roussel Uclaf, 102, route de Noisy, 93235 Romainville Cedex.
Tél. : (1) 49.91.49.91. Fax : (1) 49.91.49.49.

Le groupe Solvay s'est redressé en 1994

Le redressement du groupe Solvay a été rapide et vigoureux en 1994 et les perspectives pour 1995 sont meilleures encore. Le résultat net consolidé du groupe est de 7,96 milliards de francs belges (BEF), après une perte de 6,91 milliards pour l'année 1993 et un résultat net de 9,88 milliards en 1992. Le résultat courant s'établit à 6,94 milliards de BEF à comparer à une perte de 3,96 milliards en 1993 et à un bénéfice courant de 8,53 milliards en 1992.

En 1994, un tiers des ventes du groupe ont été réalisées hors d'Europe. Cette proportion n'était que d'un quart en 1991.

Tous les secteurs d'activité, à l'exception des peroxydés, enregistrent une croissance de leurs résultats en 1994. Le redressement des résultats est spectaculaire en plastiques, remarquable en alcalis, substantiel en santé et plus modéré en transformation.

Grâce à l'amélioration conjoncturelle, aux investissements stratégiques et aux réductions de coûts réalisés et encore en cours, le redressement du résultat consolidé devrait se poursuivre en 1995. Les efforts de réduction de coûts et de recentrage sur les activités stratégiques seront maintenus.

Les profits exceptionnels sont de 1,02 milliards de BEF, provenant essentiellement du solde entre le résultat net sur vente d'activités ne faisant pas partie des axes stratégiques du groupe et les

charges liées à la poursuite des restructurations. En 1993, 2,95 milliards de BEF de charges exceptionnelles nettes avaient été enregistrés.

En 1994, les dépenses d'investissements se sont élevées à 19,90 milliards de BEF (+ 4 % par rapport à 1993) et celles de recherche et développement à 11,49 milliards de BEF (- 5 %).

- Solvay SA, rue du prince Albert 33, B-1050 Bruxelles, Belgique. Tél. : + 32 (2) 509 61 11.

BASF : 1994, année de reprise

En 1994, BASF a réalisé en France et dans les pays du Benelux un chiffre d'affaires de 17 milliards de francs, soit une progression de 13,7 % par rapport à 1993. Cette progression a concerné tous les domaines d'activité à l'exception du domaine pétrole et gaz qui recule de 14 % et des produits de consommation qui stagnent à 0,1 %.

En France, le chiffre d'affaires a été de 9,4 milliards de francs, en hausse de 9 % (tableau III).

Produits pour l'agriculture

Après deux années de troubles dans le monde paysan en raison de la réforme de la Pac, des négociations sur le Gatt et de la récession qui a entraîné une baisse de 4 à 4,5 % du revenu des agriculteurs, le marché des produits pour l'agriculture a globalement progressé de 8 % par rapport à 1993.

BASF a consolidé sa position dans les engrais avec une augmentation de 8 % de ses ventes. En phytopharmacie, la croissance de son chiffre d'affaires a été encore plus forte compte tenu du développement de ses positions sur certains segments du marché : céréales, colza, betterave.

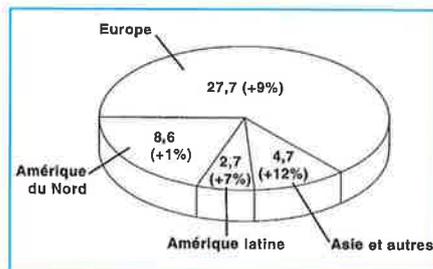


Figure 6 - Répartition géographique du CA (hors taxe pétrolière/gazière) de la BASF (en milliards de DM) et selon le siège des clients.

Chiffre d'affaires 1994 : 43,7 milliards de DM (12 milliards de DM réalisés en Allemagne).

BASF entend consolider ses positions dans le peloton des 5 premiers de l'«agrofourmiture». Pour cela, elle va lancer cette année, sur le marché, de nouveaux produits dont un permettra de traiter les maladies de plusieurs types de culture.

Matières plastiques

Le domaine matières plastiques regroupe en France la division Matières plastiques de BASF France et sa filiale polyuréthane Elastogran France.

En 1994, cette activité a réalisé un chiffre d'affaires de 1,8 milliard de francs, soit une progression de 18 % par rapport à 1993. Cette progression est même de 20 % pour la seule division Matières plastiques de BASF France.

Produits chimiques et produits d'ennoblissement

CA produits chimiques : 1,3 milliard de FF (+ 22 %).

CA produits d'ennoblissement : 1,5 milliard de FF (+ 6 %).

Avec ces produits essentiellement commercialisés par la division Produits industriels, BASF France a réalisé près du tiers de son chiffre d'affaires en France. Au cours des 9 premiers mois, elle a enregistré d'importantes hausses en volumes allant de + 6 % pour les produits intermédiaires à + 50 % pour les produits chimiques de base.

Conjoncture 1995 et perspectives

La France et les pays du Benelux connaissent des évolutions semblables à celles des autres pays d'Europe de l'Ouest : forte reprise de l'industrie, retournement dans la construction, frilosité de la consommation.

Mais au regard des chiffres du premier trimestre, BASF France-Bene-

Philippe Bonnard : président du directoire de BASF France

Pour raison de santé, Pierre-Jean Delabare, président du directoire de BASF France, est dans l'impossibilité d'exercer son mandat. Afin de le remplacer dans ses fonctions, le Conseil de surveillance de BASF France a nommé, le mardi 28 mars, Philippe Bonnard, actuellement directeur général adjoint de BASF Belgium.

Au cours de sa réunion, le conseil de surveillance a également procédé à la réorganisation des tâches au sein du directoire de BASF France qui a été ramené à quatre membres :

- outre la présidence du directoire, Philippe Bonnard assurera la direction de la division Produits industriels (produits chimiques, chimie fine, matières colorantes et produits d'ennoblissement).

- Jean Burel, responsable de la division Administration-finances, Raymond Denni, responsable de la division Matières plastiques, et Bernard Lafourcade, responsable de la division Produits pour l'agriculture, conservent leurs fonctions actuelles.

Cette réorganisation des tâches au sein du directoire de BASF France prend effet le 1er mai 1995.

lux reste très confiante pour le déroulement de l'exercice en cours.

Groupe BASF

Le chiffre d'affaires du groupe a été de 43,7 milliards de DM. Il représente une augmentation, par rapport à 1993, de 8 %, soit 9 % sans tenir compte des activités de potasse et de sel.

- BASF France, 49, avenue Georges Pompidou, 992593 Levallois-Perret Cedex.
Tél. : (1) 49.64.50.00. Fax : (1) 49.64.51.00.

BP France : redressement de la chimie

Le résultat d'exploitation des activités chimiques est un bénéfice de 345 MF contre une perte de 29 MF en 1993

Le résultat d'exploitation économique des activités pétrolières est une perte de 134 MF (bénéfice de 269 MF en 1993).

La persistance, sur la plus grande partie de l'année, de marges de raffinage déprimées au point de ne plus couvrir les seuls frais fixes est la cause essentielle de cette évolution. Des arrêts d'entretien importants à la raffinerie de Lavéra, prolongés en raison de l'accident du 4 juin 1994, ont réduit la production, aggravant encore la situation.

Dans une conjoncture pétrolière difficile où les signes de reprise restent faibles, la société a renforcé ses positions commerciales et se concentre sur ses points forts. Dans ce but, la majeure partie du réseau du Sud-Ouest a été cédée. Un système informatique nouveau, conçu dans le cadre européen, a été mis en place avec succès au 4e trimestre 1994.

Cependant, les marges commerciales affaiblies par une concurrence très vive et les circonstances climatiques n'ont pas permis de compenser les pertes enregistrées dans le raffinage. Cette situation a conduit la société à préparer pour 1995 un plan d'adaptation pour ajuster ses structures à ses besoins commerciaux.

Le résultat net consolidé du groupe BP France est un bénéfice de 531 MF provenant essentiellement de la chimie, du résultat financier et des cessions d'actifs. Les incidences financières du plan d'adaptation des activités pétrolières ont été provisionnées.

Le résultat net de BP France SA (société mère) ressort à 277 MF. Après dotations à la réserve des plus-values à long terme et compte tenu de la situation des activités pétrolières, il a été décidé de ne pas procéder à la distribution de dividendes.

Le Conseil d'administration a pris acte de la démission de Paul Castellan, pour raisons de santé, de ses fonctions de président à compter du 1er mai 1995. Il reste administrateur de BP France.

Sur proposition de Paul Castellan, le Conseil a nommé Michel de Fabiani, président directeur général.

Tableau III - Chiffre d'affaires 1994 par domaine d'activité de BASF en France.

	MFF	94/93
Produits pour l'agriculture	2 052	12 %
Matières plastiques	1 749	18 %
Produits chimiques	1 301	22 %
Produits d'ennoblissement	1 467	6 %
Produits de consommation dont :	2 788	-1 %
systèmes d'information	889	12 %
pharmacie	296	8 %
peintures et vernis	927	6 %
systèmes d'impression	613	2 %
Total	9 357	9 %

Le raffinage français menacé

Les résultats financiers 1994 de l'industrie pétrolière sont mauvais pour l'ensemble de ses activités. En raffinage-distribution, les sept sociétés pétrolières les plus importantes (BP, Elf, Esso, Fina, Mobil, Shell et Total) ont perdu en France 239 millions de francs (résultat courant économique après impôts) alors qu'en 1993, elles avaient pu dégager un résultat positif de 2,2 milliards de francs (tableau I). Deux raisons à cela : les marges de raffinage se sont effondrées en 1994, retrouvant les très bas niveaux de 1992, et les marges de distribution sont restées les plus basses d'Europe, ce qui a entraîné la poursuite de la diminution du nombre de stations-service, passé de 19 462 en 1993 à 19 013 en 1994 (tableau II). Néanmoins, en 1994, les sociétés ont investi 7,2 milliards de francs.

L'UFIP (Union Française des Industries Pétrolières*) s'attend à un développement des importations à partir des pays limitrophes. La pérennité d'une partie de l'outil de raffinage national serait alors remise en cause. L'UFIP estime à 3 000 le nombre de points de vente condamnés si rien n'est fait (soit une menace sur 8 000 à 10 000 emplois).

L'UFIP a établi, à l'intention des pouvoirs publics, un ensemble de propositions pour éviter la délocalisation des activités, encourager l'investissement et sauvegarder l'emploi sur le territoire national. Elle demande notamment le respect par tous de la loi dans les domaines de la sécurité et de l'environnement, la suppression des distorsions de concurrence, la réforme du droit de la concurrence concernant le refus de vente et la vente à perte, la neutralité fiscale avec harmonisation au niveau européen, la suppression des handicaps spécifiques français et la prise en compte dans toutes les décisions de leurs conséquences sur la sécurité de l'approvisionnement et de l'emploi des près de 120 000 personnes que compte l'ensemble des activités pétrolières.

- UFIP, 4, avenue Hoche, 75008 Paris.
Tél. : (1) 40.53.70.00. Fax : (1) 40.53.70.49.

Tableau I - Résultats raffinage distribution France, en millions de francs pour 7 sociétés (source UFIP, mars 1995).

(en millions de francs)	1990	1991	1992	1993	1994
Résultat courant comptable*	6 066	1 654	- 1 439	927	757
Effet prix sur stock	3 887	- 5 316	- 1 021	- 1 691	561
Résultat courant économique	2 199	6 970	- 418	2 617	195
Impôts sur les bénéfices	260	1 354	290	393	434
Résultat courant économique net d'impôts	1 940	5 616	- 708	2 224	- 239
Tonnage vendu (Mt)	89,5	96,1	102	102	101,9
Résultat courant économique net d'impôt (F/t)	21,7	58,4	- 6,9	21,9	- 2,3

* y compris produits financiers hors filiales exploration-production.

Tableau II - Évolution du réseau en France (nombre de points de ventes) (source UFIP, mars 1995).

	1989	1990	1991	1992	1993	1994
UFIP *	17 300	14 800	13 965	12 675	12 012	11 593
Autres points de vente	5 200	5 950	5 400	4 000	3 750	3 650
Grandes surfaces**	3 500	3 750	3 570	3 500	3 700	3 770
	26 000	24 500	22 935	20 175	19 462	19 013

* Stations-service aux marques des sociétés de l'UFIP.

** Grandes surfaces (non compris celles ayant des pompes aux couleurs des sociétés UFIP).

Tableau III - Investissements de l'industrie pétrolière française (en milliards de francs). (source UFIP, mars 1995).

	1990	1991	1992	1993	1994
Recherche, production	1,486	1,707	1,531	1,152	0,971
Raffinage	2,100	3,776	2,865	2,443	2,467
Stockage et distribution	4,000	3,602	3,303	2,240	2,851
Transports	0,100	0,100	0,200	0,100	0,211
Autres investissements	2,000	2,112	0,650	0,760	0,719
Total	9,686	11,297	8,549	6,695	7,219

Contribution de l'industrie pétrolière à l'économie française

- 1) Valeur ajoutée du raffinage-distribution
Valeur ajoutée économique en 1993 : 20 300 MF (aux coûts des facteurs)
- 2) Investissements de l'industrie pétrolière en 1993

Recherche production	1 152 MF
Raffinage	2 443 MF
Stockage et distribution	2 250 MF
Transports	100 MF
Autres investissements	760 MF
Total France	6 695 MF
Opération à l'étranger des sociétés à capitaux français	36 000 MF
Total	42 695 MF
- 3) Chiffre d'affaires 1993 raffinage-distribution (7 sociétés)
(y.c. droits et taxe intérieure, hors TVA) 201 670 MF
(hors droits et taxes) 132 960 MF
- 4) Emplois
116 000 personnes
- 5) Contribution du pétrole à la consommation énergétique
89 Mtep/220, 2 Mtep en 1993, soit 40,40 %
- 6) Chiffre d'affaires du secteur parapétrolier (Sources : IFP-CEPM-GEP)
1993 : 44 GF dont 35 GF réalisé à l'étranger
- 7) Recherches scientifique et technique (y.c. IFP)

1993 : Personnel :	2 800
Dépenses :	2 610 MF

CRÉATION DE SOLVAY BIOSCIENCES (CHINA) LTD.

Le groupe Solvay annonce la création de Solvay Biosciences (China) Ltd., une joint venture 51/49 entre Solvay et Wai Lung Hong Agribusiness Ltd. Le siège de cette joint venture est situé à Hong Kong avec des bureaux dans la République Populaire de Chine.

Le groupe Solvay Santé animale est un leader mondial dans la production de vaccins pour volailles, porcs, chiens, chats, chevaux ainsi que dans les produits pharmaceutiques vétérinaires et vitamines. Wai Lung Hong Agribusiness Ltd est une société commerciale active dans le domaine de la santé animale disposant de contacts bien établis en Chine. Cette société était déjà le distributeur de Solvay Santé animale en Chine.

- Solvay SA, rue du prince Albert 33, B-1050 Bruxelles, Belgique. Tél. : + 32 (2) 509 61 11.

STYRÈNE : DOW AUGMENTE SA CAPACITÉ DE PRODUCTION

Dow Chemical prévoit d'augmenter sa capacité de production de styrène à Terneuzen, Pays-Bas, de 50 000 tonnes par an. L'augmentation portera la capacité totale de Terneuzen à un million de tonnes par an et s'achèvera en mai 1996.

Cette expansion constitue la première étape d'un projet mondial mis en place pour satisfaire la demande interne de cette matière première. La société étudie actuellement d'autres solutions pour accroître la capacité de production des monomères styrène dans les autres centres à travers le monde, en particulier aux États-Unis et en Asie.

- Dow France, 21, rue Saint-Denis, BP 110, 92106 Boulogne Cedex. Tél. : (1) 49.09.78.78. Fax : (1) 49.09.06.19.

En bref

HÜLS RENFORCE SA PRODUCTION DE SILANES

Après sa décision d'investir 270 millions de DM pour l'élargissement du secteur des silicones de Chemiewerk Nünchritz GmbH, Hüls AG, Marl, renforce également sa production de silanes dans son fief de la chimie du silicium. Sur le site de Rheinfelden, l'entreprise accroît cette année ses capacités de 30 % et, jusqu'en 1997, encore de 40 %.

Les organosilanes, que Hüls fabrique, non seulement à Rheinfelden mais aussi dans des unités tout aussi modernes et compétitives que celles de Mobile (Alabama), sont utilisés dans les domaines d'application tels que les agents d'adhérence, l'hydrofugation et le traitement des surfaces.

- Hüls France SA, 49-51, quai De-Dion-Bouton, 92815 Puteaux Cedex. Tél. : (1) 49.06.51.09. Fax : (1) 47.73.99.44.

BASF CONSTRUIT UNE UNITÉ D'ÉTHANOLAMINES A ANVERS

BASF projette la construction d'une unité d'éthanolamines d'une capacité de 50 000 tonnes/an sur sa plate-forme industrielle d'Anvers (Belgique). La nouvelle installation devrait entrer en service fin 1996.

BASF, qui dispose déjà d'une capacité de 90 000 tonnes/an à Ludwigshafen (Allemagne), deviendra alors, avec 140 000 tonnes/an, le plus important producteur d'éthanolamines en Europe. Cette augmentation de capacité permettra à BASF de répondre à la fois à la croissance

du marché mondial et à ses besoins captifs.

Cet investissement renforcera l'intégration du site belge où sont déjà produites toutes les matières premières nécessaires à la fabrication d'éthanolamines : éthylène, oxyde d'éthylène et ammoniac. En outre, ce nouvel investissement permettra d'approvisionner sur place, et non plus à partir de Ludwigshafen, l'atelier d'éthylèneamine, un intermédiaire pour, entre autres, la synthèse de phytosanitaires et de produits pour la détergence.

Les applications des éthanolamines sont multiples. Elles peuvent être utilisées à la fabrication de produits de nettoyage et de détergents, à celle de lubrifiants pour le travail des métaux ou, encore, comme produits auxiliaires pour l'industrie du ciment.

- BASF, 49, avenue Georges Pompidou, 92593 Levallois-Perret Cedex. Tél. : (1) 49.64.50.00. Fax : (1) 49.64.51.00.

BASF RACHÈTE LA PRODUCTION DE BUTANE-1,4-DIOL DE DUPONT AU JAPON

BASF a racheté la participation de 50 % détenue par Du Pont Asia Pacific Ltd. dans une société conjointe avec Idemitsu Petrochemicals Ltd. La nouvelle société se nomme Idemitsu BASF Co. Ltd. et dispose à Chiba (Japon) d'une unité de production de butane-1,4-diol d'une capacité de 25 000 tonnes/an. La production repose sur la technologie de l'acétylène.

BASF possède désormais des unités de production de butane-1,4-diol sur les principaux continents. A Ludwigshafen (Alle-

magne) et Geismar (États-Unis), le groupe en produit actuellement 230 000 tonnes/an.

La société conjointe avec Idemitsu renforce la position de BASF sur le marché asiatique. En outre, elle assure l'intégration en amont des unités de production de tétrahydrofurane (THF) et de polytétrahydrofurane (PTHF) que BASF possède à Yokkaichi (Japon).

Le butane-1,4-diol est utilisé pour la fabrication de polyuréthanes et de matières plastiques techniques comme le polybutylène-téréphtalate. Il sert également de produit de base pour d'importants dérivés comme le THF, le PTHF et la N-méthylpyrrolidone.

- BASF, 49, avenue Georges Pompidou, 92593 Levallois-Perret Cedex. Tél. : (1) 49.64.50.00. Fax : (1) 49.64.51.00.

UNE UNITÉ DE POLY-ÉTHYLÈNE HIMONT A TECHNOLOGIE SPHÉRILÈNE

Himont, société du groupe Montedison, a inauguré, à Lake Charles en Louisiane (États-Unis), sa première unité de production de polyéthylène à échelle industrielle. L'unité utilise la technologie Sphé-ri-lène mise au point par Himont dans les laboratoires de Ferrare.

Cette nouvelle unité peut produire 200 000 tonnes/an de plusieurs types de polyéthylène. La souplesse du procédé Sphé-ri-lène permet de fournir une vaste gamme de résines polyéthylène utilisées dans la production d'une grande variété de produits finis (sacs plastiques, sacs poubelles, flacons, bouteilles, récipients injectés de formes et de dimensions diverses) et, dans le secteur de l'emballage (films extensibles et thermorétractibles).

Ces applications correspondent à diverses variétés de polyéthylène qui sont traditionnellement produites dans des unités séparées, avec des technologies différentes.

Le Sphé-ri-lène est la seule technologie permettant la production

des trois principales familles du polyéthylène : le polyéthylène linéaire à basse densité (PE-BDL), le polyéthylène linéaire à haute densité (PE-HDL) et le polyéthylène à haute processabilité, comme le PE-BD, avec la possibilité de passer en quelques heures d'une production à l'autre sans modification de l'installation et sans pertes significatives. Cette technologie, compatible avec l'environnement, polymérise l'éthylène et le transforme en polyéthylène, dans une large gamme de degrés, de densités et de distribution du poids moléculaire.

Montedison met en place une politique de concession de licences liées au Sphérolène. L'entreprise coréenne Daelim Industrial Co. a été la première à en bénéficier. Elle a mis en route, l'automne dernier, une usine de 100 000 tonnes par an à Yochon, en Corée du Sud, et a déjà signé un accord de licence pour une seconde ligne de production.

- **Eridania Béghin-Say, groupe Montedison**, 54, avenue Hoche, 75008 Paris. Tél. : (1) 44.09.05.48. Fax : (1) 47.66.42.19.

REPRISE POUR LES FIBRES TECHNIQUES DE DUPONT EN EUROPE

Le secteur des fibres techniques, des non-tissés et du nylon haute ténacité a connu une reprise spectaculaire en 1994, affichant un chiffre d'affaires de 2 570 millions de F pour l'Europe, en hausse de plus de 33 % par rapport à 1993. DuPont de Nemours explique ces résultats principalement par l'amélioration des conditions économiques de certains marchés clés pour ses produits spéciaux, en particulier, l'automobile, le vêtement professionnel de protection, le filtrage de l'air, le bâtiment et par les retombées des grands investissements effectués au bénéfice des produits et des procédés et la formation continue du personnel.

DuPont a consolidé sa position de leader pour le nylon haute résis-



tance en Europe l'année dernière grâce à l'intégration réussie des activités nylon d'ICI acquise en 1993. La forte demande de la part de l'industrie automobile européenne pour les coussins d'air de sécurité en nylon HT de Du Pont et de nylon texturisé à l'air Cordura sont satisfaites par la nouvelle unité de production qui va démarrer au premier trimestre de 1995 dans l'usine allemande d'Uentrop.

