

# l'actualité chimique

N°1

JANVIER  
FÉVRIER  
1993

ISSN 0151 9093

**INTERCHIMIE 93**

**Environnement :  
la controverse**



ÉDITÉE PAR LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE ET LA SOCIÉTÉ DE CHIMIE INDUSTRIELLE



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE

# SOMMAIRE

N°1 • JANVIER / FÉVRIER 1993



**Notre couverture :** Le voilier Antartica (cf. page 55)

**Directeur de la publication :**

Jean-Baptiste Donnet

**Rédacteur en chef :**

Raymond Hamelin

**Rédactrice, chef des informations :**

Thérèse Chaudron

**Rédactrice :**

Miren Helou

**Secrétaire de rédaction-maquette :**

Evelyne Girard

**Relations extérieures, promotion :**

Gérard Perreau

**Comité de rédaction :**

G. Balavoine (Orsay), G. Bram (Orsay), J. Buendia (Roussel-Uclaf), P. Caro (Cité des sciences), D. Decroq (IFP), J.C. Depezy (Paris V), J.B. Donnet (SFC), J.P. Foulon (Lycée Henri IV), J.P. Guetté (CNAM), R. Hamelin (SFC), J.H. Lefour (Ecole polytechnique), P. Le prince (IFP), J.C. Mendelsohn (Elf Atochem), G. Montel (INP, Toulouse), A. Navarro (INSA - Lyon), R. Ouliac (Rhône-Poulenc), G. Ourisson (ULP - Strasbourg), A. Picot (ICSN, Gif-sur-Yvette), D. Reymond (SFC - SCI), R. Rosset (ESPCI), L. Sajus (Technip Ingénierie)

**Directeur de la publication :**

Jean-Baptiste Donnet

**Photogravure-Impression :**

imprimerie SPEI - 54420 PULNOY

**Commission paritaire :** - 53953

**Dépôt légal :** janvier-février 1993

## ÉDITORIAL

▲ Appel aux chimistes, par J.B. Donnet

7

## SFC Info

▲ Activités de la SFC

9

▲ Calendrier des manifestations

11

## ACTUALITÉ

▲ Interchimie :  
Interview de P. Fillet  
Présentation du salon

17

▲ Léon Denivelle (1905-1992)

19

## ENVIRONNEMENT

### Point de vue des industriels

▲ Interviews :

J.R. Fourtou (Rhône-Poulenc)  
J. Puéchal (Elf Atochem)  
S. Tchuruk (Total)

27

### Point de vue de l'IUPAC

▲ Recommandations de l'IUPAC destinées aux délégations gouvernementales présentes à la Conférence de Rio

34

### Point de vue des universitaires

▲ Retour sur Rio, par R. Hamelin

35

▲ La controverse

38

L'appel de Heidelberg

De Heidelberg à Rio. Itinéraire d'une démarche,  
par M. Salomon

Le Centre International pour une Ecologie Scientifique  
Scientisme contre écologie. Le pavé de Heidelberg,  
par J.M. Lévy-Leblond

Réactions de quelques signataires de l'appel de Heidelberg :  
A. Danzin, P. G. de Gennes, P. Germain, L. Israël, J.M. Lehn,  
G. Ourisson, P. Piganiol, M. Tubiana

Les articles publiés dans le présent numéro le sont sous l'entière responsabilité de leurs auteurs.

© Société Française de Chimie. Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elle sont incorporées (Loi du 11 mars 1957, art. 40 et 41 et Code Pénal art. 425).

Toutefois, des photocopies peuvent être réalisées avec l'autorisation de l'éditeur. Celle-ci pourra être obtenue auprès du Centre Français du Copyright, 6 bis, rue Gabriel Laumain, 75010 PARIS, auquel la Société Française de Chimie a donné mandat pour la représenter auprès des utilisateurs.

Publication analysée par  
Chemical Abstracts Service

ABONNEMENTS 1993  
(6 numéros)

**Membres de la SFC et de la SCI**  
Les membres des deux sociétés bénéficient d'un prix d'abonnement préférentiel de 420 F (TTC) à cette revue.

**Non-membres**  
France.....850 F (TTC)  
Europe et autres pays .....1000 F  
(envoi par avion + 280 F)

Chèques au nom de la SFC, CCP 7078-60 U Paris.