DuPont a investi plus de 600 millions \$ US entre 1988 et 1994 pour développer le secteur des fibres techniques en Europe. D'autres investissements visent actuellement à peaufiner les procédés de production existants de Tyvek et de Typar à Luxembourg, de Kevlar à Maydown en Irlande du Nord et de Nomex dans la nouvelle usine des Asturies.

- **Du Pont de Nemours International SA**, case postale 50, 1218 Le Grand-Saconnex, Genève, Suisse. Tél. : + 41 22 717 51 35. Fax : + 41 22 717 60 21.

LE POLYMÈRE HAUTES PERFORMANCES CARILON DE SHELL

Shell va produire un nouveau polymère hautes performances dans une unité de fabrication en Grande-Bretagne. Ce polymère sera commercialisé en Europe, en Amérique du Nord et au Japon, sous la marque Carilon et sera disponible en quantité industrielle dès le second semestre 1996.

Une unité de production du polymère Carilon sera bientôt construite en Grande-Bretagne à Carrington (près de Manchester). Ceci représente la première étape d'une unité dont la capacité à

terme atteindra 20 000 tonnes par an. D'ici là, une unité de production pilote aux Pays-Bas fournit le produit en quantité limitée.

Le polymère Carilon est un thermoplastique technique semi-cristallin de la famille des polycétones aliphatiques à propriétés remarquables (résistance mécanique, résistance à de nombreux solvants industriels et aux hydrocarbures, bon comportement à basse et haute température...).

Ce polymère a été obtenu grâce à l'invention, par les laboratoires Shell d'Amsterdam, d'un catalyseur permettant la polymérisation du monoxyde de carbone et d'oléfines en des structures linéaires parfaitement alternées. La recherche et le développement sur le procédé de polymérisation ont été entrepris à Amsterdam. Les travaux de développement sur le produit et les applications ont été effectués à Amsterdam ainsi que dans les laboratoires Shell situés en Belgique et aux États-Unis.

Le polymère Carilon s'injecte facilement et, au contraire de certains autres thermoplastiques techniques, il ne nécessite ni séchage préalable, ni conditionnement après moulage. Il permet la fabrication par injection d'articles ayant de bonnes caractéristiques dimensionnelles, un aspect de surface brillant et résistant aux rayures. Le polymère Carilon possède d'excellentes caractéristiques de contact (friction, usure) et une résilience élevée. Il conserve aussi ses propriétés dans une large gamme de températures et est très peu sensible à l'humidité.

Les polycétones actuellement sur le marché sont des polymères aromatiques de très haute performance qui se concurrencent sur des niches d'applications bien

définies pour lesquelles on recherche des performances techniques spécifiques.

Par contre, les polycétones aliphatiques Carilon possèdent un profil de performance différent qui leur fera trouver une gamme d'applications plus étendue que celle des polycétones aromatiques.

- **Shell France**, 89, bd Franklin Roosevelt, 92564 Rueil-Malmaison Cedex. Tél. : (1) 47.14.71.00. Fax : (1) 47.14.82.99.

INFORMATIONS PRODUITS CHIMIQUES

Le ministère de l'Industrie des Postes et Télécommunications et du Commerce extérieur nous communique les numéros de téléphone suivants : (1) 43.19.42.88 et 33.27 pour obtenir des informations sur des produits chimiques fins importés par les industries françaises.

- **J.-M. Muckensturm**, Direction générale des stratégies industrielles, division chimie organique, 3-5, rue Barbet de Jouy, 75353 Paris 07 SP. Fax : (1) 43.19.43.69.

L'AFNOR DÉLIVRE LA MARQUE RUSSE GOST-R

L'Afnor (Association Française de Normalisation) vient d'être accréditée par les autorités russes pour délivrer en France la marque de certification GOST-R. Ce certificat de conformité est exigé lors des procédures d'entrée sur le territoire de la fédération de Russie de nombreux produits importés.

L'Afnor, dépositaire des normes russes en France, délivrera ces certificats en respectant les procédures GOST-R et celles de la marque NF, tout en prenant en compte leurs équivalences. Ces certificats seront attribués sur la base d'essais réalisés conformément aux prescriptions des normes russes par des laboratoires eux aussi accrédités (LNE...).

- **Jacques Beslin**, Afnor, tour Europe, 92049 Paris-La-Défense Cedex. Tél. : (1) 42.91.56.39. Fax : (1) 42.91.56.56.

L'École Nationale Supérieure de Chimie de Lille vient d'avoir cent ans

Emmanuel Chadeau* Professeur d'histoire contemporaine, université Charles de Gaulle Lille - III, membre de l'Institut Universitaire de France

A la rentrée de 1894, naît l'Institut de Chimie de la faculté des sciences de Lille, par la modification de l'équilibre entre le cours de chimie appliquée et celui de chimie générale. Les deux chaires coexistaient dans la faculté depuis sa fondation en 1854, mais celle de chimie appliquée n'attirait, dans ses enseignements spécifiques, que quelques auditeurs libres. La grande nouveauté, c'est que, désormais, l'enseignement de la chimie appliquée possède un volet intégré d'études et d'expériences en laboratoire. Ceci a été rendu possible par l'ouverture, en 1892, de nouveaux locaux voués à la chimie, en plein cœur de Lille, dans le cadre d'une nouvelle faculté des sciences. Cette nouvelle orientation se situe dans le cadre d'une profonde rénovation universitaire du site lillois amorcée en 1887.

Il s'agit de faire de Lille une place scientifique de premier plan, dans un contexte où règne une vive émulation entre les enseignements supérieurs privé et public.

Désormais, la chimie, parent pauvre de l'ancienne faculté d'État, est promue au rang de grande discipline à part entière, grâce à un laboratoire flambant

neuf et pourvu de personnel ad hoc. Par surcroît, la chaire de chimie appliquée et industrielle reçoit, début 1894, un nouveau titulaire, Alphonse Buisine (photo 1), qui lui donne un essor immédiat. À côté des certificats de chimie générale qui conduisent vers la licence ès-sciences, les étudiants vont pouvoir préparer un certificat de chimie appliquée, qui se prépare en deux années et qui fait une large part aux travaux pratiques et aux expériences. Il doit conduire en priorité les étudiants vers les emplois dans l'industrie. Jusque là, on pouvait en amateur faire de la chimie appliquée à Lille.

Cette triple révolution : de nouveaux bâtiments, l'arrivée d'un jeune maître ardent, l'officialisation d'un certificat, provoquent, en 1894, la naissance de l'Institut de Chimie de la faculté des sciences de Lille, dont l'École Nationale Supérieure actuelle est la continuateur.

Un rattrapage

Cette création, à Lille, traduit les efforts de précurseurs célèbres, mais souvent incompris sur place, comme Frédéric Kuhlmann (1803-1881) (voir encadré p. 61), qui avait renoncé en 1854 à l'enseignement d'État pour participer à la création du futur Institut Industriel du Nord. Avec l'institut de Buisine, Lille rejoint désormais Paris (1882), Lyon (1883), Nancy (1887) et Bordeaux, loin derrière l'institut pionnier de Mulhouse (1822).

Une institution nécessaire

Les besoins concrets de l'industrie nordiste imposaient cette réforme. Sous



Photo 1 - Alphonse Buisine, professeur à la faculté des sciences, fondateur de l'Institut de Chimie appliquée. Il est connu pour ses travaux de chimie industrielle et, en particulier, sur l'épuration des eaux. Il meurt en captivité en 1917.

le second Empire, le rôle des régions septentrionales dans le développement industriel du pays s'était avéré primordial. Dans les trente ans qui suivent la défaite de 1870, leur prééminence s'établit. Les villes du Nord, et, tout particulièrement le triangle Lille-Roubaix-Tourcoing, forment la première région textile du pays, avec 40 % des cotonnades et de la laine, 90 % du lin national. Le textile emploie alors plus de 200 000 personnes dans la région. L'extraction houillère connaît un second essor avec la mise en valeur, à partir de 1886, des gisements du Pas-de-Calais. L'industrie mécanique, longtemps basée à Lille et dans quelques villes, devient un pilier de l'activité régionale, et d'autant plus que les années 1880 et 1890 voient l'établissement, dans le Valenciennois, d'une puissante

* IFRESI, 2, rue des Canonnières, 59800 Lille. Tél. : 20.12.58.30. Fax : 20.12.58.31.

sidérurgie intégrée à l'exploitation charbonnière et aux cokeries, dans le prolongement du bassin belge de Charleroi. A la veille de la guerre de 1914-1918, le Nord produit ainsi la moitié du charbon national, un quart des produits métallurgiques, un cinquième en valeur des constructions mécaniques françaises. Enfin, à partir de 1875-1880, de grandes sucreries qui approvisionnent le marché parisien et l'exportation ont conquis les paysages ruraux de l'Artois et du Cambrésis.

Tandis que la filière textile recourt aux fabricants de produits de blanchiment, d'apprêts et de colorants, ce qui explique l'essor de la maison Kuhlmann au tout premier rang de l'industrie chimique nationale dès les années 1880, ces activités industrielles sont, à divers degrés, utilisatrices de savoir-faire chimistes, qu'il s'agisse du traitement et de la transformation des houilles en gaz ou en acides, des cokeries, des fabricants de fer et d'acier, des constructeurs de machines - et aussi des équipementiers électriques qui se multiplient à partir des années 1880. Enfin, présente en force aux portes de la région dans l'Aisne avec Saint-Gobain, la verrerie industrielle est aussi à cette époque une filière hautement constituante de l'activité régionale, à travers des firmes de taille plus réduite, mais aux marchés solidement établis.

Les régions septentrionales offrent donc une grande variété de débouchés pour les chimistes formés dans toute la France mais aussi sur place. Dans ce contexte, la formation de l'Institut de Chimie n'est pas une fantaisie de planificateurs pédagogiques, mais répond à des besoins précis, et de surcroît anciens puisque le conseil municipal s'était prononcé pour la première fois en ce sens... en 1822.

Mais cette création résulte aussi d'une prise de conscience de l'unité de la chimie comme discipline scientifique, et de sa force générique comme outil de création et de production industrielles, quelles que soient les branches où elle s'applique. Ici, l'influence de Berthelot, cacique de la chimie française des années 1850 à 1880 en tant que pionnier de la chimie organique, puis pilier de « l'establishment » scientifico-politique républicain jusqu'à sa mort en 1909, a été décisive.

L'Institut s'affirme

Dès sa fondation, l'Institut affirme certains traits durables de son histoire. Il est dans l'université de Lille - celle-ci prend juridiquement forme après la loi du 10 juillet 1896 - qui l'abrite et lui fournit ses professeurs, sous l'autorité du doyen et du recteur. Il reçoit des subsides de l'*Alma Mater*, mais peut s'en procurer - sous des formes alors rudimentaires - par les activités de son laboratoire, ressources qui seront affectées au personnel et aux frais d'expérience. Dès 1898, par application d'un décret du 21 juillet 1897 qui autorise la création de diplômes d'université, à côté du cursus classique de la licence ès-sciences, il peut délivrer une « licence de chimiste », qui s'ajoute aux certificats traditionnels de « chimie générale » ou plus récent de « chimie appliquée ».

Sur ces bases, Alphonse Buisine imprime sa marque. Il a la foi. D'abord préparateur, puis pharmacien, il a passé en 1882 sa licence ès-sciences et, en 1887, son doctorat. Ses travaux sont tournés vers la chimie organique, il a travaillé sur les acides gras et, avant de briguer sa chaire, il a collaboré avec des industriels pour mettre au point des tests en usine. Pour lui, l'alliance entre la recherche et l'utilité industrielle ne font aucun doute. Cette foi, il va la communiquer.

Dès les premières années, le succès est au rendez-vous. Grâce à ses contacts avec le monde industriel, Buisine fait « tourner » son laboratoire. Parallèlement, il obtient un poste de maître de conférences (dans l'ancienne définition de ce grade), qu'il partage entre deux chefs de travaux. En 1899, l'Institut comprend aussi trois garçons de laboratoire, un préparateur, un chef adjoint de travaux, dont 40 % du traitement sont fournis par les recettes du laboratoire. Les effectifs d'élèves atteignent en 1899 un bon niveau : 26 étudiants en chimie générale, 23 en chimie appliquée forment les inscrits payants. Certes, les effectifs stagnent dans les années suivantes, mais celles-ci sont riches en événements. Confirmé par le conseil de faculté du 20 mai suivant, un décret du 19 février 1903 nomme Buisine directeur de « l'Institut chimique ». Cette nomination « *indique*

l'intention de l'administration supérieure de créer à Lille un Institut...organisé sur le modèle de ceux qui fonctionnent déjà dans d'autres universités, notamment à Nancy ». En mai 1904, malgré une certaine opposition, l'autonomie de l'Institut est reconnue. Celui-ci fournit désormais aux étudiants en licence des cours et des travaux pratiques, tout en ayant son cursus propre de trois ans au sein duquel des étudiants préparent le nouveau diplôme de « chimie et de chimie appliquée » de l'Institut.

Deux voies s'ouvrent donc : l'admission sur titre pour les diplômés d'université (c'est à dire au moins bacheliers) et pour les brevetés du primaire supérieur ; pour les autres (la France compte moins de 10 000 bacheliers par an à l'époque), l'Institut organise son propre examen d'entrée, comportant trois écrits (arithmétique, chimie, physique) et deux oraux (chimie et physique). Et la chimie appliquée devient une matière noble, enseignée pour elle-même.

Le couronnement est obtenu par un décret du 16 janvier 1911 qui applique à Lille le régime du « diplôme d'ingénieur chimiste de l'université de Lille ».

C'est que, depuis 1904, l'Institut a fait ses preuves. En 1907, la Société Industrielle du Nord, association d'industriels et de savants promoteurs du progrès régional, traditionnellement plutôt lié à l'IDN et aux écoles de l'Université Catholique (l'HEI et l'ICAM), ne lui a-t-elle pas donné un coup de chapeau remarqué : son « *instruction théorique et pratique (est) adaptée habilement aux besoins de la région...* », il prépare « *plus scientifiquement que par le passé* », il participe du progrès français face au « *concurrent allemand* ».

L'équipe enseignante a renforcé la chimie appliquée. Buisine partage l'enseignement des industries agricoles, avec son collègue Lévy. Depuis 1905, Lemoult, professeur, aidé de Wahl, ont pris en main les matières colorantes et la teinture. Nommé en 1908 à une maîtrise de conférences, Paul Pascal assure les cours de métallurgie. Jouniaux, autre maître de conférences, enseigne la chimie analytique.

Remous

Le premier écueil sérieux rencontré par l'Institut est celui de la Première Guerre mondiale. Les hostilités débutent le 2 août 1914 et l'agglomération lilloise est envahie, occupée, soumise à un régime d'administration militaire et de répression sévère de septembre 1914 jusqu'à son évacuation par les Allemands le 17 octobre 1918. L'université est ébranlée et, en son sein, l'Institut de Chimie l'est tout particulièrement. Une partie de son personnel a rejoint très rapidement la « France de l'intérieur ». L'activité du laboratoire est annihilée. En 1916, seulement une dizaine d'étudiants peuvent passer leurs examens, l'année suivante, leur effectif s'évapore, parce que l'autorité d'occupation évacue de la ville tous les hommes valides d'âge adulte, dont une partie est expédiée en Allemagne comme main-d'œuvre forcée. Le défaut d'entretien provoque un incendie dans un laboratoire. Enfin, si Buisine a réussi à éviter le pillage de l'Institut, il se trouve bientôt porté sur une liste de « suspects ». Il est finalement déporté en Allemagne, où il perdra la vie sans avoir pu revoir sa terre natale.

L'Institut a donc payé un lourd tribut aux événements de 1914-1918. En avril 1919, Paul Pascal (*photo 2*) succède à Adolphe Buisine. Normalien, agrégé de physique, il est déjà reconnu pour ses travaux sur la synthèse catalytique de l'acide nitrique par oxydation de



Photo 2 - Paul Pascal, membre correspondant de l'Institut, professeur à la Sorbonne, ancien directeur de l'Institut de Chimie appliquée. Il a été le créateur de la magnétochimie.

l'ammoniac. L'effectif d'avant-guerre, en étudiants comme en enseignants, est dépassé puisque entre 1920 et 1924, à côté des étudiants «ès sciences», plus de vingt élèves rejoignent chaque année l'Institut pour y acquérir une formation d'ingénieur proprement dite.

Signe des temps : en 1922, la première jeune fille entre à l'Institut. L'année suivante, l'appellation de l'Institut est confirmée : il est « l'école de la chimie de la faculté de Lille ». En 1927, il compte désormais, outre les maîtrises de conférences et les postes de chefs de travaux et de préparateurs, trois chaires, dont deux de chimie appliquée. Dans le dispositif pédagogique, des aménagements subtils s'affirment : désormais, chaque matin, la vie des élèves débute par quatre heures de travaux pratiques. Les cours « théoriques » sont regroupés l'après-midi.

Comme l'économie du Nord, l'Institut a retrouvé en quelques années un second souffle. En juin 1928, Paul Pascal est muté à Paris, où il poursuit jusqu'au début des années 1950 une carrière prestigieuse qui attachera son nom à la rédaction de grands traités de chimie minérale, bientôt classiques. Il est alors remplacé par Georges Chaudron, qui va imprimer à l'Institut un élan considérable.

L'ère Chaudron (1928-1939)

Georges Chaudron (*photo 3*) dirige l'Institut de juin 1928 à avril 1939, date à laquelle il rejoint la faculté des sciences de Paris et fonde, à Vitry, un des premiers laboratoires de ce qui ne s'appelle même pas encore le Centre National de la Recherche Scientifique. Né en avril 1891 en région parisienne, Chaudron est un élève d'Henri Le Chatelier, professeur de métallurgie et d'organisation industrielle à l'École des Mines de Paris, un des « pontes » de l'organisation scientifique du travail, le premier traducteur et l'introducteur dans le pays des travaux de Frederick Taylor. Chaudron sera donc très tôt un métallurgiste et, sans doute grâce à l'appui de son « patron », il est, dès 1921, sous-directeur du laboratoire de chimie minérale du Collège de France, jusqu'à sa venue à Lille.

Très vite son ambition est de faire de l'Institut lillois une école d'ingénieur



Photo 3 - Georges Chaudron, professeur à la faculté des sciences, directeur de l'Institut de Chimie appliquée. Il est connu pour ses travaux sur les équilibres chimiques et les oxydes de fer, et ses travaux en métallurgie.

comparable avec les meilleurs établissements généralistes de France. Dès 1929, il obtient de la commission ministérielle qui contrôle les écoles de chimie que l'Institut s'appelle désormais « Institut de chimie appliquée de la faculté des sciences de Lille ». Cette désignation plus précise des ambitions de l'école est plus qu'un symbole ; c'est l'annonce d'une accentuation de sa vocation industrielle.

Ainsi, si le cursus reste de trois années, Chaudron fait accepter en 1932, par le conseil d'université, la création dans l'école, au niveau de la troisième année, d'une section spéciale. Celle-ci a pour vocation d'accueillir des ingénieurs et des diplômés de physique, et de les plonger dans un bain d'expériences et de réalisations en chimie minérale ou organique, afin qu'ils intègrent mieux les apports de cette science à leur pratique professionnelle. Ainsi, l'Institut devient une sorte d'école de perfectionnement, notamment pour les diplômés de l'École des Arts et Métiers et pour ceux de l'Institut Industriel du Nord avec lequel Chaudron renforce les liens, non seulement pour des raisons de commodité - éviter les enseignements « doublonnés », vaincre la surcharge des locaux - mais afin d'affirmer la place de son école au sein de la faculté des sciences. Dans ce sens, il sait mettre à profit la loi récente (de 1925) sur la taxe professionnelle pour renforcer les moyens des labora-

Quelques dates clés

- 1854 : Création de la faculté des sciences de Lille.
- 1894 : Naissance de l'Institut de Chimie dans la faculté des sciences ; il concourt à la licence, et délivre un certificat de chimie appliquée ouvert aux auditeurs libres.
- 1903 : L'Institut devient « Institut de Chimie Appliquée ».
- 1904 : L'Institut délivre le diplôme de chimiste de l'université.
- 1911 : L'Institut délivre désormais un diplôme d'ingénieur chimiste.
- 1923 : Premières élèves filles à l'ICL.
- 1932-1935 : Extension des locaux de l'Institut rue Jeanne d'Arc à Lille.
- 1947 : Loi permettant la création des Écoles Nationales Supérieures d'Ingénieurs (ENSI).
- 1950 : Le concours de l'ICL est ouvert aux élèves d'une « prépa » du lycée Faidherbe.
- 1953 : L'Institut de Chimie de Lille devient l'École Nationale Supérieure de Chimie de Lille (ENSCL).
- 1956 : Le concours de l'ENSCL fait pour la première fois partie d'un concours de groupe d'écoles.
- 1966-1967 : L'ENSCL s'installe dans le campus d'Annappes sur le chantier du quartier nouveau de « Lille-Est » qui deviendra Villeneuve-d'Ascq en 1971.
- 1969 : L'ENSCL obtient un statut dérogatoire au sein de l'USTL-Lille I.
- 1974 : Les statuts dérogatoires de l'ENSCL sont approuvés par le conseil d'université de l'USTL-Lille I.
- 1979 : Réforme des études de l'école.
- 1994 : Début de la construction de l'extension de l'ENSCL et centenaire de l'école.

toires, notamment en y faisant réaliser des expériences et des travaux qui intéressent l'industrie régionale ou nationale. Pour que ces liens soient durables, il reprend une tradition qui datait des premières années de Buisine, mais qui était tombée en désuétude, celle de convier les praticiens à encadrer les équipes de travaux pratiques, et aussi de participer aux jurys. Enfin, Chaudron encourage nombre de ses élèves - jusqu'à une dizaine à la fois au milieu des années 1930 -, à pousser leurs études jusqu'à la thèse.

Cette orientation s'accompagne d'une clarification des contenus et du programme d'enseignement. Métallurgiste dans l'âme, spécialiste de la corrosion, de surcroît conscient de l'enjeu que représente cette spécialité dans une ère où l'industrie des moteurs et des machines, comme celle de l'automobile, sont en plein essor, il donne à la métallurgie une place qu'elle n'avait pas encore dans son école, qui privilégiait jusque là les filières textile et agro-alimentaire. Parallèlement, réaffirmant l'importance de la chimie analytique dans le « socle » pédagogique offert par les travaux pratiques, il clarifie pour

longtemps le programme de ces derniers. En première année, les élèves se familiarisent avec l'analyse qualitative, l'année suivante, avec l'analyse quantitative, et enfin, en troisième année, la priorité est donnée à l'analyse physico-chimique.

Produire des ingénieurs à vocation plus élevée implique aussi le renforcement des mathématiques, et la création de cours nouveaux, comme le dessin industriel, qui conduit les élèves avancés à réaliser un projet de plan. Enfin, deux langues - allemand, anglais - sont offertes aux élèves, l'une au moins étant obligatoire.

Plus de cours et plus d'élèves (même si les places offertes par le concours « normal » se situent toujours autour de vingt par an) suggèrent des locaux encombrés - et d'autant plus que les laboratoires se spécialisent. Aussi, il faut s'agrandir. Le 11 novembre 1932, commencent les travaux de ce qu'on appelle alors « l'annexe Jeanne d'Arc » de l'Institut, 1 800 m² sur un terrain qui se situe sur l'arrière des bâtiments existants. Réalisés dans le pur « style » des bâtiments publics des années trente - avec un appareillage extérieur où les bandeaux de béton le disputent à la brique traditionnelle - ces locaux sont

inaugurés en 1935. Ils permettent tout juste de caser les salles et le matériel de plusieurs TP, et celui des « instituts internes » que Chaudron a décidé d'installer dans son école.

Car, pour couronner son œuvre, Chaudron patronne dans son école la formation de deux instituts de recherche et d'enseignement intégrés, ouverts aux étudiants extérieurs, et susceptibles de réaliser des travaux commandés par des industriels. Il s'agit de l'Institut de chimie agricole, où officie notamment le professeur Jouniaux, et de l'Institut de la houille - et ainsi un équilibre est maintenu entre chimie organique et chimie minérale. A l'époque, ces créations sont controversées, car elles donnent à certains l'impression que la recherche est pilotée par « l'aval » et, en tout cas, distincte des enseignements « en chaire », même si des professeurs titulaires conduisent les travaux. C'est oublier qu'elles relèvent une vieille tradition - les cours de chimie de Kuhlmann, un siècle plus tôt, fonctionnaient dans le même esprit - et qu'elles comblent un vide : à l'époque, il n'existe pas en France de structures de recherche disciplinaire spécifiques hors des instituts dépendants d'entreprises industrielles - qui, à l'écoute des conseils de Le Châtelier, multiplient les leurs - ou de rares lieux privilégiés : les grandes écoles techniques parisiennes et leurs copies provinciales (comme l'École des Mines), l'École Normale Supérieure de la rue d'Ulm, l'École polytechnique et le Collège de France. L'ère Chaudron, certes marquée par l'itinéraire antérieur du professeur lillois, c'est donc aussi celle qui fait d'un institut de faculté un centre polyvalent qui illustre la chimie dans tous les états de son art et dans toutes ses spécialités.

Cet effort est d'autant plus remarquable qu'il prend place dans une période de récession économique des industries nationales - et tout spécialement de celles de la région. Avec le recul du temps, ce volontarisme et cette remise à niveau - qui ont des corollaires scientifiques certains, comme l'enseignement de la chimie atomique et l'adoption des moyens d'analyse par rayons X - semblent bien avoir pour mission de contrer le cycle dépressif de l'industrie et la morosité ambiante. Comme de nombreux auteurs l'ont souligné, les

années 1930 sont empreintes d'une crise de la profession d'ingénieur, atteinte pour la première fois depuis le XIXe siècle par le chômage, et où la multiplicité des modes d'acquisition du titre créent un flou fréquent autour de la légitimité et de la compétence de ceux qui l'arborent. Les efforts de l'ère Chaudron se situent donc parfaitement dans une perspective de réévaluation du titre d'ingénieur, qui est celle poursuivie par les associations professionnelles quand elles font adopter par le parlement la loi du 30 juillet 1934 qui crée la Commission du titre. Tout simplement, d'un côté l'institut de Lille concourt au relèvement général du niveau scientifique et professionnel des études, de l'autre, il légitime la vocation des instituts d'université, fût-ce parfois en mettant l'institution universitaire elle-même devant ses responsabilités.

Bourrasques (1939-1953)

Le professeur Henri Lefebvre succède à Chaudron quelques mois avant l'éclatement d'une nouvelle guerre européenne, bientôt mondiale, qui ouvre, pour l'institut de Lille, une ère prolongée de « coups de tabac ». Après les incertitudes de la « drôle de guerre », pendant laquelle les cours sont maintenus, pour des effectifs réduits, c'est, fin mai 1940, une nouvelle occupation de Lille et du département du Nord, qui devient une subdivision du gouvernement militaire allemand de Bruxelles. Entre temps, sous l'impact de la conquête nazie, s'est placé l'épisode d'un bref exode de l'institut vers Paris et le refuge provisoire offert par Chaudron à Vitry, épisode qui passe presque inaperçu, puisque les cours ont été interrompus. Mais la situation rend des chaires universitaires vacantes et, à la rentrée de 1940, les cours reprennent avec l'aide d'enseignants de lycée. Les rationnements, le climat d'étouffement de l'industrie locale imposé à nouveau par les occupants, la fuite des effectifs étudiants vers les emplois dans les mines à partir de février 1943 pour échapper au Service du Travail Obligatoire, rythment au ralenti la vie d'une institution que marque à sa manière, à partir de 1942, l'ambiance de la « révolution nationale » de Vichy : la mixité des TP est interdite ! Les stages,

les visites d'usines, la poursuite des thèses, tout cela est aussi compromis.

Lille est, pour la seconde fois en une génération, libérée, le 9 septembre 1944, mais la guerre n'est pas terminée. La remise en route débute en septembre 1945, dans une France meurtrie, appauvrie, où, néanmoins, le gouvernement provisoire de la République, au sein duquel les universitaires ne manquent pas, pense au sursaut national. Ils rêvent d'une nation réconciliée avec ses élites, celles-ci ouvertes au plus grand nombre, d'une industrie régénérée par la science, et d'un prestige national rétabli malgré la cuisante déroute collective de 1940.

L'idée s'est répandue, selon laquelle la France, plus encore qu'en 1870, aurait manqué d'ingénieurs. En nombre, du moins quant à l'effectif des ingénieurs passés par des formations contrôlées et pré-professionnelles. En qualité, du moins quant aux ingénieurs d'industrie, les élèves des grandes écoles les plus anciennes et les plus prestigieuses ayant été absorbés par des tâches de direction administrative ou financière. Or, la reconstruction matérielle et technique du pays est une urgence indiscutée, et l'apport militaire et logistique des alliés à la France Libre puis au gouvernement provisoire, montre à quel point le monde a changé et combien, dans ce monde, en dépit d'exceptions brillantes, s'est réduite la place de la science et de l'industrie françaises.

Dans ce contexte, l'idée d'une remise à plat et d'une normalisation des formations d'ingénieurs existantes fait son chemin. A côté d'autres mesures, elle inspire le décret du 16 janvier 1947 qui transforme, sur un modèle national unique, les instituts de facultés en écoles nationales supérieures d'ingénieurs - ENSI -, et leur donne pour vocation, non seulement de former des ingénieurs, mais de susciter la multiplication d'une catégorie récemment reconnue, celle des « techniciens et cadres moyens de l'industrie » par la voie du perfectionnement des actifs ayant une certaine ancienneté et des titres professionnels incontestables. Le 28 septembre 1948, un autre décret condamne à terme les instituts de facultés.

Dès lors, l'institut de Lille doit trouver sa voie et, au départ, celle-ci semble floue. Il entend défendre sa spécificité. On lui reproche de déroger au modèle

général. S'ouvre alors une période d'incertitude, pendant laquelle Henri Lefebvre ne reste pas inactif.

Il faut fixer les règles du recrutement. Sauf Nancy et celle de la ville de Paris, les nouvelles ENSI recrutent à bac + 1, par concours, au niveau MPC, en s'appuyant sur une nouveauté universitaire d'après-guerre, l'année de « propédeutique » scientifique. Dans l'attente d'être fixée sur son sort face au nouveau statut d'ENSI, l'école de Lille doit choisir sa voie. En 1950, une nouvelle règle apparaît : pour l'IDN comme pour l'ICL, une classe préparatoire spécialisée avec un cursus d'un an - Nancy et Paris recrutant par le concours « taupe » - est mise en place au lycée Faidherbe de Lille. Parallèlement, pour se rapprocher peu à peu de la norme ENSI, les enseignements pratiques sont renforcés : les élèves doivent maintenant s'astreindre à 400/500 heures de TP par an. L'aller et retour entre les concessions faites au modèle national et la préservation des singularités lilloises tient au fait que, sur le statut, comme sur les missions de l'ICL, les avis du conseil de faculté sont partagés. La faculté redoute une scission définitive, l'école a besoin des chaires universitaires et des moyens généraux de la faculté. A la fois directeur de l'une et doyen de l'autre, Henri Lefebvre est en position délicate. Polytechnicien de formation, n'est-il pas d'autant plus sensible à l'équilibre entre l'université et l'industrie ?

Pendant ce temps, les efforts se conjuguent pour que l'école soit maintenue. Le fait qu'Henri Lefebvre cumule en 1950 ses fonctions de directeur avec celles de doyen de la faculté des sciences facilite sans doute les choses. Finalement, le 10 décembre 1953, un décret transforme l'ICL en « ENSCL » : École Nationale Supérieure de Chimie de Lille. Cette transformation a, du point de vue institutionnel, une conséquence forte : la nomination du directeur est certes assujettie à un avis du conseil de l'université après avis de la commission des ENSI ; mais elle ressort du pouvoir du ministre chargé de l'enseignement supérieur - à l'époque celui de l'Éducation nationale - : l'autorité des corps de facultés s'en sent-elle diminuée d'autant ?

L'ENSCL, première époque (1953-1974)

La transformation de l'institut en école nationale supérieure de chimie de Lille n'élimine pas les problèmes liés à la modernisation de l'enseignement. Seule change la dimension du cadre dans lequel ils s'inscrivent. En effet, trois grandes questions se posent désormais, l'une après l'autre, sous la poussée continue des politiques de développement de l'enseignement technique supérieur français, telle qu'elle est exprimée et gérée par des gouvernements successifs qui, tous, doivent tenir en main l'essor des écoles, et aussi, progressivement, affronter l'explosion de la demande en enseignements universitaires classiques, telle qu'elle résulte, à partir des années 1960-1965, à la fois de l'élévation du niveau de vie, et du « baby-boom » qui, inversant une tendance démographique séculaire, a commencé en 1942-1943.

Dans un premier temps, la généralisation des ENSI exprime une volonté de coordination nationale des formations d'ingénieurs, et donc la mise en concurrence des établissements à travers le choix des concours d'entrée. C'est la grande question des années 1950.

En second lieu, l'explosion des effectifs universitaires crée de nouvelles turbulences dans les écoles rattachées aux universités. Elles sont de deux natures. D'abord, en créant à partir de 1957 les INSA (instituts nationaux des sciences appliquées), l'État, qui souhaite promouvoir de nouvelles catégories de bacheliers à travers un enseignement bac + 4 à la fois généraliste et professionnel, vient brouiller les cartes, puisque les ENSI sont également des établissements bac + 4. Après 1964, la querelle rebondit, car à Lille, la création de nouveaux campus hors des centres-villes, amorcée dès la première moitié des années 1960, remet en cause arbitrages et habitudes entre facultés (qui disposent des chaires et des budgets généraux) et écoles (qui utilisent les laboratoires, les équipements et ont leurs propres programmes et leurs propres systèmes d'examen). Enfin, tout se complique, à l'issue des « événements » de mai 1968 avec la loi d'orientation universitaire dite « loi Edgar Faure » de juillet 1968, quand les universités deviennent des établissements constitués « d'unités d'enseigne-

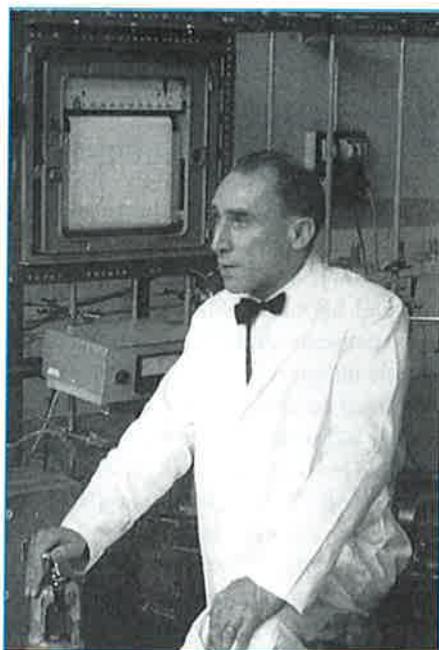


Photo 4 - Jean-Eugène Germain (1965), directeur de l'ENSCL de 1962 à 1966, dans son laboratoire (collection privée de J.-E. Germain).

ment et de recherche » (UER, plus tard UFR), ce qui conduit à revoir le statut des ENSI.

La question des relations école/université, dans le cas lillois, n'occupe qu'une place secondaire jusqu'en 1962. Les questions institutionnelles sont reléguées au second plan car le directeur, Henri Lefebvre, est également doyen de la faculté des sciences. En revanche, la question du concours d'entrée à l'ENSCL, qui avait déjà fait couler beaucoup d'encre et de sueur depuis 1947, est périodiquement reposée.

Au milieu des années 1950, l'ENSCL souffre, au niveau du concours et de la qualification du titre, d'un déficit d'image face à l'IDN. La solution apparaît en 1958 avec l'instauration des concours communs à plusieurs ENSI. D'abord, Lille et Bordeaux font chorus, puis, en 1961, Paris, Montpellier, Toulouse et Lyon entrent dans le groupe, jusqu'à ce que, en 1966, apparaisse le concours « chimie-Nord » regroupant Lille, Mulhouse, Strasbourg et Rennes.

Entre temps, un nouveau foyer de débat se crée. Henri Lefebvre quitte l'ENSCL en 1962 pour Lyon et son successeur, Jean-Eugène Germain (photo 4) découvre que les rapports contractuels entre l'école et la faculté n'ont pas été établis alors que naît un département de chimie. Germain négocie en 1962-1963 le meilleur accord

possible entre la faculté des sciences et l'école, et il décide de développer rapidement, et avec force, les enseignements spécifiques de génie chimique. Parallèlement, dégagant ainsi l'école de certains cursus communs, il réduit de 11 à 8 le nombre de certificats obligatoires, et, pour s'aligner sur des ENSI similaires, institue en première année l'enseignement de la physique expérimentale (jusque là matière de deuxième année).

Mais la décision du gouvernement, dans le cadre de la planification nationale, de doter Lille, promue « métropole d'équilibre », d'un nouveau quartier dénommé Lille-Est (qui devient en 1971 la commune de Villeneuve d'Ascq) et d'en faire un « pôle technologique » s'accompagne du transfert programmé de la faculté des sciences de Lille vers la ville nouvelle. Le transfert est programmé en 1965, le déménagement débute en 1966. Entre temps, Jean-Eugène Germain a quitté Lille pour Lyon, où il prend en main l'École Supérieure de Chimie Industrielle (ESCIL). Mais il laisse à Lille un laboratoire de catalyse que ses élèves sauront maintenir à un haut niveau, et ceci jusqu'à nos jours.

Ce transfert s'effectue dans un contexte bien précis. Nombreux sont les signes qui semblent indiquer le caractère durable de la « régression industrielle » du Nord. Celle-ci comporte plusieurs aspects. Dix ans après la fin de guerre, et à nouveau en 1965-1966, le textile régional est secoué par une grave crise de débouchés, liée cette fois à l'ouverture du marché national à la concurrence européenne, comme à l'évolution de la consommation vers des produits de mode à prix réduit et d'entretien facile, qui valorisent les fibres synthétiques, dans lesquelles l'industrie nordiste, en France même, n'a guère d'avantage comparatif. Depuis 1959, devant les avantages des matières premières énergétiques concurrentes, tant dans l'usage domestique qu'industriel, la réduction de la production charbonnière est programmée sur vingt-cinq ans. Enfin, la sidérurgie locale, après vingt ans de « boom » liée à la reconstruction, doit se redéployer sur le littoral et chercher sa clientèle parmi des utilisateurs de plus en plus souvent étrangers à la région. La clientèle captive des firmes moyennes locales commence à disparaître, ou bien celles-

Tableau I - Origine géographique des élèves sortant de l'ENSCL (1941-1990) (en % de l'effectif total, selon le lieu de provenance). Source : fiches nominatives des élèves.

Lieu	1941/50	1951/60	1961/70	1971/80	1981/90
NPC*	62	26	32,5	38,6	23,7
voisines*	13,2	6,6	11,5	16,7	18,5
(ensemble)	75,2	34,6	44,0	55,3	42,2
RP*	13,8	40,0	32,4	26,4	28,8
lointain*	5,1	22,3	19,2	13,5	26,6
(ensemble)	18,9	62,3	51,6	39,9	55,4
étranger	5,9	5,1	4,4	4,8	2,4
Total	100	100	100	100	100

* NPC : Nord-Pas-de-Calais ;

RP : région parisienne ;

Voisines : Picardie + Champagne-Ardenne + Lorraine ;

Lointain : autres régions françaises.

ci s'intègrent peu à peu dans le tissu des grandes firmes nationales, qui mettent leurs fournisseurs en concurrence. C'est seulement au tournant des années 1970 que des solutions de rechange commenceront à être recherchées, avec le redéploiement de la chimie publique et privée et l'implantation aidée d'ateliers automobiles et de leurs sous-traitants naturels.

L'équation ancienne « industrie puissante du Nord = besoins en formation d'ingénieurs locaux » se vérifie moins que par le passé. Un certain désenchantement local ne tarde pas à pointer. Dans ce contexte, et alors que les écoles d'ingénieurs de tout type ne manquent pas dans la région, sous différents statuts, la confiance dans l'avenir d'une ENSI chimiste lilloise n'est pas unanimement partagée. A défaut que le statut même d'ENSI soit remis en cause à l'intérieur même de l'institution universitaire, c'est sa vocation même de formation d'ingénieurs qui semble compromise. L'opposition rencontre d'autant plus d'écho que, dans la région, nombre de voix imaginent, pour l'université lilloise, un avenir entièrement bâti sur la mise à disposition du plus grand nombre d'institutions d'études supérieures générales, en dehors de toute finalité professionnelle.

Pour l'ENSCL, qui reçoit, en octobre 1964 en la personne de Gabriel Tridot un directeur actif et ombrageux, l'heure de la résistance n'a-t-elle pas sonné ? Et d'autant plus que la loi Edgar Faure de 1968 peut laisser croire que la nature

même de l'école peut être remise en cause... Tout se complique aussi parce que, dans le plan de masse du campus d'Annappes, il est prévu d'installer un INSA, un projet qui finira par capoter, mais au profit de l'IDN. Les conflits germent. En 1969, en application de la loi Faure, certaines ENSI doivent être intégrées dans les UER, les autres obtenir un statut dérogatoire qui en fait des établissements publics à caractère scientifique et culturel, rattachés directement à l'université. Jusqu'à la veille de la signature du décret d'application, en octobre 1969, le sort de l'ENSCL semble incertain. Finalement, à l'arraché, Lille partage le sort plus avantageux de l'autonomie avec Paris, Bordeaux, Montpellier, Strasbourg. Pour autant, le sort de l'école est-il réglé ? Pas tout à fait, car il faut aussi rédiger les statuts dérogatoires, de telle sorte qu'ils satisfassent tous les partenaires. Bientôt, le dossier s'enlise : en juin 1973, il est toujours bloqué.

L'ENSCL, deuxième époque (1974-1994)

La situation est d'autant plus complexe qu'en février 1974, le ministre, sur proposition du président du conseil d'administration de l'école, se voit dans l'obligation de suspendre de ses fonctions son directeur, dont le mandat, renouvelé en 1967, a expiré en octobre 1972. Épaulé par un triumvirat, le recteur Jean-Claude Groshens est investi d'un mandat intérimaire, et résout

trois problèmes graves : la dévolution des biens entre le laboratoire de chimie minérale de l'école et l'université, la ratification des statuts de l'école et, en décembre 1974, l'installation d'un nouveau directeur, Joseph Heubel.

L'adoption du statut d'UER pour l'ENSCL par le conseil d'université de l'USTL en mars 1974 provoque l'entrée de l'école dans une nouvelle ère, bien que le contexte régional soit plus défavorable que jamais. 1974 et 1975 sont des années de lourds sinistres industriels qui voient la déconfiture successive de grands groupes textiles séculaires, l'effondrement du bassin métallurgique de la Sambre, la réduction drastique des ambitions du pôle dunkerquois : la récession industrielle mondiale prend ici des allures de catastrophe. La chimie est atteinte très gravement, dans ses activités tant anciennes que récentes. Au reste, de bons esprits ne prédisent-ils pas le déclin de la filière pétrolière, à cause de l'envolée des prix du brut entraîné par la guerre israélo-arabe du Kippour (octobre 1973) ? La population régionale entame un déclin numérique lent mais sûr. Dans un tel contexte, reste-t-il assez de place pour toutes les écoles d'ingénieurs de la région ? En 1975, l'ENSCL rejoint l'ADEIR (« Association des Directeurs d'Écoles d'Ingénieurs de la Région Nord-Pas-de-Calais »), qui cherche à diviser les risques et à trouver des débouchés pour les élèves.

Cette association n'est pas inutile. En effet, en 1977-1978, l'Union des Industries Chimiques (UIC) s'alarme d'un décalage croissant entre les besoins d'embauche en ingénieurs chimistes (hors informatique) et le nombre de diplômés offerts chaque année par les écoles françaises. Combien d'écoles devaient disparaître ? Caen (qui fusionna avec l'école d'électronique pour engendrer l'ISMRA - Institut des Sciences de la Matière et du Rayonnement) et Besançon connurent ce sort. Certains voyaient l'avenir avec trois écoles de chimie puis cinq. Le destin de l'école de Lille devait donc être remis sur le chantier. La Commission du titre d'ingénieur, de son côté, dressait un constat pessimiste de l'autonomie supplémentaire donnée aux écoles par le statut de 1969, et Lille n'était pas épargnée. Aussi, au début de 1978, sous l'impulsion de Roger Loison, président du conseil d'administration de

l'ENSCL, une réflexion approfondie fut conduite dès les premiers mois de 1978. Le constat, et l'orientation à suivre, étaient clairs. Si l'ENSCL, comme ses concœurs, fournissait des ingénieurs de bon niveau, en revanche, leur aptitude à conduire des projets dans un cadre industriel réel se discutait. A ce moment, le directeur sortant, Joseph Heubel, souhaite la non-reconduction de son mandat et, à l'initiative de Roger Loison et de Michel Migeon, président de l'USTL « Lille I », la relance de l'école est incarnée à partir de janvier 1979 par Alain Lablache-Combiér, professeur à l'UER (aujourd'hui UFR) de chimie de Lille I.