En vente uniquement au siège de la SFC  
Prix du numéro : 200 FF

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE  
250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris  
Tél. : (1) 43.25.20.78  
Télécopie : (1) 43.25.87.63

RÉGIE PUBLICITAIRE

Promoduc,  
91, faubourg Saint-Honoré,  
75370 Paris Cedex 08  
Tél. : (1) 42.66.90.75  
Fax : (1) 39.76.68.07



Autres manifestes

- Appel à la raison de 264 scientifiques, intellectuels et autres prix Nobel signataires de l'appel dit de Heidelberg et Réponse de Paul Germain au groupe de Vézelay
- World Scientists' Warning to Humanity
- CFC : 7 bonnes raisons de revenir sur le protocole de Montréal

## RECHERCHE

- ▲ Pourquoi suis-je chimiste ?, par O. Kahn **57**
- ▲ L'exobiologie ou recherche de vie extraterrestre, par J. Reisse **59**
- ▲ Electrodéposition cationique de polymères à partir d'émulsions aqueuses, par R. Dobрева, J. Sledz, F. Schué, J.A. Alary **61**
- ▲ Fiche logiciel : Exafs pour le Mac **71**

## ENSEIGNEMENT

- ▲ L'industrie chimique et les formations initiales à la protection de l'environnement, par l'UIC **75**
- ▲ La France manque-t-elle vraiment d'ingénieurs ? par R. Hamelin **77**
- ▲ Apprendre aux étudiants à innover grâce à l'enseignement pratique, par J.C. Giuntini et J.V. Zanchetta **78**

## HISTOIRE DE LA CHIMIE

- ▲ Marian Smoluchowski. Fin de la traversée du désert pour un grand thermodynamicien, par J. Dayantis **85**

## LIVRES **89**

## FICHE CATALYSE

- ▲ Synthèse de l'acroléine par oxydation ménagée du propylène/Synthesis of acrolein by mild oxydation of propene **91**

Bulletin d'adhésion SFC **15**

Petites annonces **69**

## Appel aux chimistes

**N**otre revue L'Actualité Chimique qui tire à près de 2000 exemplaires est certainement suivie avec intérêt et nous en avons beaucoup de témoignages.

La Société Française de Chimie est décidée à la transformer, à la fin 1993, en une publication de grande diffusion, qui sera adressée à tous nos adhé-

“ L'Actualité Chimique veut devenir un vecteur spécifique de communication pour la communauté des chimistes ”

rents et dans laquelle pourront s'exprimer tous les membres de la communauté des chimistes de langue française, qu'ils soient enseignants, chercheurs, industriels...

L'Actualité Chimique deviendra donc, ou plutôt redeviendra l'organe de liaison entre tous les membres de la SFC. Ils y trouveront les informations sur la vie de la société et c'est pourquoi SFC Info, qui remplit actuellement ce rôle, y sera intégré. Il l'est déjà, à titre expérimental, dans le présent numéro.

Mais le monde de la chimie est plus vaste. Il n'est guère de secteur de l'économie ou de discipline scientifique qui n'en dépende directement ou indirectement. L'Actualité Chimique renouvelée a vocation à couvrir les domaines d'intérêt les plus divers et être très largement diffusée.

Devant l'ampleur de la tâche, la SFC se donne quelques mois pour poursuivre et faire aboutir les réflexions et discussions en cours avec les partenaires les plus divers, mettre en place une équipe rédactionnelle renouvelée et réaliser les nécessaires expérimentations.

Ce n'est donc qu'en fin 1993 que seront entièrement définis la forme et l'esprit d'un nouveau magazine : le vôtre.

Ce numéro de L'Actualité Chimique est essentiellement consacré aux problèmes de l'environnement. Les plus grands noms de l'industrie et de l'université nous ont apporté leur collaboration. La préparation de cette livraison et son sommaire justifient notre conviction de la faisabilité de notre projet.

Je remercie au nom de la SFC les nombreuses bonnes volontés qui se sont déjà manifestées pour nous aider dans cette entreprise, en premier lieu les personnalités participant au comité de rédaction dont notre secrétaire général, Raymond Hamelin, prend la responsabilité. Ce comité, dont le travail se poursuit, définira les rubriques qui devront régulièrement être au sommaire, analysera les réactions des lecteurs, en tirera les conséquences et nous conseillera lorsque l'expérience ainsi lancée se conclura.