Diplômé de l'école de chimie de Strasbourg en 1960, ce spécialiste de la chimie organique a rejoint l'université de Lille en 1967. Alain Lablache-Combiér (photo 5) doit dans un premier temps gagner la confiance du corps enseignant propre à l'école, à la fois méfiant devant les réformes et divisé. Il réussit vite à mobiliser l'ensemble des personnels de l'école pour la mise en place d'un nouveau programme pédagogique. Sous l'autorité des titulaires de chaires spécialisées, les emplois du temps de chaque année sont revus et corrigés, les élèves sont engagés dans des parcours de plus en plus autonomes ou les projets et les stages prennent une place importante, surtout en troisième année. Le génie chimique (défini

comme « la conception d'unités de fabrication ») devient la matière essentielle de la troisième année.

L'école s'emploie à abattre les murs qui s'étaient dressés entre elle et son environnement. C'est vrai en matière d'enseignements croisés avec l'IDN, avec lequel sont mis en commun des TP de génie chimique dès 1982, et avec la section sciences des matériaux de l'EUDIL ceux de métallurgie et de polymères. La même politique est conduite en matière de recherche universitaire. Dès mars 1981, l'école met en commun avec l'université son service d'instruments de mesure, et associe, au sens de l'association d'un laboratoire universitaire au CNRS, certains laboratoires de l'UER de chimie à l'école. La majorité de ces laboratoires étaient ou sont devenus depuis lors associés au CNRS. Ils constituent avec ceux implantés dans l'école les laboratoires de recherche « supports » de l'école. Grâce à eux, l'ENSCL couvre un large champ de recherche dans le domaine de la chimie. Il est ensuite offert aux élèves de préparer un DEA en même temps qu'ils conduisent à bien leur troisième année d'école.

Un des points importants de la réforme des études a été de refaire de la métallurgie, l'une des matières de base de l'enseignement et de la recherche à

l'école. Cette discipline florissante sous Chaudron s'était éteinte à Lille au début des années 1960. Par la suite, et de façon similaire, l'ENSCL a recréé à Lille, en liaison étroite avec l'IDN (faute de place il est implanté dans ce qui est aujourd'hui l'École Centrale de Lille), un laboratoire de recherche de génie chimique. Sa création avait été favorisée par Roger Loison, aussi porte-t-il son nom.

Enfin, comme dans les années 1930, un second élan est donné à l'enseignement des langues vivantes étrangères. En 1982, un accord est passé avec le centre universitaire d'éducation permanente de l'USTL-Lille I pour développer l'horaire d'apprentissage d'anglais et d'allemand. Bientôt, contre 10 % de l'horaire annuel, les acquis en langues comptent pour 20 % de la notation des élèves. « Partant de la constatation qu'un jeune cadre n'est plus embauché s'il ne parle pas l'anglais et qu'en chimie dans près de 1/3 des offres d'emplois l'allemand est souhaité », l'école reprend à son compte en 1982 une fraîche innovation de son homologue lyonnaise qui consiste à proposer, par échanges, des troisièmes années complètes à l'étranger, d'abord à l'UMIST de Manchester (University of Manchester Institute of Science and Technology, 1982), puis à la Technische Hochschule d'Aix-la-Chapelle (1983) et, ensuite, aussi à Edimbourg (1987), Dublin et Marbourg (1989), Leeds (1990), etc.

Du point de vue du recrutement, ce renouvellement des horizons a porté ses fruits. Dès 1986, l'ENSCL est considérée comme la « deuxième ENSI de France » - huit ans après que sa suppression ait été envisagée ! En témoigne son attrait durable, non seulement sur les élèves issus des classes préparatoires scientifiques traditionnelles, mais sur les diplômés d'université ou d'IUT admis à y entrer, soit sur titre, soit par concours. Enfin, en 1991-1993, l'ENSCL a joué un rôle pilote dans la création au sein du nouveau lycée d'état Montebello de Lille d'une nouvelle formule de « classe préparatoire intégrée » permettant à des bacheliers sélectionnés sur dossier et entretien d'intégrer, sans concours après deux ans d'études, une école de chimie pourvu qu'ils aient satisfait aux conditions d'un contrôle continu rigoureux.



Photo 5 - Alain Lablache-Combiér (à gauche), directeur actuel de l'ENSCL, dans le salon de Lionel Jospin, le 15 mars 1990, en compagnie d'Armand Frémont (à droite), à cette époque directeur de la programmation et du développement universitaire au ministère de l'Éducation nationale. Ce dernier signe pour le ministre le 1er contrat quadriennal de développement (1990-1993) de l'ENSCL (D.R.).

La vie de Frédéric Kuhlmann (1803-1881), créateur de l'industrie chimique dans le nord de la France

Le développement de l'industrie du Nord-Pas-de-Calais au milieu du XIX^e siècle fut une aventure à laquelle Frédéric Kuhlmann fut intimement mêlé, notamment en tant que membre pendant 37 ans et président pendant 24 ans de la chambre de commerce de Lille (de 1838 à 1869).

Mais qui était donc Frédéric Kuhlmann et comment cet alsacien est-il devenu lillois et l'un des plus grands industriels de la région du Nord ?

C'est en effet à Colmar qu'il naquit le 22 mai 1803. Dès sa sortie du lycée de Nancy, il vint à Paris et se fit admettre au laboratoire du chimiste Vauquelin pour poursuivre ses études sur la teinture dont l'industrie était très prospère en Alsace. Au bout de 3 ans, il publia son premier mémoire sur l'analyse chimique de la racine de garance.

C'est à cette époque que la municipalité lilloise, qui avait déjà créé un cours de physique public et gratuit, décida d'ouvrir également une chaire de chimie appliquée aux arts et à l'industrie.

Vauquelin, à qui la ville s'était adressée, n'hésita pas à désigner le jeune Frédéric Kuhlmann, âgé seulement de 21 ans, pour occuper cette chaire.

Renonçant à la teinture, il vint s'installer à Lille et, dès le mois de juin 1824, il commença ses leçons. Il professa son cours de chimie pendant trente ans, malgré le développement des établissements qu'il avait créés et malgré les multiples fonctions officielles auxquelles il fut rapidement appelé.

En effet, dès 1825, il avait fondé une société pour la fabrication de l'acide sulfurique. Il avait été frappé de la difficulté éprouvée à Lille pour se procurer les produits chimiques les plus indispensables, venus à grands frais de Paris ou de Rouen. Aussi



songea-t-il à importer dans la région du Nord, l'industrie des arts chimiques qui y était presque complètement inconnue avant lui.

Sans apprentissage industriel, sans aucun autre guide que son esprit inventif et essentiellement pratique, il se mit résolument à l'œuvre. Il loua, d'abord, un terrain à Loos où, d'après les écrits de l'époque, les bords de la Deûle étaient de vastes marais difficilement abordables pendant une bonne partie de l'année. On y allait à cheval ou avec de larges patins pour ne pas s'enfoncer dans le terrain mouvant ; mais Kuhlmann avait foi en l'avenir de son entreprise : aucune difficulté, aucun obstacle ne le rebutait.

Le lundi de Pentecôte 15 mai 1826, les fourneaux furent allumés pour la première fois. Il aimait à célébrer, chaque année, avec sa famille, cet anniversaire en donnant une fête champêtre à laquelle participaient le personnel de l'usine et les habitants du village dont il avait fait la fortune, ainsi qu'un grand nombre de ses amis lillois. Très rapidement, d'autres

fabrications vinrent s'ajouter à celle de l'acide sulfurique. Ce furent successivement le sulfate de soude, l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique, puis le chlore et plus tard l'industrie des engrais.

A l'usine de Loos s'ajoutèrent bientôt celles de La Madeleine, d'Amiens et de Saint-André.

C'est à 29 ans qu'il entra à la chambre de commerce où il fut élu président une première fois dès 1840.

En 1873, la Société Industrielle du Nord de la France fut créée, et F. Kuhlmann en devint le fondateur. Les communications y furent très nombreuses et, au fil des années, les concours et les remises de prix permirent à la société de remplir sa mission ainsi définie dans ses statuts : «encourager et faire progresser l'industrie».

Ce qui domine dans les travaux de Kuhlmann, c'est l'alliance intime de la science et de l'industrie, au grand profit de l'une et de l'autre. Que de progrès ses études firent-elles faire aux diverses industries chimiques de l'époque : teinture, blanchiment, sucreries, fabrication de l'acide sulfurique, de la baryte, de la soude, de la potasse, des engrais artificiels.

Des expériences entreprises à la demande de l'administration des Poudres, sur la production de salpêtre, l'amènèrent à donner une théorie de la nitrification. Il montra que l'ammoniaque produit par la décomposition des corps organisés est la cause ordinaire de la formation de l'acide azotique puis, poussant ses études dans la même direction, il examina les conditions les plus favorables à l'absorption de l'azote par les végétaux et put ainsi éclairer une des questions les plus importantes de l'agronomie.

Dans un autre ordre d'idées, la nitrification des murailles l'amena à s'occuper des conditions de consolidation des mortiers, puis de la silicatation des calcaires employés à bâtir.

L'art de la construction a tiré grand profit de ses travaux. Les mêmes études lui inspirèrent des aperçus très ingénieux sur la formation des espèces minérales et des roches, sur leur désagrégation, sur la production des cristaux. Les géologues purent y puiser beaucoup d'idées fructueuses.

Les quelque soixante notes et mémoires qu'il publia, attirèrent très vite l'attention du monde savant sur Frédéric Kuhlmann qui, dès 1847, fut élu membre correspondant de l'Institut, et devint même, à la fin de sa vie, président de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences.

Patrimoine industriel. Je n'ai fait qu'évoquer les premières années de la société que Frédéric Kuhlmann avait créée. Mais l'élan était donné. Malgré les destructions des usines, lors de la première guerre mondiale, les Établissements Kuhlmann reprirent, dès 1919, un développement considérable.

Lors de leur centenaire, en 1925, les successeurs du fondateur pouvaient être fiers de l'œuvre accomplie. Leur

notoriété touchait le monde entier et, fidèles à la tradition léguée par Kuhlmann lui-même, ils consacraient chaque année des sommes très importantes à leurs laboratoires de recherche.

En ce qui concerne le patrimoine économique régional, il est difficile d'imaginer aujourd'hui le rôle que joua personnellement F. Kuhlmann dans le développement et le tracé des canaux et des lignes de chemin de fer qui sillonnent notre région et la relie aux régions voisines. L'amélioration des canaux, leur approfondissement, la réalisation des ouvrages d'art, l'empierrement des chemins de halage, la traction à vapeur, la tarification des transports fluviaux : tout fut l'objet de sa part d'interventions actives à tous niveaux.

C'est toute une conception de l'homme qui se dégage de la vie de Frédéric Kuhlmann. S'il me fallait, aujourd'hui, symboliser par trois mots son héritage, le patrimoine moral qu'il a voulu transmettre aux générations futures, je crois que je retiendrais ceux de compétence, de devoir et de confiance.

• Extraits du discours du Président de la Société Industrielle du Nord de la France, Paul Rouze, lors de la séance solennelle de 1981, à l'occasion du Centenaire de la SINP.

L'œuvre scientifique de F. Kuhlmann

Si c'est à travers ses œuvres plutôt que par l'histoire de sa vie que l'on reconnaît un homme de science, c'est par référence aux siennes qu'il faut appréhender réellement la personnalité de Frédéric Kuhlmann, fut-ce, compte tenu de leur ampleur, au moyen d'un simple survol.

Ses œuvres, tout au moins celles ayant fait l'objet d'une communication écrite, ont été rassemblées dans un recueil de huit cents pages édité en 1877, quelques années avant sa mort. Ces publications, tout en étant fragmentaires, n'en donnent pas moins une idée assez bonne de l'ensemble de ses travaux de recherche.

Elles comprennent 22 comptes rendus à l'Académie des sciences, 22 communications accompagnées de quelques discours prononcés en séance publique à la Société des sciences de Lille, plus 9

publications aux *Annales de chimie-physique*. Tous ces écrits se sont étalés entre 1823 et 1874 et le premier étonnement que l'on ressent à les parcourir est l'incroyable diversité des sujets qu'ils traitent et qui vont de la simple méthode d'analyse de laboratoire à l'énoncé d'une théorie complète des engrais, à des études sur les matériaux de construction, les incrustations dans les chaudières, les applications du vide à l'industrie, l'hygiène dans les usines, etc.

Il s'agit quelquefois de travaux exécutés à la demande de l'administration ou d'industriels du Nord. Mais Frédéric Kuhlmann se tenait au courant de tout ce qui se passait en France et dans le monde, et dès qu'il avait connaissance d'un article publié sur un sujet auquel il pouvait apporter une contribution personnelle, il en entreprenait l'étude en refaisant pour son compte les expériences de l'auteur. Il lui arrivait, à cette occasion, d'être en désaccord avec ce dernier, mais la façon qu'il avait de le faire savoir était toujours empreinte de beaucoup de délicatesse, de mansuétude et

de courtoisie.

On est frappé également par la finesse de nombreuses analyses ou déductions scientifiques énoncées à une époque où l'on ne disposait pas encore des commodités de raisonnement qu'offriront plus tard la thermochimie ou la thermodynamique chimique. «*Toutes les fois, écrivait-il, qu'on met en contact un sel réputé insoluble dans l'eau avec la dissolution d'un sel dont l'acide peut former, avec la base du sel insoluble, un sel plus insoluble encore, il y a échange, mais le plus souvent cet échange n'est que partiel, ce qui permet la formation de sels doubles*». On ne peut s'empêcher de penser, en lisant ces lignes, que Vant'Hoff, le Chatelier et Berthelot ne verront le jour que quelques décennies plus tard. Faut-il ajouter pour l'anecdote que Frédéric Kuhlmann avait prévu la création du tunnel sous la Manche ?

• Extraits de J.-E. Léger «*Une grande entreprise dans la chimie française : Kuhlmann 1825-1982*», Nouvelles éditions Debresse, Paris, 1988. (p. 19-20).

Forum Horizon Chimie

Les 25 et 26 janvier derniers s'est tenu, pour la neuvième fois consécutive, le Forum Horizon Chimie dans le cadre prestigieux de la Maison de la Chimie à Paris. Organisée par le regroupement de quatre grandes écoles de chimie françaises : l'EHICS, l'ENSCP, l'ENSIC et l'ESPCI*, cette manifestation a pour vocation de provoquer une rencontre enrichissante entre quelque quatre mille visiteurs et une quarantaine d'entreprises comptant parmi les majors de la promotion de l'industrie chimique de l'Hexagone. Devenue une institution dans le milieu, ce forum d'envergure humaine a atteint, au-delà du chiffre d'affaires de 1 million de francs enregistré pour l'édition 95, un niveau qualitatif qui l'a propulsé au premier rang des rencontres écoles-entreprises.

En constante évolution pour conforter sa position, le forum affiche une volonté affirmée de devenir le centre européen de recrutement et d'information des chimistes. Point de convergence des étudiants, jeunes diplômés, enseignants et chercheurs, cet espace privilégie le dialogue avec les entreprises de ce secteur. En termes d'objectifs, les sociétés ont exposé cette année, pour promouvoir leur image à 88 %, apporter une aide aux étudiants à 81 % et faire des offres aux visiteurs à 54 % : 38 % des stages, 46 % des premiers emplois, 15 % des CSNE, certains mêmes des bourses ou des spécialisations.

Depuis plusieurs années déjà se sont développées au sein du forum des manifestations annexes comme : les simulations d'entretiens d'embauche, les corrections de CV, les études graphologiques ou encore les cours collectifs ; mais aussi les tables rondes sur les métiers de l'ingénieur, la formation par la recherche, la qualité et la sécurité.

Cette année, trois conférences étaient proposées : une concernant le CV, une autre en anglais sur l'industrie pharmaceutique et, la dernière, assurée par la doyenne de l'université Mendeleïev de Moscou, Mme Kruchinina, sur « Chimie et environnement ». Le besoin d'une conférence en anglais est apparu avec notre opération ESM (European Student market) qui a pour vocation d'inciter les étudiants européens à venir participer à notre manifestation.

Dès à présent, nous vous donnons rendez-vous pour la Xe édition du Forum Horizon Chimie, qui se déroulera les 23 et 24 janvier 1996 à la Maison de la Chimie à Paris.

* EHICS (École européenne des Hautes études des Industries Chimiques de Strasbourg), ENSCP (École Nationale Supérieure de Chimie de Paris), ENSIC (École Nationale Supérieure des Industries Chimiques de Nancy) et ESPCI (École Nationale Supérieure de Physique et Chimie Industrielles de la ville de Paris).

Gaston Charlot (1904-1994) et le développement de la chimie analytique moderne

Robert Rosset* professeur

L'enseignement de chimie analytique qui était donné à l'École Supérieure de Physique et Chimie Industrielles (ESPCI, couramment appelée PC) lorsque G. Charlot y fut élève, de 1921 à 1924, n'avait rien pour susciter des vocations. Il consistait en la description de méthodes d'analyse, sans idées générales. Quant au laboratoire de travaux pratiques une place démesurée y était donnée à la méthode d'analyse qualitative à l'hydrogène sulfuré : fastidieuse, difficilement applicable à de nombreux éléments, nauséabonde et toxique (la toxicité du sulfure d'hydrogène est à peine inférieure à celle de l'acide cyanhydrique), elle avait vu le jour plus d'un siècle auparavant et ne mettait en œuvre qu'un type de réaction, les précipitations. Elle était condamnée à ne pas évoluer.

C'est à partir de 1936, comme sous-chef de travaux au Laboratoire de chimie analytique de PC (il avait, au préalable, préparé seul une thèse de doctorat en chimie organique, cf. encadré) que G. Charlot commença à réfléchir à ce que pourrait être une chimie analytique moderne. Il prit conscience qu'il fallait y

intégrer les nombreuses méthodes physico-chimiques qui se développaient alors et qui n'étaient pas prises en compte par les chimistes-analystes des anciennes générations.

Il montra d'abord tout l'intérêt d'employer d'une façon systématique la définition de Brönsted (1923) des acides et des bases et décrivit l'influence du pH sur les divers types de réaction : on peut agir à volonté sur les propriétés oxydoréductrices (d'où l'utilisation, nouvelle à cette époque, des diagrammes potentiel-pH) former ou détruire des complexes, charger les solubilités (il systématise l'emploi des courbes de solubilité en fonction du pH), déplacer les équilibres de partage entre une solution aqueuse et un solvant.

Puis, G. Charlot généralise la théorie de Brönsted aux complexes ce qui lui permet de faire une synthèse de l'ensemble des réactions en solution présentées comme des échanges de particules variées : ions hydrogène, électrons, ions et molécules polaires. Ces analogies apportent des simplifications importantes et permettent de raisonner dans tous les cas de la même façon et avec des formules analogues. Sont mis en évidence les «facteurs d'action», pH, potentiel rédox, concentrations, nature du solvant ce qui permet de déplacer les équilibres en vue des applications.

Ces idées furent publiées dès 1942 (avec un tirage limité en raison des restrictions de papier de l'époque) dans l'ouvrage *Théorie et méthode nouvelle d'analyse qualitative*. Cet ouvrage, devenu classique «si classique que son originalité n'est plus perceptible»¹ a connu sept éditions successives et des traductions en anglais, espagnol, japo-

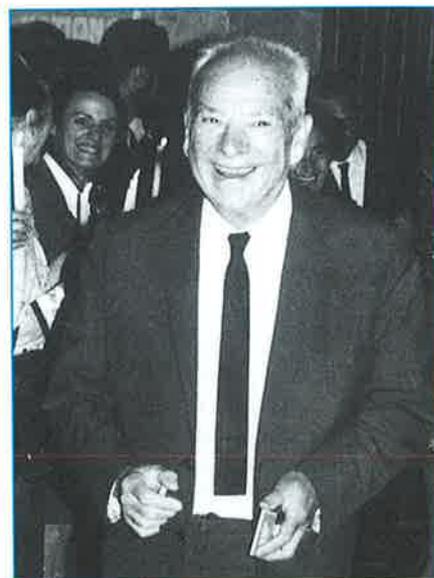


Photo 1 - Gaston Charlot accueilli à PC lors de la fête organisée par l'école à l'occasion de sa réception à L'Académie des sciences (D.R.).

nais, italien, polonais et iranien (il porte, aujourd'hui, le titre *Les réactions chimiques en solution aqueuse et caractérisation des ions*).

Dans ce contexte, la méthode à l'hydrogène sulfuré, qui n'utilisait qu'un type de réaction, la formation de précipités, n'avait plus sa place. G. Charlot la remplaça par une méthode entièrement nouvelle qui mettait en œuvre les moyens et les modes de raisonnement de la chimie analytique moderne. Chaque élément était identifié indépendamment, de manière sélective, souvent avec une grande sensibilité et rapidité. Ce fut la «méthode Charlot» efficace et séduisante. Elle fut publiée en 1943 sous le titre *Nouvelle méthode d'analyse qualitative des cations*. Perfectionné au fil des éditions successives, cet ouvrage a dépassé les 50 000 exemplaires et connu quatre éditions étrangères (États-Unis,

* Laboratoire de chimie analytique (URA 437), École Supérieure de Physique et Chimie Industrielles de la Ville de Paris, 10, rue Vauquelin, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 45.35.28.66. Fax : (1) 40.79.44.25.

Gaston Charlot 1904-1994

Gaston Charlot s'est éteint à Paris, à la suite d'une longue maladie, le 17 avril 1994 dans sa 89e année.

Le milieu dans lequel il avait été élevé était très modeste. Sa mère, qui était l'aînée de six enfants, quitta la Normandie à l'âge de treize ans pour venir travailler à Paris. Son père, originaire de la Bourgogne, vint également à Paris pour y exercer le métier d'ouvrier tonnelier. Fils unique, le but de ses parents était de lui assurer une situation plus enviable que la leur mais la guerre, qui éclata lorsqu'il avait dix ans, la mobilisation de son père, rendirent ces projets incertains.

G. Charlot entra à l'école primaire du 12e arrondissement en 1910 et fut considéré, dès le début, comme un bon élève, quoique très timide. Il fut remarqué par le directeur qui traça lui-même la voie qu'il était possible de suivre : l'école primaire supérieure. Les difficultés matérielles devinrent très dures pendant les dernières années de la guerre et la perspective de payer, entre autres, des frais de déjeuner à l'école primaire supérieure Jean-Baptiste Say effrayait sa mère. Mais la Ville de Paris (que l'on retrouvera tout au long de la carrière de G. Charlot) organisait un concours spécial permettant d'obtenir la gratuité du déjeuner puis de l'internat à J.-B. Say. Il fut

reçu et passa cinq années dans cet établissement.

Il avait alors une véritable passion pour les mathématiques et prit goût, aussi, pour la physique et la chimie, grâce à un professeur remarquable et également aux ouvrages de Marcel Boll, très populaires à l'époque, qui lui donnèrent une idée de ce que pouvait être une chimie non empirique. La première partie du baccalauréat passée, G. Charlot prépara le concours d'entrée à l'École Municipale de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris (PC). Il y entra en 1921 avec la 41e promotion. G. Charlot fut déçu par les cours de chimie de l'école et, plus particulièrement par ceux de chimie analytique qui consistaient en de longues descriptions de méthodes d'analyse, sans idées générales.

Après un court passage dans l'industrie, G. Charlot revient à PC en 1927 dans le service de chimie minérale du professeur Copaux. Il décide alors de préparer, seul, une thèse de doctorat, en chimie organique, sur l'oxydation catalytique du toluène et de ses dérivés. Il la soutient en 1934. Des circonstances imprévisibles jouent alors en sa faveur. Paul Langevin, le directeur de l'école, fit passer G. Charlot, en 1935, comme sous-chef de travaux en chimie analytique où un poste était vacant. Le chef de travaux de l'époque, malade, lui abandonna entièrement la direction des travaux pratiques. A Victor Auger, qui enseignait alors une chimie analytique très classique, succéda Guy

Emschwiller qui apportait l'esprit de la chimie physique. Mais, avec la Seconde Guerre mondiale et les lois de discrimination raciale du régime de Vichy, Guy Emschwiller fut contraint à la clandestinité et G. Charlot se retrouvait bientôt le seul enseignant de chimie analytique de l'école. Il y fut nommé professeur en 1945.

C'est dans ce contexte qu'il développa une chimie analytique moderne, logique et efficace. Largement reconnu par les milieux industriels, il bénéficia de l'appui du Commissariat à l'Énergie Atomique qui accueillit (et accueille encore aujourd'hui), dans les années soixante, le DEA de chimie analytique. En 1959, une chaire de chimie analytique fut créée à la faculté des sciences de Paris et il en devint le titulaire. D'autres suivirent dans de nombreuses universités. Le 15 juin 1970, G. Charlot était élu à l'Académie des sciences. Ce sera l'occasion d'une cérémonie mémorable à la Maison de la Chimie, le 25 mai 1971 (*photo 2*) où lui fut offert, à la place de la traditionnelle épée, une médaille rappelant la deuxième passion de sa vie, après la chimie analytique, l'alpinisme et le ski ; celle-ci fut cependant cruelle avec lui puisqu'il y perdit sa première épouse et sa première élève de thèse, qui fut une collaboratrice éminente, Denise Bézier. Sa troisième passion fut la politique dans laquelle, dans sa jeunesse, il s'investit avec son énergie habituelle et qui fut une immense déception. Finalement, disait-il, c'est l'amour de la chimie qui l'a emporté.

Novateur dans sa discipline, G. Charlot le fut aussi dans les organisations qui regroupent les chimistes. Ainsi, en 1957, considérant que la conception monolithique de la Société Chimique de France ne correspondait plus au développement de la chimie moderne avec ses multiples spécialités, il créa la division Chimie analytique qui fut la première structure spécialisée de la SCF. Sa démarche fut rapidement reconnue comme efficace et adoptée par les autres disciplines.

De son deuxième mariage, G. Charlot eut une fille dont il suivit les études avec beaucoup d'attention, curieux de découvrir comment l'enseignement avait évolué en un demi-siècle. Il en parlait souvent remettant en cause les méthodes d'enseignement et les programmes. Il eut la joie et la fierté de voir sa fille entrer à l'École polytechnique. Il consacra ensuite beaucoup de temps à l'éducation de ses petits-enfants et, là encore, il manifestait le goût qu'il avait toujours eu pour l'enseignement, s'attachant à leur inculquer des idées générales.

Je lui téléphonai une quinzaine de jours avant sa mort, il avait toujours sa voix chaleureuse et enthousiaste. Je lui demandai des nouvelles de sa santé que je savais compromise. Il me répondit, sur un ton amusé : « je ne me sens pas mal mais les analyses sont mauvaises... »

R. Rosset

Espagne, Indonésie, Allemagne). On se rend mal compte, aujourd'hui, de l'impact qu'eurent ces livres : en pleine guerre, ils apportaient des idées nouvelles et furent immédiatement reconnus comme une rupture avec la chimie analytique classique et ce dans les milieux les plus divers. Combien de fois ai-je rencontré des ingénieurs de l'industrie, des chefs d'entreprise qui se souvenaient de l'influence considérable de ces ouvrages et des progrès qu'ils avaient permis d'accomplir ?

Pourtant, supprimer la méthode à l'hydrogène sulfuré fut aussi considéré par d'autres «comme un acte énorme, invraisemblable, sacrilège». G. Charlot «reçut des lettres et des visites. La plupart de ses amis le mettaient en garde, très peu l'approuvèrent». Une certaine résistance s'organisa. Les tenants de H₂S pensèrent résister en remplaçant l'appareil de Kipp, qui générait H₂S à l'état gazeux par le thioacétamide qui le générerait par hydrolyse en solution. Mais les limitations de la méthode restaient

évidemment les mêmes. Cette hostilité, aujourd'hui incompréhensible, alla plus loin encore. Ses adversaires s'opposaient à sa conception générale des réactions en solution. G. Charlot racontait souvent le mauvais procès qu'on voulut lui faire à propos de la théorie de Brønsted qu'il avait introduite en France et utilisait systématiquement. Certains soutinrent que c'était une théorie nazie². Dans le climat tendu de l'après-guerre, ce type d'accusation pouvait aller loin. Paul Langevin, qui dirigeait PC et qui apprê-

ciait et soutenait Gaston Charlot, fut contraint de nommer une commission d'enquête qu'il confia à l'aimable professeur de chimie minérale de PC, Adolphe Lepape. Celui-ci était à cent lieues des idées nouvelles de G. Charlot mais il était bienveillant et l'affaire de la théorie de Brønsted n'eut pas de suite grave. Il n'empêche, G. Charlot fut marqué par cette hostilité et il se montrait souvent inquiet de l'opinion des autres.

Comme c'est souvent le cas, la reconnaissance vint beaucoup plus rapidement de l'étranger : lors du premier Congrès européen de chimie analytique d'après-guerre, qui se tint à Utrecht en 1948, il fut invité à prononcer la Conférence inaugurale et y développa ses idées sur les moyens et le rôle nouveau de la chimie analytique. Cette conférence eut d'heureuses et durables conséquences.

La période qui suivit la fin de la 2e Guerre mondiale fut alors particulièrement féconde. Le développement des nouvelles technologies, en particulier de l'énergie nucléaire, exigeait des méthodes d'analyse sensibles et rapides. L'appui du Commissariat à l'Énergie Atomique fut essentiel.

Nombreux furent alors des élèves de PC parmi les plus brillants qui rejoignirent G. Charlot et lui permirent de créer rapidement un laboratoire de recherche. Un rôle important fut joué par Denise Bézier avec laquelle il publia, en 1945, la première édition des *Méthodes modernes d'analyse quantitative minérale* qui a connu sept éditions successives et trois éditions étrangères en anglais, espagnol et russe.

G. Charlot se consacra ensuite aux réactions électrochimiques auxquelles il appliqua le même mode de pensée que pour les réactions chimiques : définir des grandeurs qui permettent de prévoir, de provoquer ou d'empêcher les réactions. Mais, ici, la cinétique joue un rôle fondamental. G. Charlot montra, par une généralisation de la polarographie, comment la notion de courbe intensité-potentiel à une électrode permettait de développer une systématique des réactions électrochimiques. Il envisagea ensuite tous les moyens pour déplacer ces courbes et agir ainsi sur le cours des réactions électrochimiques : pH, formation de complexes, nature de l'électrode, etc. Au moyen de cette systématique les méthodes électrochimiques d'analyse pouvaient être abor-



Photo 2 - Gaston Charlot s'entretient avec Lucien Vacher (à l'époque président de Kodak Pathé) lors de la réception, organisée à la Maison de la Chimie, à l'occasion de son élection à l'Académie des sciences (D.R.).

dées de façon logique, les titrages potentiométrique, ampérométriques, coulométriques mis au point d'une façon raisonnée. Les applications aux générateurs, à l'électrochimie préparative, en particulier dans les sels fondus, à l'électrochimie organique bénéficièrent largement de cette systématique. Ces idées furent rassemblées dans l'ouvrage *Les réactions électrochimiques. Les méthodes électrochimiques d'analyse*, (avec Mme J. Badoz et B. Trémillon) paru en 1959 et suivi de traductions en anglais, espagnol et japonais.

Un autre domaine traité par G. Charlot fut l'utilisation de solvants variés, y compris les sels fondus qui élargissent considérablement le champ d'action de la chimie. Abordé en 1947 puis en 1953, il fut repris avec des moyens importants à partir de 1957 : théorie des propriétés dans les mélanges de solvants, échelles d'acidité, réactions électrochimiques, etc. L'ensemble des théories qui découlèrent de ces recherches fut exposé en 1963 dans l'ouvrage *Réactions chimiques et électrochimiques dans les solvants* (avec B. Trémillon).

Au cours de ces années, la chimie analytique se développait dans les directions les plus diverses. Toutes ne purent évidemment être suivies. G. Charlot qui était parfaitement conscient des nécessités des technologies leur préférait cependant les idées générales et les raisonnements chimiques. Ceci explique que son

laboratoire s'intéressa peu à la chromatographie en phase gazeuse lorsqu'elle connut le développement que l'on sait à la fin des années cinquante. En revanche, la chromatographie d'échange d'ions avec ses raisonnements inspirés de la chimie des solutions fut largement traitée avec, en particulier, la mise au point de procédés de séparation d'isotopes stables qui fut une des grandes aventures du laboratoire entre 1960 et 1973. Cette fois, les développements que connaissait la chromatographie en phase liquide ne furent pas négligés et la recherche correspondante fut intégrée dans les activités du laboratoire de chimie analytique de PC.

De même, l'extraction liquide-liquide, héritière des recherches sur l'énergie nucléaire pendant la Seconde Guerre mondiale (projet Manhattan pour la réalisation des bombes nucléaires) fut largement traitée et conduisit à plusieurs procédés industriels.

G. Charlot défendit toute sa vie l'idée qu'une formation en chimie analytique allait infiniment plus loin que la simple mise au point de méthodes d'analyse chimique pour élégantes qu'elles soient. En fait, la plus importante application du mode de pensée analytique est la mise au point de la chimie de base des procédés industriels de séparation : celle des terres rares, l'extraction du gallium, du germanium, de l'uranium, du plutonium, le traitement des combustibles irradiés, le raffinage électrolytique de nombreux

métaux, l'amélioration des électrolyses industrielles sont quelques exemples particulièrement réussis de la mise en œuvre des conceptions de G. Charlot.

et aujourd'hui...

Les idées de G. Charlot, sa systématisation des réactions en solution ont creusé un sillon fertile. Le développement de l'informatique a permis de traiter, d'une manière quasi instantanée et sans approximation, tous les types de réactions en solution. De très nombreux procédés industriels bénéficient de cet apport³. La modélisation moléculaire s'intègre dans l'étude des réactions en solution ; encore très imparfaite dans la mesure où elle prend difficilement en compte les phénomènes de solvation, elle peut être mise en œuvre avec l'esprit de la chimie analytique ; une solide culture en chimie des solutions en fait alors un outil efficace.

La chromatographie en phase liquide, les électrophorèses utilisent souvent les modes de raisonnement de la chimie des solutions : que l'on pense à la séparation des terres rares par échange d'ions ou paires d'ions, effectuée avec une résolution «base line» en moins d'une heure, à celle des acides aminés et des produits apparentés (30 minutes), à la chromatographie ionique qui a révolutionné l'analyse des anions, etc. Un cours moderne de chromatographie en phase liquide fait largement appel aux calculs de la chimie des solutions dans l'esprit de G. Charlot. Il suffit de leur adjoindre la notion d'interaction hydrophobe.

Évidemment, la chimie analytique inorganique a beaucoup progressé, les méthodes instrumentales, la spectrométrie d'absorption atomique, la spectrométrie d'émission dans un plasma ont apporté la sélectivité et la sensibilité. Mais la préparation des échantillons en vue de leur analyse continue à faire largement

appel au raisonnement analytique.

Finalement, G. Charlot a développé une certaine manière d'aborder la chimie : prépondérance des idées générales, systématisation des raisonnements, recherche des analogies, le tout fondé sur une grande culture chimique (qui était immense chez lui) et sans oublier l'intuition.

Notes

- 1 Les parties entre guillemets sont issues de l'hommage à Gaston Charlot, Maison de la Chimie, 25 mai 1971, publié lors de la cérémonie donnée à la suite de son élection à l'Académie des Sciences, le 15 juin 1970.
- 2 Ce qui était d'autant plus extravagant que Brönsted était danois, qu'il avait publié la théorie qui porte son nom, simultanément avec Thomas Lowry, qui était anglais et, ce, en 1923.
- 3—On pourra consulter : R. Rosset, D. Bauer, J. Desbarres, Chimie analytique des solutions et informatique, 2e édition, Masson, Paris, 1991 qui traite du progiciel Tot et J. Coursier, R. Rosset, D. Bauer, Métallurgie extractive, Masson, Paris, 1986..

SFC

Division de Chimie Organique

JCO 95

JOURNEES de CHIMIE ORGANIQUE

Ecole Polytechnique - Palaiseau, France
12 au 15 Septembre 1995

Le programme comprendra dix conférences, des communications orales et par affiches.

JOURNEE PASTEUR : Mercredi 13 Septembre, sous le patronage de la Société Française de Biochimie et Biologie Moléculaire, la Société de Cristallographie et Minéralogie et la Société française de Chimie.

Inscriptions date limite : 30 Juin 1995

S'adresser à : JCO 95 ; Congrès Scientifiques Services
Mme C. IANNARELLI
2, Rue des Villarmins ; B P 124 ; 92 210 SAINT CLOUD ; France.
Tel. (33 1) 47 71 90 04 Fax (33 1) 47 71 90 05

Société Française de Chimie - Division de Chimie Organique - 250 rue Saint Jacques - 75005 Paris
Association loi 1901 reconnue d'utilité publique

EXTRAIT DU PROCÈS VERBAL DE LA SÉANCE DU 11 JANVIER 1895

(Soc. chim., 1895, 3e série, t. XIII, p. 102)

Rapport présenté au nom du conseil de la Société chimique, le 11 janvier 1895.

Messieurs, la souscription, entreprise sous vos auspices, dans le courant de l'année dernière, a produit une somme de 128,900 francs [...].

Les souscripteurs ont aussi exprimé le désir que la place réservée dans nos *Bulletins* aux travaux et comptes rendus de chimie industrielle ne soit pas restreinte à ce qu'elle est aujourd'hui. Votre conseil verra dans quelle mesure il lui sera possible de donner satisfaction à ce désir.

Vous savez, Messieurs, que votre président s'est adressé exclusivement aux industriels, dans l'appel qu'il a fait aux souscripteurs. Sauf une ou deux exceptions, les sommes recueillies proviennent de leur générosité seule. Ils ont donc répondu avec empressement à nos espérances, et nous leur devons un témoignage de vive reconnaissance que nous les prions de trouver à cette place.

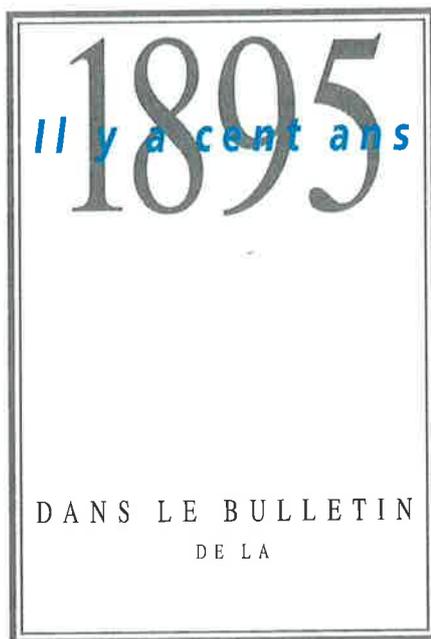
Votre conseil a décidé de convertir le capital souscrit en obligation de chemins de fer ; elles ont été acquises par le soin de votre président, à qui toutes les souscriptions avaient été versées, et remises entre les mains de votre trésorier.

Le capital, transformé en obligations, assure à notre société une rente annuelle de 4,175 francs. Nous avons atteint, ainsi, le résultat que nous désirions obtenir. C'est l'avenir assuré à notre société, mais à la condition, toutefois, que nos dépenses annuelles ne dépassent pas les limites actuelles et que nous nous gardions d'un entraînement provoqué par l'état moins obéré de notre situation ; car nous sommes loin encore d'être arrivés à la richesse. La prévoyance et la sagesse nous ordonnent de n'améliorer les conditions matérielles de notre *Bulletin*, ainsi que de sa rédaction, que proportionnellement aux nouvelles ressources provoquées par l'augmentation du nombre sans cesse croissant de nos collègues et des abonnements à notre publication.

Votre conseil obéit à un devoir de reconnaissance qu'il lui est bien doux de remplir, en rappelant que nos premiers souscripteurs ont été les industriels habitant notre chère Alsace, et dont les dons atteignent un total de près de 30,000 francs [...].

A. Scheurer-Kestner
Président de la Société chimique de Paris

RECHERCHES SUR LA STÉRILISATION DU LAIT ET LA FERMENTATION LACTIQUE ; PAR M. P. CAZENEUVE



(Soc. chim., 1895, 3e série, t. XIII, p. 502)

Il me paraît superflu d'insister longuement sur les avantages hygiéniques de stériliser le lait avant de le livrer à la consommation. Sa souillure possible par les microbes de la tuberculose, de la fièvre typhoïde, ou par les germes de la scarlatine, etc., le rôle modificateur chimique des microbes, dits saprophytes, qui altèrent sa nature, sont autant de motifs indiscutables qui tendent à généraliser sa stérilisation.

Depuis que les bactériologistes ont constaté la résistance relative des ferments lactiques ou autres à la température de 100°, la stérilisation à une température de 110-115° a paru s'imposer dans la pratique aux hygiénistes et aux chimistes. L'industrie, s'inspirant de ces données, a installé des appareils destinés à chauffer, sous pression, du lait enfermé dans des flacons appropriés, qu'on bouche avec du liège ou des rondelles de caoutchouc, maintenues par une armature métallique (Soxhlet, Dr Budin) [...].

Conclusion

1. S'il est vrai qu'une chauffe de 110° (Pasteur, Hueppe) pendant une demi-heure est nécessaire pour tuer le ferment lactique, une température de 98-100° pendant une heure souvent le détruit et dans tous les cas toujours l'atténue au point de le rendre stérile dans ce lait désoxygéné, et cela en opérant dans les conditions minutieuses exposées dans mon mémoire ; quant aux ferments pathogènes, ils sont d'ailleurs sûrement détruits.

2. Dans l'industrie, l'outillage que j'ai décrit permettant l'immersion complète dans l'eau bouillante des flacons à stériliser et facilitant la désoxygénation totale du lait et du récipient, assure ainsi sa conservation indéfinie, sans aucune saveur de rance et sans coagulation.

3. Le lait à 98-100° a des qualités digestives et nutritives absolument démontrées par l'observation clinique et l'expérimentation (Dr Rodet), au moins égales à celles du lait cru. Il a sur lui la supériorité bien connue de ne plus être le véhicule de certains microbes contagieux (Dr Budin, etc.).

Il a l'avantage sur le lait cuit à 110-120° de ne point jaunir et de ne point prendre un goût de brûlé ou de peptone si fréquemment rencontré dans les laits stérilisés à cette température.

4. Enfin, mes observations m'ont permis de constater que le ferment lactique paraît peu répandu dans l'air. La contamination du lait paraît avoir lieu surtout par le contact des objets souillés. Il de bonne recommandation, pour l'exploitation industrielle du lait stérilisé par ma méthode, de prescrire la propreté des récipients pour le transport, c'est-à-dire les lavages fréquents à l'eau chaude.

ESSAI DE NOMENCLATURE DE QUELQUES ISOMÈRES STÉRÉOCHIMIQUES ; PAR M. R. LESPIEAU.

(Soc. chim., 1895, 3e série, t. XIII, p. 105)

La nomenclature adoptée au Congrès de Genève indique par des chiffres la position des différentes fonctions présentées par un même corps. En adoptant pour écrire ces chiffres un ordre spécial, on peut sans complication différencier les isomères stéréochimiques dans un grand nombre de cas.

On sait que deux corps dont l'isomérisie tient à des dispositions différentes des mêmes radicaux autour d'un carbone asymétrique peuvent être représentés par deux formules planes différentes, si on admet que deux formules composés des mêmes groupes d'atomes ne représenteront pas le même corps quand il sera impossible d'amener ces deux formules à coïncider par de simples mouvements dans le plan.

Exemple, les deux glycols :



En fait, cela revient à distinguer la chaîne, ce qui est en-dessus et ce qui est en-dessous. Il est facile d'introduire cette distinction dans l'écriture : on indique la place des groupes par des chiffres, en numérotant d'abord les groupes situés en-dessus, puis ceux situés en-dessous et séparant les deux suites par une virgule.

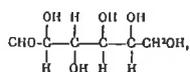
Le côté de la chaîne, par lequel on devra commencer, à déjà été fixé par le Congrès de Genève, il sera commode pour s'y reconnaître d'écrire toujours l'origine à gauche.

Quand il n'y a dans la molécule qu'un seul carbone asymétrique, la nomenclature n'offre aucune difficulté. Il suffira, si cela est utile,

d'indiquer le sens de la rotation de la lumière. Il n'en est plus de même dans le cas de carbones asymétriques multiples.

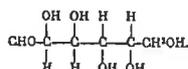
Prenons comme exemple le cas des sucres aldéhydiques en C⁶. Ils présentent une position alcoolique primaire CH²OH, appartenant à la chaîne. Pour plus de simplification, nous écrirons son numéro dans la première suite.

Le d.-glucose



devient l'hexanepentol-2456,3-al.

Le l.-mannose

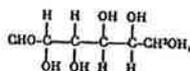


devient l'hexanepentol-236,45-al.

Les seize isomères se distinguent ainsi sans ambiguïté.

On reconnaîtra de suite les inverses optiques : en effet, leurs formules se déduisent l'une de l'autre dans le plan en prenant la symétrie de l'une par rapport à une droite ; par exemple, la droite sur laquelle est disposée la chaîne ; en d'autres termes, en permutant le dessus avec le dessous. Dans la notation indiquée, cela revient, sauf pour le n^o6, à permuter les deux séries.

C'est ainsi que l'inverse optique du l.-mannose-236,45 est le d.-mannose



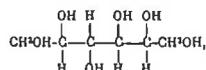
c'est-à-dire l'hexanepentol-456,23-al.

Si tous les OH étaient en-dessus, on mettrait la virgule à la fin

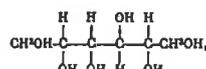
Hexane-pento 23456-al,

réservant l'absence de virgule pour le cas où l'on ne voudrait pas donner d'indication stéréochimique.

Quant aux rapports de dérivation de deux corps entre eux, ils ne sont pas très difficiles à suivre. Supposons, par exemple, qu'ayant hydrogéné du glucose, on tombe sur un alcool hexatomique ; cet alcool



sera l'hexanehexol-12456,3 en convenant, par exemple, que toute fonction placée dans la chaîne sera, pour simplifier, écrite comme si elle était en-dessus. Un légère difficulté se présente : les deux bouts de la chaîne deviennent identiques et l'on peut numéroter à partir de l'un comme de l'autre. Cet inconvénient ne provient pas de la convention proposée ici ; il est, d'ailleurs, très simple de s'y reconnaître. La formule précédente devient en la faisant tourner de 180° dans le plan



soit l'hexanehexol-146,235.

Or, ces deux hexanehexols sont identiques.

Supprimons dans les deux suites 12456,3 et 146,235 les nombres 1 et 6 relatifs aux extrémités, il reste 245,3 et 4,235 ; retournons la

deuxième et additionnons avec la première :

3,245

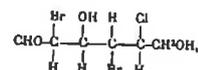
4,532

on trouve

7,777

les deux virgules doivent être dessous l'une de l'autre et la somme doit se composer uniquement de 7 (6+1). Cette condition est évidemment nécessaire et suffisante pour l'identité de deux composés de ce genre.

On peut ainsi se rappeler que l'hydrogénation des deux hexanepentolal-2456,3 et 46,235 (d.-glucose et d.-gulose) fournira le même hexanehexol ; il en serait de même pour les hexanepentolal 2356,4 et 3,2456 (l.-gulose et l.-glucose). Nous avons pris l'exemple des sucres en C⁶, afin d'avoir de nombreux termes de comparaison, mais il est évident que le procédé s'étend à tous les cas où les formules planes rendent compte de l'isomérisie avec les conventions rappelées au début. Le corps hypothétique



serait l'hexanechloro-5,-dibromo-2,4-diol-36,al.

Dans un récent mémoire sur les sucres, M. Fischer vient de proposer une nomenclature écrite des isomères stéréochimiques. C'est ce qui m'a poussé à publier cette note, conçue depuis longtemps, mais qui me semblait trop peu importante pour faire l'objet d'une communication détachée.

Le procédé indiqué ici me paraît un peu plus simple que celui de l'éminent savant et il a, en outre, l'avantage de se prêter à une nomenclature parlée dans les cas usuels.

SFC

Division Chimie du solide

Vth European Conference on Solid State Chemistry

Le Corum-Montpellier 4-7 septembre 1995

Cette Conférence se situe dans la continuation d'un cycle de conférences qui ont lieu tous les deux ans et permettent à la communauté des chimistes européens du solide de se retrouver et de faire l'état de l'art dans leur champ d'activité. Tous les domaines de la chimie du solide seront donc abordés, qu'ils concernent les aspects expérimentaux, théoriques ou appliqués. Deux types de communications seront présentées : 9 conférences plénières et des conférences de 20 minutes. Langue officielle : français (l'anglais pourra être utilisé).

Conférenciers pléniers : Jan Otto Carlson (Upsal, Suède), Stephen R. Elliot (Cambridge, Royaume-Uni), Arne Kjekshus (Oslo, Norvège), Philipp Gülich (Mayence, Allemagne), Rüdiger Kniep (Darmstadt, Allemagne), Arndt Simon (Stuttgart, Allemagne), Clément Sanchez (Paris), Bernard Raveau (Caen), Claude Delmas (Bordeaux).

Une exposition de matériels, équipements, publications est prévue.

Renseignements : Secrétariat «Vth European Conference on Solid State Chemistry», Réf. : H 373, Laboratoire de physicochimie des matériaux solides, Université de Montpellier II, CC003, 2, place E. Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 5. Tél. : 67.14.33.43. Fax : 67.14.42.90.

Radiation and radioactivity on earth and Beyond

Y. G. Draganic, Z. D. Draganic, J.-P. Adloff
CRC Press 1993, 2e édition, 349 p.

La seconde édition, mise à jour, de cet excellent livre, dont on souhaiterait une édition française, est l'occasion de le faire connaître. Il s'agit d'un ouvrage de caractère trop rare destiné à un public voulant être informé de faits et théories scientifiques, mais n'ayant soit ni le temps d'en assimiler les démonstrations, soit même n'en ayant pas la capacité.

L'esprit du livre rappelle celui du "Source Book on Atomic Energy" écrit dans les années 50, par Glasstone, pour fournir aux membres du Congrès américain de solides bases pour comprendre les problèmes nucléaires qui leur seraient soumis, mais où de nombreux scientifiques ont trouvé une mine de renseignements précieuse et une introduction à des domaines de la science nouveaux pour eux.

Les dix chapitres du livre sont à peu près de même longueur. Le premier est un vivant historique, conduisant des idées et expériences des pionniers tels que Becquerel, les Curie, Hahn et beaucoup d'autres, à la production d'électricité - dont le volume est donné pour l'année 1991 - et aux rôles des commissions définissant les normes de radiation tolérables. Vient ensuite un chapitre très clair sur la structure de la matière, où l'on trouve, bien définies, les particules élémentaires et leurs propriétés ; ceci est particulièrement bienvenu car il est difficile de les trouver rassemblées. Les dénominations, durées de vie, charges, modes de formation figurent ici dans des tableaux où l'on trouve les quarks, sans que les propriétés, plus connues, des protons et des neutrons soient, pour autant, passées sous silence.

La suite du livre, avec la même qualité d'exposition, a le mérite de présenter les phénomènes dans leurs aspects chimiques, beaucoup trop souvent négligés. Ainsi l'interaction du rayonnement et de la matière est-elle étudiée en montrant les transformations subies par celle-ci, alors que beaucoup d'ouvrages se contentent, sous ce titre, de traiter de l'affaiblissement des rayonnements.

La partie la plus passionnante du livre est alors l'exposé de la naissance de l'univers, de la nucléosynthèse, des rayonnements cosmiques, suivi des chapitres sur la matière interstellaire et interplanétaire, et sur la terre primitive et contemporaine. Beaucoup de lecteurs apprendront, sans doute avec surprise, que 90 pour cent de la masse de l'univers est cachée sous une forme encore à découvrir.

On notera l'humour avec lequel les auteurs renvoient à Saint Augustin pour répondre à la question : qu'y avait-il avant le big bang ? On trouvera une intéressante étude du phénomène d'Oklo, qui consiste en l'entretien spontané de réactions nucléaires en chaîne s'étant produit, il y a deux milliards d'années, dans le gisement d'uranium d'Oklo au Gabon. Mais l'estimation des auteurs quant au nombre de sites semblables qu'il y a pu avoir, cent millions ! est discutable. D'une part, elle est établie à partir de la possibilité que un pour mille de l'uranium ait à un moment donné subi la fission, alors que, par exemple, nos mesures conduisent à une proportion de un pour dix mille, au plus. Mais surtout elle n'évalue pas la probabilité que les conditions nécessaires au démarrage de ces réactions soient réunies, probabilité certainement extrêmement faible. C'est là une remarque critique exceptionnelle sur le contenu de ce livre.

On trouve, enfin, clairement exposés les principes et les schémas des réacteurs nucléaires, et aussi des bombes, qu'ils ou qu'elles utilisent la fission ou la fusion des noyaux.

Les problèmes liés au fonctionnement des réacteurs, ou plutôt à leurs accidents sont abordés, ainsi que ceux du stockage des déchets. Les conséquences de l'accident de Tchernobyl sont analysées. Les effets de l'emploi d'armes nucléaires sont estimés. Finalement les perspectives de production d'énergie par les diverses voies de la fusion contrôlée sont décrites.

En résumé, ce livre, dont la réputation des auteurs n'est plus à faire, tant les travaux du professeur Adloff que ceux d'Yvan Draganic sont connus internationalement, est un tour de force réussi pour rendre accessible, à un public comprenant aussi bien des chercheurs chevronnés que des passionnés de culture générale, les conceptions actuelles de la matière et de l'univers. De plus, c'est une source rare de données chiffrées, récentes, dans les domaines abordés. Enfin, le fait que les auteurs soient chimistes donne à l'exposé un éclairage qui renouvellera, peut-être, la perception des phénomènes de certains lecteurs.

Étienne Roth

Highlights of chemistry as mirrored in Helvetica Chimica Acta

M. V. Kisakürek, E. Heilbronner
Ed. Verlag Helvetica Chimica Acta, Bâle, 1994

Ce livre de 985 pages est une compilation d'articles chimiques ayant été publiés dans *Helvetica Chimica Acta* depuis sa parution en 1917.

Après un historique sur la revue, les articles sont classés selon 13 thèmes : la chimie de coordina-

tion, les structures et mécanismes, les alcaloïdes, les caroténoïdes, les arômes, les colorants, les carbohydrates, les stéroïdes, les vitamines, les triterpènes, la chimie physique, la photochimie, la chimie structurale.

Même si tous les articles parus sur ces différents thèmes ne peuvent pas figurer dans ce livre, il me semble que certains articles fondamentaux auraient dû être retenus. Les critères de sélection n'ont pas été expliqués et semblent être très aléatoires, ce qui laisse un sentiment désagréable au lecteur.

Peut-être ce livre sera-t-il utile aux historiens de la chimie suisse et internationale ?

On peut cependant douter que les bibliothèques et les chercheurs le jugeront indispensable, car seules des informations partielles, sur des sujets généraux ou des sujets pointus, sont données dans ce livre.

J. Cossy

Organic Reaction Mechanisms. 1992

sous la direction de A.C. Knipe, W.E. Watts
John Wiley & Sons, Chichester, 1994, 634 p.

Ce volume est le vingt-huitième de la série et couvre la recherche dans le domaine de mécanismes réactionnels de décembre 1991 à novembre 1992. Il comprend quinze chapitres traitant de différents types de réactions (réactions radicalaires, substitutions nucléophiles, oxydation et réduction, éliminations et additions, etc.) ainsi que de différentes sortes d'intermédiaires réactifs (carbènes et nitrenes, carbocations, carbanions, etc.). Le chapitre traitant des réarrangements moléculaires (réarrangements sigmatropiques, réactions électrocycliques, etc.) occupe une place importante (134 p.).

Afin de limiter la taille de ce volume, certains sujets traités dans des revues spécialisées ont été exclus. Il s'agit, par exemple, des réactions photochimiques, de la chimie organométallique, de la catalyse hétérogène ou de la chimie de surface.

Deux index par auteur et par sujet complètent cet ouvrage et permettent de localiser rapidement un point d'intérêt dans tel ou tel domaine.

Avec le nombre de plus en plus croissant de publications concernant les mécanismes des réactions organiques, c'est une vraie aubaine pour le chercheur dans ce domaine de disposer d'une revue annuelle aussi sérieuse et documentée que l'est *Organic Reactions Mechanisms*.

I. Hanna

La polymérisation. Principes et applications

George Odian, traduction : E. Franta
 relié, 848 p., 850 F
 Polytechnica, Paris, 1994

Comment réaliser un édifice macromoléculaire, quelles molécules utiliser, quelles voies de synthèse, quelles structures attendues, quelles conséquences sur les propriétés chimiques, physiques et mécaniques du matériau d'usage ? Voici quelques grandes questions abordées dans le détail par George Odian dans cet ouvrage de synthèse.

Ce livre, qui n'est certes plus à présenter dans le domaine des polymères, est la traduction française de l'"Odian", ou plus exactement de la 3e édition américaine de "Principles of polymerization" publié en 1991.

Il s'adresse, comme le définit l'auteur, "aussi bien au chimiste sans aucune formation dans le domaine des polymères qu'au chimiste polymériste expérimenté" et cet objectif est parfaitement atteint dans la mesure où la présentation et l'organisation des différents chapitres permet de satisfaire un très large auditoire quel que soit le niveau d'information recherché.

Le 1er chapitre permet d'initier le lecteur non averti aux polymères par une présentation générale des différentes méthodes de synthèse et des paramètres clés (masse molaire, distribution, état physique des polymères) en insistant sur la relation essentielle synthèse-structure-propriétés ultimes du matériau. Les rappels de nomenclature d'usage ou recommandés par l'IUPAC intéresseront l'ensemble des lecteurs.

Les chapitres 2, 3 et 5 sont consacrés, respectivement, à une étude exhaustive des réactions de polycondensation, polymérisation radicalaire en chaîne et polymérisation ionique en chaîne. Les mécanismes réactionnels sont présentés sous les angles de la cinétique et de la thermodynamique en passant en revue les différentes réactions concurrentes, les structures et la distribution des masses molaires, les procédés de mise en œuvre, les grands polymères industriels et leurs applications ainsi que les développements récents et futurs.

Le chapitre 4 (20 pages), présentant la polymérisation en émulsion, ne se justifie peut-être pas en temps que tel dans la mesure où il s'agit essentiellement d'une extension des techniques de mise en œuvre de la polymérisation radicalaire présentées et que ce procédé, intéressant d'un point de vue technologique, n'est pas discuté dans un cadre suffisamment large

en abordant par exemple le cas de la copolymérisation.

En raison de la diversité et de l'importance des structures envisageables par copolymérisation, cette technique est traitée séparément au chapitre 6. Après une présentation des équations de copolymérisation donnant accès aux rapports de réactivité des monomères, l'influence des conditions expérimentales (température, pression, effets stériques, effets polaires, nature du contre-ion...) est largement approfondie dans le cadre des mécanismes radicalaires, cationique ou anionique.

Si les chapitres précédents traitent essentiellement de la polymérisation en chaîne des alcènes, une revue détaillée de la polymérisation par ouverture de cycle est donnée au chapitre 7.

Le chapitre 8 présente, quant à lui, la stéréochimie de la polymérisation avec les différents types de stéréoisomérisation et les propriétés particulières des polymères stéréoréguliers. Une large part de ce chapitre est bien entendu consacrée à la polymérisation Ziegler-Natta compte tenu de son importance dans le développement actuel des polymères stéréoréguliers.

Enfin, le chapitre 9 présente les réactions sur polymères (réticulation, modification chimique...), ce qui permet d'élargir encore la gamme et les voies d'accès aux structures macromoléculaires.

D'une manière générale, il s'agit d'un ouvrage remarquablement structuré et complet bien que certains spécialistes pourront toujours lui reprocher de ne pas aller assez loin dans leur spécialité. Cette version française d'un best-seller sur les polymères aux États-Unis, renferme de plus une bibliographie conséquente (plus de 2 000 références jusqu'à fin 90) qui devrait satisfaire un très large public (étudiants, enseignants, chercheurs...) et susciter leur créativité. A noter, enfin, pour les étudiants (ou les enseignants), la présence de problèmes sélectionnés à la fin de chaque chapitre. Pour les solutions, contacter directement l'auteur.

D. Hourdet

Practical Surface Analysis - (2nd edition)

- Vol. 1 : Auger and X-ray. Photo-electron
 - Vol. 2 : Spectroscopy

sous la direction de D. Briggs, M. P. Seah
 Willey Sons et Salle +Sannerländer, 1994

Ce livre est la seconde édition d'un ouvrage qui a connu un réel succès lors de sa parution en

1983, réédité à quatre reprises et traduit en japonais et en russe. Cette seconde édition a été suscitée par l'évolution rapide des techniques physiques d'analyse des surfaces et l'ouvrage, initialement publié en un volume, est réédité en deux volumes dont la liste des chapitres est reproduite ici.

La nouvelle édition est sans doute destinée à devenir, comme la première, un classique de tous les laboratoires intéressés aux surfaces solides, l'index des sujets traités est remarquablement détaillé ce qui en facilitera beaucoup l'usage, on regrettera que, dans un domaine en évolution aussi rapide et sans doute pour des contraintes d'édition, la bibliographie ait été en fait arrêtée (au mieux) à 1990. Les chapitres ont l'intitulé suivant :

Vol I :

- A Perspective on the Analysis of Surfaces and Interfaces : M.P. Seah et D. Briggs.
- Instrumentation : J.C. Rivière.
- Spectral Interpretation : D. Briggs, J.C. Rivière.
- Dept Profile in AES and XPS : S. Hofmann.
- Quantification of AES and XPS : M.P. Seah.
- Application of AES in Microelectronics : D. W. Harris et R.S. Nowicki.
- AES in Metallurgy : M.P. Seah.
- Application of Electron Spectroscopy to Heterogeneous Catalysis : T.L. Barr.
- Application of XPS in Polymer Technology : D. Briggs.
- Uses of Auger Electron and Photoelectron Spectroscopies in Corrosion Science, N.S. McIntyre et T.C. Chan.

Vol II :

- An Historical perspective : M.P. Seah et D. Briggs.
- Instrumentation for Secondary Ion Mass Spectrometry : O. Ganschow, R. Jede et U. Kaiser.
- Theorie of Sputter Depth Profiling K. Vittmarck.
- Quantitative Analysis Using Sputtering Techniques, Secondary Ion and Sputtered Neutral Mass Spectrometry : P. Williams.
- Dynamic SIMS and its Application in Microelectronics : M. Dowsett et E.A. Clark.
- Static SIMS : Surface Analysis of Inorganic Materials : J.C. Vickerman.
- Static SIMS : Surface Analysis of Organic Materials : D. Briggs.
- Sputtered Neutral Mass Spectrometry : U. Ganschow, R. Jede et U. Kaiser.
- Ion Scattering Spectroscopic Techniques : H. Niehus.
- Medium Energy Ion Scattering : R. Tromp.

J.-B. Donnet

LIVRES PARUS

Dictionary of organometallic compounds

2e édition, 5 vol.

Relié, 6 200 p.

Chapman and Hall, Londres, 1994

Guide de la chimie internationale

Édition 1994-1995

Relié, 1 100 p., 850 F

Chimedit, Paris, 1994

France-Peinture

Édition 1995-1996

Cartonné, 600 p., 260 F

CEPP Publications, Paris, 1994

Annuaire de la recherche biomédicale 1994

4e édition, 650 F (prix étudiant : 275 F)

Elsevier, Paris, 1994

Annuaire des prestataires de services en environnementsous la direction de O. Conchou, B. Patin
528 p., 390 F

Victoires-Éditions, Paris, 1994

Histoire du développement de la biologie

par H. C. D. de Wit

3 vol., 396 FS

Presses Polytechniques et Universitaires
Romandes, Lausanne, 1994**Carotenoids. Vol.1A : Isolation and Analysis,****vol.1B : Spectroscopy**

par G. Britton, S. Liaaen-Jensen,

H. P. Pfander

Relié, 1A : 368 p., 598 F, 1B : relié, 384 p.

598 F, 1A + 1B : 998 F

Birkhäuser, Bâle, 1994

Il y a 200 ans Lavoisier (Actes du colloque, mai 1994)

Broché, 352 p., 340 F

Tec et Doc Lavoisier, Paris 1995

La théorie des groupes en physique et chimie quantiques

par Jean Hladik

(Collection enseignement de la chimie)

Broché, 296 p., 180 F

Masson, Paris, 1995

Chimie organique

par Christian Arnaud

(Collection des mémo-guides)

Broché, 144 p., 96 F

Masson, Paris, 1995

Précis de corrosion

par J.-J. Lamoureux

(Collection sciences des matériaux)

Broché, 240 p., 180 F

Masson, Paris, 1994

Algebraic theory of molecules

par F. Iachello, R.D. Levine

Relié, 261 p.

Oxford University Press, New York, 1995

La pollution des milieux aquatiques

par D. Gaujous

(Aide mémoire, 2e édition)

Broché, 224 p., 250 F

Tech et Doc Lavoisier, Paris, 1995

Tables of intensities for the calibration of infrared spectroscopic measurements in the liquid phase

sous la direction de J.E. Bertie, C.D.

Keefe, R.N. Jones

(IUPAC, Chemical data series n°40)

Relié, 271 p.

Blackwell science, 1995

Calorimetry and thermal analysis of polymers

sous la direction de V.B.F. Mathot

Relié, 377 p., 148 DM

Carl Hanser Verlag, Munich, 1994

Isopentenoids and other natural products.**Evolution and function**

sous la direction de W.D. Nes

(ACS symposium series n°562)

Relié, 257 p., 69,95 \$

American Chemical Society, Washington,
1994**Formulation and delivery of proteins and peptides**

sous la direction de J.L. Cleland

(ACS symposium series n°567)

Relié, 376 p., 89,95 \$

American Chemical Society, Washington,
1994**Environmental epidemiology. Effects of environmental chemicals on human health**

sous la direction de W.M. Draper

(Advances in chemistry series n°241)

Relié: 79,9 \$, broché : 49,95 \$, 272 p.

American Chemical Society, Washington,
1994**Molecular and biomolecular electronics**

sous la direction de R.R. Birge

(Advances in chemistry series n°240)

Relié, 608 p., 139,95 \$

American Chemical Society, Washington,
1994**Foams. Fundamentals and applications in the petroleum industry**

sous la direction de L.L. Schramm

(Advance in chemistry series n°242)

Relié, 568 p., 129,95 \$

American Chemical Society, Washington,
1994**Modern electroorganic chemistry**

par D. Kyriacou

Relié, 238 p., 98 DM

Springer-Verlag, Heidelberg, 1994

Analytical supercritical fluid extractionpar M. D. Luque de Castro, M. Valcarcel,
M.T. Tena

Relié, 330 p., 148 DM

Springer-Verlag, Heidelberg, 1994

The practice of peptide synthesis

par M. Bodanszky, A. Bodanszky

broché, 235 p., 72 DM

Springer-Verlag, Heidelberg, 1994

Die Chemische Industrie und ihre Helfer 1994/95

Broché, 538 p., 72 DM

Industrieschau-Verlag, Berlin

Polymer fractionation

par F. Francuskiewicz

Relié, 226 p., 98 DM

Springer-Verlag, Heidelberg, 1994

Introduction à la mécanique des polymères

sous la direction de C. G'sell, J.M. Haudin

436 p., 300 F

Apollor, École des mines, Nancy

La levure dans les industries alimentaires

par H. Heslot, B. Vladescu

64 p., 180 F

Tech et Doc Lavoisier, Paris, 1994

Safety management systems

par l'European Process Safety Centre

Broché, 45 p., 28 £

IChemE Book Sales, Rugby, 1994

Waste minimization. A practical guide

par B. Crittenden, S. Kolazkowi

Relié, 90 p., 32,50 £

IChemE Book Sales, Rugby, 1994

Guidelines for evaluating the consequences of vapour cloud explosions and BLEVEs

Relié, 500 p., 140 £

IChemE Book Sales, Rugby, 1994

Erratum

Dans notre numéro de janvier-février 1995, p. 61 (SFC 94, Journée «Jeunes»), la photo n° 2 est celle de A.F. Fischli, non celle de R. Darms, comme nous l'avons indiqué par erreur.



Activités de la Société Française de Chimie

Assemblée générale

jeudi 29 juin 1995
9 h 30

Maison de la Chimie
28, rue Saint-Dominique,
75007 Paris.

- Vote pour le remplacement des postes d'administrateurs de 9 h 30 à 10 h 15.
- Dépouillement des votes.
- Conférence de Mme Andrée Marquet :
Les anticorps catalytiques, de 10 h 30 à 11 h 30.
- Rapport moral du Président.
- Présentation des comptes 1994 pour approbation par l'Assemblée.
- Vote des résolutions.
- Proclamation du résultat du scrutin.
- Questions diverses.

COMPTES DE L'EXERCICE 1994

Rapport du trésorier

Compte de résultat

L'année 1994 s'est achevée sur une perte globale de F 1 184 341,68, s'analysant comme suit :

a) Une perte exceptionnelle de F 607 681,00 correspondant à la majeure partie des indemnités de licenciement versées au cours de l'exercice à 3 personnes licenciées, non inscrite au compte d'exploitation parce que financée par prélèvement sur la dotation, approuvé par notre Assemblée générale le 13/10/1993 et autorisé par l'arrêté du Préfet de Paris du 6/01/94 - une première tranche ayant été utilisée en 1993 pour F 392 319.

b) Une perte d'exploitation de F 576 660,68, bonifiée à hauteur de F 546 548,10 par les plus-values réalisées à titre exceptionnel sur des ventes de titres de notre portefeuille, la ramenant à la perte d'exploitation consolidée de l'exercice, soit F 30 112,38 figurant à notre compte d'exploitation. Cette dernière résulte d'une perte d'exploitation du siège de F 191 212,32 et d'un profit des unités périphériques de F 161 099,94, intégrant les allocations du siège à hauteur de F 250 842, hors «SFC 94».

Cette perte d'exploitation courante de F 576 660,68 est légèrement inférieure à celle de l'an dernier s'élevant à F 584 734,47.

Cette amélioration peut s'analyser comme suit en se reportant au compte de résultat analytique :

Fonctionnement

- 269 519,77 contre - 363 093,61 :
amélioration F 93 573,84 hors plus-value

L'Actualité Chimique

- 354 488,38 contre - 555 443,30 :
amélioration F 200 654,92
(suite à la mise en place du contrat Dunod)

SFC Info

- 351 810,04 contre - 384 659,45 :
amélioration F 32 849,41
auxquels s'ajoute 65 566,27 x 2 = 163 981,95,
suite à une dépense afférente à l'exercice

précédent, non pris en compte l'an dernier.

BSCF

gain de + 578 264,66 contre + 633 002,61 :
soit sensiblement équivalent en tenant compte des frais de secrétariat de 1993, pris en charge sur l'exercice 1994.

JCP

gain de + 89 361,96 contre - 15 877,68 :
amélioration de F 105 239,64

JCR

gain de + 198 518,09 contre + 205 120,58 :
diminution de F 6 602,49

Analisis

gain de + 34 101,59 contre - 8 456,49 :
amélioration de F 42 558,08

Animations scientifiques

- 185 920,20 contre + 240 360,70 : diminution de F 426 340,90, ramenée à F 226 340,90 par la reprise sur 1994 d'une provision pour subvention à recevoir passée en 1993, écriture qu'il a fallu contrepasser, cette promesse de subvention ayant été annulée ultérieurement.

Résultat des unités périphériques

Au siège F 476 208,33 contre F 477 791,07 :
amélioration de F 1 582,74, (hors «SFC 94»),
au niveau local F 161 099,94 contre
F 142 103,24 : amélioration de F 18 996,70.

A. Les charges

Leur montant global s'élève à F 9 258 225,87 en augmentation de 3 % sur l'an passé, comportant :

- 1) Le fonctionnement général pour.....
..... F 2 525 174,82
en diminution de 13 %, essentiellement due à celle de la masse salariale.

- 1) L'Actualité Chimique pour.....
..... F 1 515 181,58
dont il faut déduire une dépense de F 64 788,16 afférente à l'exercice précédent, ce qui le ramène au niveau de 1993.

- 3) SFC Info pour..... F 367 789,24
en légère régression sur 1993, soit 4,4 %.

- 4) Le Bulletin de la Société Chimique de France pour..... F 389 318,30
en sensible augmentation du fait de la prise en

charge de frais de secrétariat pour le rédacteur en chef couvrant les exercices 1993 et 1994.

- 5) *Le Journal de Chimie physique* pour F 221 946,64 en diminution sensible du fait de la réduction du nombre d'abonnés, d'économies réalisées sur les frais de personnel, mais aussi de la correction d'une légère erreur intervenue en 1993 sur l'imputation des règles d'affectations forfaitaires d'une quote-part, des frais généraux.
- 6) le *Journal of Chemical Research* pour..... F 63 188,49
- 7) *Analisis* pour..... F 116 229,23
- 8) Le congrès «SFC 94» à Lyon, en septembre, pour..... F 1 900 383,19 qui a eu un grand succès au plan scientifique et dont le résultat financier est pratiquement équilibré en faisant abstraction des frais de personnel du siège et des frais généraux afférents, inclus dans ces comptes, soit respectivement F 73 857,33 et F 43 899.
- 9) Les autres animations scientifiques pour F 64 777,67 correspondant à diverses petites manifestations (formulation, microscopie).
- 10) Les dépenses du siège pour les unités périphériques pour..... F 495 864,89
- 11) Les dépenses des unités périphériques pour..... F 1 598 371,82 engagées et payées par elles, incluant en particulier la manifestation de Nancy «First European Conference on Computational Chemistry» organisée par la division Chimie physique en mai pour un montant de F 637 460,29 auxquelles il y a lieu de rajouter cette année celles prises en compte dans «SFC 94» soit F 279 275,69.

B. Les produits

Leur montant global (hors reprise sur dotation pour financer les indemnités de licenciement versées en 1994 s'élevant à F 607 681,00) est de..... F 9 228 113,49

En progression de 7,5 % sur 1993, en provenance de celles :

- des cotisations et abonnements : 3 %
- des redevances éditeurs, liée à la mise en place du contrat avec Dunod : 27 %
- des produits financiers, du fait des plus-values issues de la vente des titres : 49 %
- des recettes des divisions, essentiellement dues à la manifestation de Nancy de la division Chimie physique, précitée.

La répartition de nos principaux produits est la suivante :

- cotisations

F 1 518 200,00	soit 16,40 %
- abonnements à <i>L'Actualité Chimique</i> et de nos membres aux autres revues	
F 1.190 809,23	soit 12,50 %
- redevances perçues des éditeurs	
F 1.468 040,05	soit 15,80 %
- inscriptions aux manifestations scientifiques (SFC 94 + petits colloques)	
F 828 675, 41	soit 9,00 %
- Soutiens divers (essentiellement les subventions reçues pour SFC 94)	
F 1 081 263,41	soit 11,70 %
- produits financiers	
F 1 268 261,28	soit 13,70 %
- produits des sections régionales	
F 532 845,06	soit 5,80 %
- produits des divisions	
F 1 226 626,70	soit 13,30 %
(y compris la manifestation de Nancy pour F 719 070,21).	

Voici quelques précisions concernant ces diverses rubriques :

1) A la fin de l'exercice, le nombre des membres s'élève à respectivement 5205 dont 1578 jeunes contre 4687 et 1273 à fin 1993. Malgré cette belle progression depuis quelques années, le recrutement de nouveaux membres doit rester le souci de chacun.

2) Le nombre d'abonnés est respectivement pour nos 5 revues :

- <i>L'Actualité Chimique</i>	1429 contre 1463 en 1993
- <i>BSCF</i>	893 contre 947 en 1993
- <i>JCP</i>	383 contre 433 en 1993
- <i>Analisis</i>	701 contre 757 en 1993
- <i>JCR</i>	57 contre 66 en 1993

Malgré l'amélioration certaine de toutes nos publications elles continuent toutes à perdre des abonnés.

3) Divers postes sont en augmentation significatives par rapport à l'exercice précédent : voici quelques commentaires à ce sujet :

- Les recettes de *L'Actualité Chimique* sont en hausse sensible mais cela est dû à une situation particulière de l'exercice 1994 : exceptionnellement, le contrat avec Dunod ayant été mis en application au début de 1994, nous avons perçu les abonnements mais ceux-ci ont été reversés à Dunod, qui nous a versé une redevance de 10 % sur leur montant, en 1995, nous n'avons plus en recettes que les abonnements de nos membres, en application du nouveau contrat.

- Les recettes de *Analisis* sont en progression du fait d'une légère augmentation du nombre des abonnés membres, liée à celle du prix de l'abonnement, d'une quote-part du résultat de F 19 255 versée par le GAMS au titre de

l'exercice 1993 d'un produit exceptionnel de F 15 000,00.

- Les recettes des divisions sont majorées de celle de la division Chimie physique à Nancy, pour un montant de F 719 070, 21 dont F 260 258,54 de subvention.

4) Le congrès «SFC 94» à Lyon nous a apporté un montant de recettes substantiels s'élevant à F 1 716 493,17

dont au titre des inscriptions = F 749 279,75
au titre des subventions = F 966 863,41

5) Les produits financiers ont bondi à F 1 268 261,28 dont pour les seules plus-values F 546 548,10.

Les plus-values latentes dont nous disposons, ont pu être concrétisées lors de la vente de titres, réalisée pour effectuer le prélèvement autorisé sur la dotation afin de financer les indemnités de licenciement, elles ont ainsi largement contribué à financer le déficit réel de l'exercice qui ne reflète pas la situation actuelle de l'Association en année courante. Cette ressource est ponctuelle et ne peut pas se reproduire à l'avenir, sauf processus similaire.

Bilan

Le montant global du bilan en fin d'exercice s'élève à..... F 19 780 816,56 en augmentation de 2 % soit : F 395 615,31 provenant de :

la perte de l'exercice = F 191 212,32
les indemnités de licenciements versées en 1994 = F 607 681,00

contrebalancées par :
la majoration de la dotation au titre de l'exercice précédent :..... F 41 669,00
des provisions pour risques..... F 73 698,08
des dettes..... F 1 060 414,21

La provision pour frais des unités périphériques représentent les soldes créditeurs des comptes bancaires des unités périphériques, éventuellement majorés des placements de trésorerie effectués directement par celles-ci et minorés des provisions pour charges à payer est en progression de F 23 698,08 s'élevant à F 1 119 496,71 ; il serait souhaitable que les détenteurs de réserve importante eu égard au volume habituel de leurs dépenses annuelles, tirent sur leurs comptes bancaires, pour les ramener à des montants plus raisonnables, de préférence à appeler au siège le montant de l'allocation annuelle attribuée selon les règles en vigueur.

L. Cahuzac
Trésorier

COMpte DE RÉSULTAT DE L'EXERCICE 1994

Budget 1995

Ce budget, détaillé ci-dessous, présente un résultat positif de 185 kF, qui tranche avec les années précédentes. Cette amélioration est imputable essentiellement à la réduction drastique de la masse salariale due aux licenciements intervenus en 1993 et 1994. On y ajoutera l'amélioration du résultat de L'Actualité Chimique obtenue par des mesures volontaristes.

	Exercice clos le 31/12/94	Exercice clos le 31/12/93	Exercice clos le 31/12/94	Exercice clos le 31/12/93
CHARGES				
ACHATS DE PAPIER	508 347,66	31 714,00	1 518 200,00	1 462 400,00
COMPOSITION IMPRESSION REVUES	1 180 070,07	610 303,14	1 190 809,23	1 168 124,00
ACHATS DE PERSONNEL	3 050 406,35	438 259,76	1 466 040,05	1 157 777,35
FRAIS DE PLACEMENTS, RECEPTIONS	302 363,03	3 203 241,72	28 479,20	41 540,17
FRAIS DE DEPLACEMENTS	624 264,42	247 719,24	26 447,40	139 418,27
FRAIS DE SECRETARIAT	58 887,60	358 612,63	1 341 521,95	253 579,97
CHARGES DE L'IMMEUBLE	41 200,00	178 901,82	1 287 467,08	1 791 774,45
GRANDS PRIX DE LA SFC	9 723,15	40 000,00	1 268 261,28	851 874,69
ASSEMBLEE GENERALE	446 717,69	207 020,04	58 465,75	225 406,64
DOTATIONS VERSEES AUX DIVISIONS + FRAIS	63 400,00	75 000,00	507 556,49	543 294,89
DOTATIONS VERSEES AUX SECTIONS REGION	524 218,18	705 208,14	532 845,06	822 827,60
CHARGES LIEES AUX DIVISIONS	438 693,35	505 118,20		
CHARGES LIEES AUX SECTIONS REGIONALES	194 917,59			
CLUB DES JEUNES (LYON)	30 147,54			
PROMOTION	10 000,00			
PRIX DES OLYMPIADES	274 034,27	10 000,00		
CHARGES EXCEPTIONNELLES	1 242 508,50	263 425,82	30 112,38	418 142,09
FRAIS DE MANIFESTATIONS	95 590,75	1 719 182,45		
DOTATIONS AUX AMORTISSEMENTS	50 000,00	83 155,05		
DOTATIONS AUX PROVISIONS	50 000,00	80 000,00		
PRIX DES DIVISIONS	93 755,72	80 000,00		
TOTAL	9 258 225,87	8 595 842,31	9 228 113,49	8 996 842,31

BUDGET 1995

DESIGNATION	FONCTIONNEMENT GENERAL	L'ACTUALITE CHIMIQUE	SFC INFO	BULLETIN DE LA S.F.C.	JOURNAL DE CHIMIE PHYSIQUE	JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH	ANALYSIS	RÉSULTATS DES ENTITES PERIPHERIQUES	TOTAUX SIEGE	RÉSULTATS LOCAL DES ENTITES PERIPHERIQUES	TOTAUX CONSOLIDES
CHARGES											
PAPIER			96						136		136
COMPOSITIONS IMPRESSION DIVERSES	20	20			100	45	127		1 048		1 048
ACHATS DE REVUES	1 096	546	126	230	113	14			1 865		1 865
TRAITEMENTS ET SALAIRES	97	516							97		97
HONORAIRES DIVERS	130								50		50
FRAIS DE PROCEDURES ETZIES	400	10			10	10			150		150
FRAIS DE DEPLACEMENT, RECEPTIONS	280	10		50					470		470
FRAIS DE SECRETARIAT	108								280		280
MATERIEL MOBILIER AMORTISSEMENTS									108		108
ASSEMBLEES GENERALES ET CONSEILS											
DELEGATIONS											
DIVISIONS : DOTATIONS ET FRAIS DIVERS								250	250		250
CLUBS DES JEUNES	40							20	20		20
PRIX DES DIVISIONS ET GRANDS PRIX	10							90	130		130
PRIX DES OLYMPIADES									10		10
FRAIS DE COLLOQUES		35							35		35
PROMOTION								100	100		100
SECTIONS REGIONALES : DOTATIONS											
PROVISIONS RAVALEMENTS IMMEUBLE	26								26		26
CHARGES EXCEPTIONNELLES	317	167	42	53	42	13					
FRAIS GENERAUX REPARTIS		110	110								
COMPENSATION			374	333	265	82	127	460	4 775		4 775
TOTAL :	1 940	1 194	374	333	265	82	127	460	4 775	4 775	4 775
PRODUITS											
COTISATIONS	1 286	546		230	100	45	127	350	1 636		1 636
ABONNEMENTS		280		748	223	200			1 048		1 048
REDEVANCES EDITEURS		20							40		40
PUBLICITE	20								25		25
VENTE DIVERSES		5							60		60
INSCRIPTIONS COLLOQUES		60							15		15
SOUTIENS DIVERS		15							600		600
PRODUITS FINANCIERS	600	25							25		25
PRODUITS EXCEPTIONNELS										60	60
RÉSULTAT LOCAL UNITES PERIPHERIQUES			20	978	923	245	127	350	4 900	60	4 960
TOTAL :	1 906	951	20	978	923	245	127	350	4 900	60	4 960
RÉSULTAT : *	34	243	354	645	58	163	-	110	125	60	185

* espérance de subvention 100 kF

Rapport général du commissaire aux comptes

Messieurs,

En exécution de la mission qui nous a été confiée par votre Assemblée générale du 22 mai 1991, nous vous présentons notre rapport sur :

- le contrôle des comptes annuels de la Société Française de Chimie tels qu'ils sont annexés au présent rapport,
- les vérifications et informations spécifiques prévues par la loi, relatifs à l'exercice clos le 31 décembre 1994.

Opinion sur les comptes annuels

Nous avons procédé au contrôle des comptes annuels, bilan, compte de résultat et annexe, en effectuant les diligences que nous avons estimées nécessaires selon les normes de la profession et compte tenu des particularités de votre Association.

Nous rappelons que, selon décision de votre assemblée du 22 mai 1991, la dotation se trouve au passif en deux lignes :

- 1) La **dotation** qui comprend, de façon chronologique :
 - les apports des associations fondatrices : SCF et SCp,
 - le legs Grammaticakis en 1989,
 - la quote-part de 315 kF provenant de la vente des Eyzies en 1992.

déduction faite :

- des prélèvements autorisés par assemblée générale et autorité de tutelle de :
 - 1 500 kF en 1988,
 - 1 000 kF en 1993,
- du montant des prix Le Bel et Sue attribués à fin 1993.

Modifié tous les ans :

- en plus, des 10 % statutaires annuels des produits du patrimoine (soit en 1994, 10 % des revenus du portefeuille), en moins, du montant des Grands Prix, soit un net à fin 1994 de : 11 948 794,63 F
- Il est à signaler que le prélèvement autorisé en 1993 a été utilisé en 1993 à hauteur de 392 kF et en 1994 à hauteur de 608 kF, pour servir les indemnités et frais suite à la restructuration du personnel d'encadrement du siège. Pour ces paiements, il a été vendu des titres de portefeuille dont certains ont dégagé une plus-value par rapport à leur prix d'achat ;

dont la contrepartie à l'actif est :

- immeuble de la rue Saint-Jacques.....	6 250 000,00 F
- un portefeuille de titres.....	5 698 794,63 F
dont la valeur d'achat et la valeur boursière sont très proches	
Total.....	11 948 794,63 F

• 2) La **dotation pour activités générales**, correspond aux autres actifs apportés par les associations mères.

Leur montant initial de 3 828 kF est immuable dans le temps, mais leur composition dans la contrepartie au bilan est variable sous forme d'immobilisations matérielles, stock, créances, trésorerie et titres de placement et dettes,

pour un total de : 3 827 804,98 F dont la contrepartie est à l'actif dans le portefeuille.

Ces dotations ne peuvent être utilisées qu'avec l'accord de votre assemblée et des autorités de tutelle.

Les **autres capitaux propres** sont comptabilisés comme suit :

- Report à nouveau antérieur.	- 226 979,20 F
- Résultat courant siège exercice 1994.....	- 191 212,32 F
- Résultat des unités périphériques exercice 1994.....	161 099,94 F
- Solde du projet associatif 1993/1994 dont le montant à l'origine était de 700 000 F	348 767,11 F
Total.....	91 675,53 F

*

* *

D'autre part, pour une bonne compréhension, nous portons à votre attention les points suivants :

1) Suite à nos demandes, et depuis 1993, les résultats des sections et divisions sont comptabilisés, tant au compte de résultat, qu'au bilan, où leur incidence est la suivante :

- Résultats antérieurs à 1994.	1 119 496,71 F
Ces résultats sont comptabilisés au passif en provisions pour frais des unités périphériques. Cette affectation a été confirmée par l'assemblée générale de 1994.	
- Résultat exercice 1994.....	161 099,94 F
Ce résultat est compris au passif dans le résultat de l'année.	
- Provisions pour charges à payer.....	159 523,99 F

La contrepartie, à l'actif du bilan, se décompose en :

- Valeurs mobilières des sections et divisions	370 256,66 F
--	--------------

- Banques des sections et divisions.....	1 069 351,68 F
- Caisses.....	512,30 F
L'affectation de ces montants n'est pas précisée par un règlement intérieur.	

2) Nous rappelons que, depuis 1988, votre Association a décidé de ne plus pratiquer d'amortissement sur l'immeuble de la rue Saint-Jacques, qui figure donc pour sa valeur d'apport de 6 250 000 F.

Comme mentionné dans le rapport du trésorier, le résultat de l'exercice 1994 peut s'expliquer de la façon suivante :

- déficit d'exploitation de l'année de.....
1 184 341,68 F
d'où il faut déduire :

- profits exceptionnels sur cession de titres du portefeuille de..... 546 548,30 F
Indemnités de licenciement..... 607 681,00 F
imputées à la dotation
soit..... 30 112,38 F

ventilés en :

- une perte courante du siège (après allocations versées aux divisions et sections pour 329 842 F et charges réglées pour leur compte pour 400 642,02 F)..... - 191 212,32 F
- un bénéfice local des divisions et sections..... 161 099,94 F
Total..... 30 112,38 F

En conclusion de nos contrôles, nous certifions que les comptes annuels, bilan, compte de résultat et annexe, tels qu'ils sont joints au présent rapport, et faisant apparaître une perte nette de 30 112,38 francs, sont conformes aux livres sociaux, et qu'ils donnent une image fidèle du résultat des opérations de l'exercice écoulé, ainsi que de la situation financière et du patrimoine de l'Association à la fin de cet exercice.

Vérifications et informations spécifiques

Nous avons également procédé, conformément aux normes de la profession, aux vérifications spécifiques prévues par la loi.

Nous n'avons pas d'observation à formuler sur la concordance avec la comptabilité sociale des informations données dans le rapport de gestion du trésorier et dans les documents adressés aux membres sur la situation financière et les comptes annuels.

Paris, le 3 mai 1995

Le Commissaire aux Comptes
F.-M. Richard et Associés
La Présidente
Ginette Piquy

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1994

	Exercice clos le 31/12/94	Exercice clos le 31/12/93	Exercice clos le 31/12/93	
			Après Répartition	Avant Répartition
ACTIF				
IMMOBILISATIONS INCORPORÉES		786,09		
Logiciels	46 700,74			
Amortissements				
IMMOBILISATIONS CORPORELLES				
Immeuble	6 250 000,00			
Installations générales	246 933,24			
Amortissements	150 509,86			
Matériel de bureau	669 253,19			
Amortissements	537 216,36			
Mobilier	150 548,19			
Amortissements	117 078,68			
IMMOBILISATIONS FINANCIÈRES				
Prêt au personnel	15 000,00			
Dépôt et cautionnement	0,00			
PORTEFEUILLE				
Dotations	5 698 794,63			
Dotations pour fonctionnement général	3 827 804,98			
TOTAL ACTIF IMMOBILISÉ	16 100 230,07	16 644 732,85		
CRÉANCES				
Fournisseurs avances versées	72 512,57	52 666,59		
Clients	378 761,56	96 071,50		
Autres créances	667 290,91	534 501,72		
Produits à recevoir				
VALEURS MOBILIÈRES DE PLACEMENT				
Trésorerie portefeuille SFC au 31/12/94	609 372,80			
Valeurs mobilières des sections et divisions	370 256,66	744 212,06		
DISPONIBILITÉS				
Banques SFC siège	473 454,79			
Banques des sections et divisions	1 069 351,68			
Chèques postaux	20 000,00			
Caisse	3 283,15	1 098 101,43		
COMPTES DE REGULARISATION				
Charges constatées d'avance	16 302,37	114 211,50		
TOTAL ACTIF CIRCULANT	3 680 586,49	2 639 764,80		
TOTAL DE L'ACTIF	19 780 816,56	19 284 497,65		

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1994

	Exercice clos le 31/12/94	Exercice clos le 31/12/93	Exercice clos le 31/12/93	
			Après Répartition	Avant Répartition
PASSIF				
DOTATION				
Dotation	11 948 794,63	11 948 794,63		11 907 125,63
Dotation pour fonctionnement général	3 827 804,98	3 827 804,98		3 827 804,98
SOUS TOTAL 1	15 776 599,61	15 776 599,61		15 734 930,61
DOTATION EN ATTENTE DE REEMPLOI				
Montant accordé	0,00	1 000 000,00		1 000 000,00
Utilisation en 1993		-392 319,00		-392 319,00
SOUS TOTAL 2	0,00	607 681,00		607 681,00
REPORT ANCIEN				
Report en 1994	-226 979,20	-226 979,20		
SOUS TOTAL 4	-226 979,20	-226 979,20		
RÉSULTAT DE L'EXERCICE SFC				
Résultat SFC Siège	-191 212,32			-558 245,33
Résultat des unités périphériques	161 099,94			142 103,24
SOUS TOTAL 5	-30 112,38	-416 142,09		
PROJETS ASSOCIATIFS				
1991/1992	348 767,11	348 767,11		21 702,24
1993/1994	348 767,11	348 767,11		700 000,00
SOUS TOTAL 5	697 534,22	697 534,22		721 702,24
TOTAL FONDS PROPRES	15 868 275,14	16 506 068,52		16 648 171,76
PROVISIONS POUR RISQUES ET CHARGES				
Provisions pour ravalement	450 000,00	400 000,00		400 000,00
Provision pour frais des unités périphériques	1 119 496,71	1 095 798,63		953 695,39
TOTAL PROVISIONS POUR RISQUES ET CHARGES	1 569 496,71	1 495 798,63		1 353 695,39
DETTES				
Fournisseurs	1 168 294,71	496 447,06		496 447,06
Clients avances reçues	0,00	450,00		450,00
Personnel	69 732,00			
Organismes sociaux	161 289,93	419 687,26		419 687,26
Etat	84 299,00			
AUTRES DETTES				
Charges à payer	315 320,93	117 812,21		117 812,21
Comptes de regularisation	68 763,66	80 992,66		80 992,66
Produits constatés d'avance	349,67	167 241,31		167 241,31
TOTAL DETTES	2 343 044,71	1 282 630,50		1 282 630,50
TOTAL DU PASSIF	19 780 816,56	19 284 497,65		19 284 497,65

CONSEIL DE LA SFC DU 22/2/1995

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

1) Le déménagement du siège à la Maison de la Chimie est reporté à une date ultérieure, aucun accord n'ayant pu être obtenu avec les nouveaux locataires éventuels.

2) Une partie des membres du conseil d'administration doit être renouvelée par un vote. Le conseil, après avoir étudié les candidatures reçues, propose les noms de : Jean-Claude Brumie, ancien directeur recherche & développement procédés Rhône-Poulenc Rorer ; Louis Cahuzac, trésorier de la SFC ; Bertrand Castro, directeur recherche & développement Sanofi-Chimie ; Jacques Fraissard, professeur, directeur du laboratoire des surfaces, université P. et M. Curie Paris ; Jacques Goré, professeur et directeur du laboratoire chimie organique, Université Claude Bernard Lyon I ; et Philippe Sicard, directeur des relations scientifiques Éts Roquette, Lestrem.

Ces élections auront lieu lors de l'assemblée générale du 29 juin à la Maison de la Chimie de 9 h 30 à 10 h 15.

Le conseil étudiera, le 3 mai, les comptes 1994 qui seront soumis à l'assemblée générale.

Une suggestion de Monsieur Vairon, président de la division Matériaux polymères et élastomères, de recueillir, lors d'une prochaine séance du conseil, l'expérience de quelques sociétés consœurs étrangères en matière d'organisation interne est retenue.

Au cours du conseil du 29 juin qui fera suite à l'assemblée générale, seront examinées les propositions relatives aux grands prix de la SFC, aux prix de divisions, au prix Atochem Raymond Berr, au prix Grignard-Wittig, au prix franco-italien ainsi qu'au Grand prix de la Maison de la Chimie.

Annuaire 1995

La décision est prise de commander l'élaboration et la fourniture d'un annuaire des membres de notre société.

Le conseil avait invité les présidents de tous les clubs de jeunes pour échanger les vues sur un

FORMATION CONTINUE A L'ENSCP

Stage 16 : 26-29 septembre 1995 (P. Gareil). Électrophorèse et chromatographie électrocinétique capillaires.

J. Braun, ENSCP, Formation continue, 11, rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 44.27.67.49 et (1) 44.27.67.53. Fax : (1) 43.29.73.95.

meilleur fonctionnement de leurs relations. Plusieurs propositions ont été examinées. Il est décidé que quatre représentants des clubs de jeunes seront invités régulièrement aux séances du conseil.

Le groupe des jeunes chimistes européens a présenté le travail effectué et les projets d'avenir en relation avec des jeunes des pays voisins.

Comptes 94 - budget 95

Un état presque définitif des comptes 94 est examiné. Il présente malheureusement un très substantiel déficit couvert pour la majeure partie par les réserves de la société. Le projet de budget 95 montre la disparition du déficit et même un léger excédent, à condition que les décisions prises, en particulier le service de *SFC Info* aux jeunes et le coût de l'annuaire, soient respectées. Il va sans dire que l'excédent est insuffisant pour permettre d'envisager une réelle politique pour notre société.

Un point en particulier : le coût actuel de l'opération *SFC Info + L'Actualité Chimique* est jugé trop élevé et une étude devra être menée pour, à la fois, maintenir le bon service rendu, diminuer les coûts.

Questions diverses

Une importante question est le développement des relations entre notre société et le Groupe Français des Polymères (GFP). Une réelle volonté de rapprochement apparaît et les points d'achoppement sont le coût de *L'Actualité Chimique*, le montant de la cotisation et la répartition de celle-ci entre les parties concernées. Il apparaît heureusement souhaitable qu'à terme une identification intervienne entre le GFP actuel et la division Matériaux polymères et élastomères de la SFC d'autre part, ce dont tout le monde se réjouirait. Dès maintenant un membre du GFP entrera au comité de rédaction de *L'Actualité Chimique*.

La discussion avec le GFP est du plus grand intérêt en ce sens que la dispersion actuelle des différents groupes qui gravitent dans ou autour de la SFC nuit probablement à l'efficacité globale et des rapprochements devraient se développer. Pour *L'Actualité Chimique*, il est souhaité que chaque division désigne un universitaire et un industriel pour analyser rapidement les informations sur la chimie qui devront être transmises à *L'Actualité Chimique*.

Journal européen : Le secrétaire général de la Société Chimique Allemande (GDCh) a proposé à la SFC une prise de participation dans ce journal en cours de lancement. Cette question du plus haut intérêt sera traitée lorsqu'on aura reçu des informations plus précises.

DIVISION Chimie analytique

APPEL A CANDIDATURE

La division Chimie analytique doit renouveler son bureau. Afin d'ouvrir à tous la possibilité de se présenter à l'élection, qui aura lieu cette année, un appel à candidature est lancé. Que ceux qui désirent venir exercer une activité au sein de la division se fassent connaître et indiquent la fonction qu'ils aimeraient assumer. Les candidatures sont à envoyer au président Jacques Goupy, avant le 30 juillet 1995.

- Jacques Goupy, 250, rue Saint Jacques, 75005 Paris.

Proposition de sujet de thèse (septembre 1995)

Le Laboratoire de Cristallographie et Modélisation des Matériaux Minéraux et Biologiques, de l'Université de Nancy I, propose, dès septembre 1995 prochain, un sujet de thèse d'une durée de trois ans, cofinancé par l'Université Henri Poincaré Nancy I et la société L'Air Liquide. L'objectif de cette thèse consiste à étudier des matériaux aluminosilicatés, plus particulièrement des zéolithes, afin d'établir une représentation du potentiel électrostatique existant à l'intérieur du solide. Dans ce but, il sera fait appel à des mesures cristallographiques haute résolution sur monocristaux, tant sur appareillage conventionnel que sur grands instruments (ESRF de Grenoble), la modélisation des facteurs de forme atomiques, réalisée grâce à un développement de la densité électronique sur une base d'harmoniques, permettra d'établir le potentiel électrostatique réel du solide. La spécificité de ce type d'approche est alors de fournir, à partir de la détermination expérimentale des densités électroniques, la distribution des charges et moments multipolaires atomiques. Le candidat devra avoir une formation solide en cristallographie. Il sera amené à utiliser et développer des programmes de calculs (langage Fortran) utilisés au laboratoire.

- Pr. C. Lecomte, Laboratoire de Cristallographie et Modélisation des Matériaux Minéraux et Biologiques, LCM3B, URA CNRS 809, Université Henri Poincaré, Nancy I, BP 129, Faculté des Sciences, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy. Tél. : 83.91.22.67 ou 83.91.22.66. Fax : 83.40.64.92.

DIVISION Chimie physique

FAST ELEMENTARY PROCESSES IN CHEMICAL AND BIOLOGICAL SYSTEMS

Lille, 26-30 juin 1995

Le 54^e Congrès international de chimie physique est co-organisé par la division "Chimie physique" de la SFC, l'Associazione Italiana di Chimica Fisica (AICF), la Deutsche Bunsen Gesellschaft für Physikalische Chemie (DBG), la Faraday Division de la Royal Society of Chemistry (RSC) et la Royal Dutch Chemical Society (KNCV).

La conférence traitera des procédés chimiques et physico-chimiques à l'échelle des femto- et picoseconde pour divers systèmes chimiques :

- molécules isolées et clusters libres,
- solutions liquides et solides, cristaux purs et mixtes,
- surfaces et interfaces,
- systèmes organisés à intérêt biologique et technologique.

Une attention particulière sera portée sur :

- . les réactions chimiques rapides (détection d'intermédiaires à faible durée de vie),
- . l'isomérisation et le transfert électronique ou protonique,
- . la réorganisation de l'environnement moléculaire (solvatation, déplacements intraprotéique, relaxation vibrationnelle).

- Renseignements : Division Chimie physique, Ultrafast, Laboratoire de chimie physique, 11, rue Pierre et Marie Curie, 75005 Paris. Tél. : (1) 44.27.62.70. Fax : (1) 47.27.62.26.

DIVISION Chimie du solide

NOUVEAU BUREAU

Le bureau de la division Chimie du solide vient d'être renouvelé. Il se compose maintenant des membres suivants :

- Président : Prof. Jacques Livage (Paris), Jacques Livage, Chimie de la matière condensée, Université Pierre et Marie Curie, 4, place Jussieu, 75252 Paris. Tél. : (1) 44.27.33.65. Fax : (1) 44.27.47.69.
- Vice-président : Michel Pouchard

(Bordeaux).

- Trésorière : Florence Babonneau (Paris).
- Membres : Jean Bouix (Lyon), Gérard Ferey (le Mans), Michel Ribes (Montpellier).
- Responsable enseignement : Pascal Gressier (Nantes).

Le nouveau bureau remercie les membres sortants, et en particulier son président, Maurice Maurin, pour le travail qu'ils ont accompli.

5e CONFÉRENCE EUROPÉENNE DE CHIMIE DU SOLIDE

Montpellier, 4-7 septembre 1995

- Pour toute information s'adresser au Secrétariat, Vth European Conference on Solid State Chemistry, Laboratoire de physicochimie des matériaux solides, Université Montpellier II, CC003, 2, place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier Cedex. Tél. : 67.14.33.43. Fax : 67.14.42.90.

DIVISION Matériaux polymères et élastomères

PRIX DU GFP

Vous avez moins de 45 ans, vous êtes de nationalité française ou vous avez accompli vos recherches en France. Alors, pourquoi ne seriez-vous pas candidats ?

Le prix du GFP est connu dans les compagnies et dans les instances officielles. Il confère une "plus-value" notable à votre CV. Quel que soit le résultat des délibérations du jury, votre dossier aura été analysé, et votre candidature vous aidera à faire mieux connaître votre travail. Les membres du jury appartiennent à l'université, au CNRS ou au monde industriel. Ses activités couvrent une large gamme de disciplines : recherches théoriques, physique, chimie, technologie, etc. Il en est de même pour les lauréats ; en se limitant aux cinq dernières années, on constate que la gamme des domaines et des origines est très représentative.

En 1993, onze candidats se sont présentés, ce qui montrait un grand regain d'intérêt pour le prix. Les dossiers étaient de très bon niveau et les longues discussions du jury et du conseil d'administrations ont fait connaître tous les

postulants dans les milieux universitaires et industriels.

Au moment où les carrières de recherche sont difficiles, dans quelque milieu que vous soyez, il est nécessaire de mettre tous les atouts de votre côté. Le prix du GFP en est un, et non négligeable.

Si votre profil correspond, soyez candidat. Non seulement pour vous mais aussi pour le GFP. Un prix est une chose importante et l'audience du groupe est très connue dans les autres sociétés savantes en France et à l'étranger.

- Renseignements : E. Maréchal, président de la Commission du prix, Université P. et M. Curie, Laboratoire de synthèse macromoléculaire, BP 184, tour 54, 4^e étage, 75252 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 44.27.38.04. Fax : (1) 44.27.70.54.

SECTION Alsace - Mulhouse

NOUVEAU BUREAU

- Philippe Dumas, président. Philippe Dumas, École Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse, 3, rue Alfred Werner, 68093 Mulhouse Cedex. Tél. : 89.42.01.55. Fax : 89.32.09.96.
- S. Brogly (Mulhouse), secrétaire-trésorier.
- B. Gérard (Thann), Henri Kessler (Mulhouse), Marie-France Vallat (Mulhouse), Alain Vidal (Mulhouse).

GROUPE Formulation et Formation

JOURNÉE GÉNIE DU MÉLANGE APPLIQUÉ A LA FORMULATION

Paris, 15 septembre 1995

Par l'intermédiaire de sa commission "Formation", le groupe thématique Formulation et Formation de la Société Française de Chimie organise annuellement depuis 1993 une journée pédagogique au cours de laquelle les enseignants et les industriels concernés par la formulation peuvent faire le point sur un thème spécifique. Les sujets des deux premières journées étaient respectivement :

"La rhéologie" et "Les paramètres de solubilité et leurs applications". La troisième de ces journées aura pour thème : "Le génie du mélange appliqué à la formulation".

Les produits formulés sont fréquemment hétérogènes (présence de plusieurs phases), donc thermodynamiquement instables, et l'importance des procédés de dispersion mis en jeu lors de leur fabrication est évidente, qu'il s'agisse de milieux liquides (émulsions, suspensions), solides (poudres) ou pâteux. Des spécialistes (enseignants, chercheurs du secteur public ou industriel) ont été sollicités pour animer cette journée, qui comprendra des exposés généraux et des interventions plus spécifiques concernant par exemple les polymères, les émulsions de bitume et les produits pharmaceutiques et cosmétiques. Tous ces exposés seront suivis de discussions.

Cette journée aura lieu au Carré des Sciences (ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche), 1, rue Descartes, Paris, à partir de 9 heures.

Programme

- 9 h 00 : accueil des participants.
- 9 h 15 : présentation de la journée (J.P. Canselier, ENSIGC Toulouse).
- 9 h 20 : *Problèmes posés par le génie du mélange à travers les équipements* (J. Bertrand, ENSIGC Toulouse).
- 10 h 35 : *Formulation assistée par la rhéologie* (L. Choplin, Ensic-Gemico, Nancy).
- 11 h 30 : *Le mélange des poudres* (B.Castel, Montpellier).
- 12 h 25 : déjeuner libre.
- 14 h 00 : *Mélange des polymères : vue générale* (J. Terrisse, École d'Application des Hauts Polymères, Strasbourg).
- 15 h 00 : *Techniques de mélange et formulation de polymères* (G. Mur, Rhône-Poulenc, Aubervilliers).
- 15 h 30 : *Impact des processus de mélange sur*

Congrès Erasmus, Lyon, 23-24 mars 1995
La chimie en Europe : bilan et perspectives.

Cette rencontre, organisée par la nouvelle école CPE (Chimie-Physique-Électronique), sous l'égide de la Commission de l'Union européenne, a rassemblé plus de 200 participants, en présence du Dr I.V. Mitchell, de la Task Force Ressources Humaines (Éducation-Formation-Jeunesse) de cette Commission. Le professeur H. Curien, président de CPE, a conclu les travaux conduits pendant une journée et demie.

La tenue de cette réunion a coïncidé avec l'adoption, par le Conseil des ministres européens, du programme Socrates, qui prend effet à partir du 1er janvier 1995, avec un crédit global de 850 millions d'Écu. Il s'adresse aux 15 pays de l'Union européenne, auxquels s'ajoutent dès maintenant l'Islande et la Norvège, et auxquels se joindront ultérieurement la Pologne, la Bulgarie, la Roumanie, la République Tchèque, puis Chypre et Malte.

Le programme Socrates comprend trois volets :

- enseignement supérieur (Erasmus), 55 % du budget,
- enseignement secondaire (Comenius), 10 % du budget,
- mesures horizontales (formation des professeurs, écoles d'été, formation des adultes, opérations intensives...), 25 % du budget.

Dans le cadre, il devra s'établir une collaboration entre la Commission et les organisations des pays membres, les opérations étant définies, pour la plupart, par une approche allant de la base vers le haut, en faisant intervenir tous les niveaux d'enseignement.

L'objectif du programme est de transformer la diversité en vertu : il rejoint, de ce point de vue, les conclusions des deux rencontres européennes organisées en 1990 et 1994 par la Commission des Titres d'Ingénieur (cf. *L'Actualité Chimique*, janvier-février 1995, p. 35) et les points de vue

exprimés lors de ce congrès.

Un intéressant recueil de rapports nationaux a été remis aux participants et six ateliers très actifs se sont déroulés, dans le cadre du Congrès, sur les thèmes suivants :

Atelier 1 : La reconnaissance académique dans l'enseignement de la chimie (ECTS, double diplôme...).

Atelier 2 : La chimie comme discipline principale : contenu et approches.

Atelier 3 : Comment influencer la perception de la chimie ?

Atelier 4 : Chimie et emploi.

Atelier 5 : Mobilité d'enseignants.

Atelier 6 : Le rôle des sociétés nationales de chimie dans la promotion de l'enseignement de la chimie au niveau européen.

Les travaux et conclusions de cette importante réunion seront analysés dans le prochain numéro de *L'Actualité Chimique*.

G. Montel

la qualité des émulsions de bitume (L. Navas-cues, Elf Atochem, Levallois).

16 h 15 : *Dispersion de particules solides (peintures, etc.)* (M. Grondin, société Coatex, Genay).

16 h 45 : *Quelques applications dans les indus-*

tries pharmaceutique et cosmétologique (R. Lemore, Laboratoires Pierre Fabre, Soual).

17 h 15 : conclusion de la journée.

- Renseignements et inscriptions : Florence Foucaud, Association Progep, 18, chemin de la Loge, 31078 Toulouse Cedex. Tél. : 62.25.23.80. Fax : 62.25.23.18.

Tarif préférentiel d'abonnement à L'Actualité Chimique pour les membres de la SFC

Formulaire à renvoyer à la Société Française de Chimie

250, rue St Jacques, 75005 Paris,
 Tél. : (33-1) 43 25 20 78,
 Fax. : (1) 43 25 87 63.

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Je souhaite m'abonner à *L'Actualité Chimique* (n° de sociétaire SFC (:.....)).
 Sociétaires en activité : 500 F. Autres catégories (jeunes, retraités...) : 250 F.

Je souhaite recevoir une facture.

A _____ le _____

Signature