J.B. Donnet  
Président de la SFC

## Comité de rédaction de L'Actualité Chimique

G. Balavoine <i>Professeur, Université Paris-Sud, Institut de chimie moléculaire, Orsay</i>	J.P. Guetté <i>Professeur, Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris</i>	R. Ouliac <i>Rhône-Poulenc, département chimie, Paris</i>
G. Bram <i>Professeur, Université Paris-Sud, Orsay</i>	R. Hamelin <i>Professeur, Université P. et M. Curie, Paris (Secrétaire général de la SFC)</i>	G. Ourisson <i>Professeur, Université Louis Pasteur, Strasbourg Membre de l'Académie des Sciences</i>
J. Buendia <i>Responsable du département des recherches chimiques industrielles, Roussel Uclaf, Romainville</i>	J.H. Lefour <i>Maître de conférences, École Polytechnique, Palaiseau</i>	A. Picot <i>Directeur de recherche, Institut de chimie des substances naturelles, Gif-sur-Yvette</i>
P. Caro <i>Délégué aux affaires scientifiques, Cité des sciences et de l'industrie, Paris</i>	P. Leprince <i>Directeur, Mission Information et Documentation, Institut Français du Pétrole, Rueil-Malmaison</i>	D. Reymond <i>Directeur des recherches L'Oréal, Paris (Président du club des directeurs de recherche SFC-SCI)</i>
D. Decroocq <i>Directeur adjoint Recherche et Développement, Institut Français du Pétrole, Rueil-Malmaison</i>	J.C. Mendelsohn <i>Directeur, Centre de recherche Elf Atochem, Solaize (Membre du comité d'administration de la SFC)</i>	R. Rosset <i>Professeur, École Supérieure de Physique et Chimie Industrielles, Paris</i>
J.C. Depezay <i>Professeur, Université Paris V, Paris</i>	G. Montel <i>Professeur, Président du Comité de coordination des Olympiades Nationales de la Chimie, Paris</i>	L. Sajus <i>Directeur, délégué général, Technip, Paris-La-Défense</i>
J.B. Donnet <i>Professeur, Mulhouse (Président de la SFC)</i>	A. Navarro <i>Professeur, INSA de Lyon, Villeurbanne</i>	
J.P. Foulon <i>Professeur de chimie au lycée Henri IV, Paris</i>		



## INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ORGANIC PHOTOCHROMISM MOLECULES AND SYSTEMS

September 12-16, 1993 - Iles des Embiez - Var - France

Président: Pr. R. GUGLIOMETTI, Secrétaire: Dr. A. SAMAT

Les principaux thèmes abordés concernent:

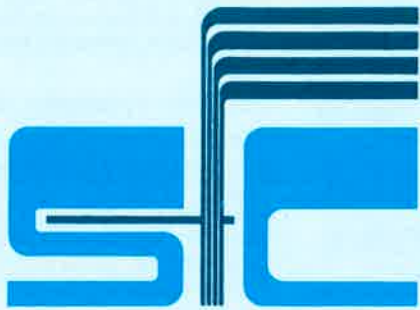
- les **molécules photochromiques** et leurs propriétés (synthèse, étude des propriétés spectrocinétiques et photophysiques, photodégradation, modélisation moléculaire),
- les **systèmes photochromiques** (cristaux liquides, films de Langmuir-Blodgett, polymères, modèles biologiques, matériaux à transmission optique variable, optique non linéaire, mémoires optiques, applications diverses). 150 à 200 participants sont attendus.

**Conférenciers invités:** S. ALDOSHIN, V. BARACHEVSKII (Russie), R. BERTELSON (USA), H. BRAUER (Allemagne), J.P. DESVERGNE (France), N.P. ERNSTING (Allemagne), M.G. FAN (Chine), E. HADJODIS (Grèce), K. ICHIMURA (Japon), M. INOUE (Japon), V. KRONGAUZ (Israël), S. MAEDA (Japon), V. MALATESTA (Italie), A. MANNSCHRECK (Allemagne), S. MARSDEN (GB), V. MINKIN (Russie), F. RONDELEZ (France), S. SCHNEIDER (Allemagne), M. SUZUKI (Japon), B. VAN GEMERT (USA), J. WHITALL (GB), Y. YOKOYAMA (Japon).

Des **communications orales** et des communications par **affiches** sont également prévues. Les actes du Symposium seront publiés par Gordon and Breach Science Publishers.

Ce Symposium a reçu la caution morale et scientifique du CNRS, de l'European Photochemistry Association, du Ministère de la Recherche et de l'Espace et de la Société Française de Chimie.

ISOP 93 - Faculté des Sciences de Luminy - GCOBO - URA 1320 CNRS - Case 901 - 13288 Marseille Cedex 9 - France  
Tél : (33) 91 26 91 54 and (33) 91 26 91 56 - Fax : (33) 91 26 93 04



# info

N° 3 - 1993

Mensuel

ISSN 1169-9752

**BULLETIN DE LIAISON DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE**

## ACTIVITÉS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE

### Division «Enseignement de la chimie»

#### LES OLYMPIADES NATIONALES DE LA CHIMIE SONT EN DEUIL : LOUIS BARBOUTEAU NOUS A QUITTÉS

Louis Barboteau, le fondateur des Olympiades, s'est éteint au tout début de cette année 1993, après avoir lutté pendant de longs mois contre un cancer, avec le courage et l'énergie que nous lui connaissons.

Nombreux sont, parmi nous, ceux qui ont connu cet homme débordant d'activités et d'imagination, qui eut en charge pendant vingt ans la division des relations scientifiques extérieures du groupe Elf Aquitaine. Dans ce cadre, 3 000 chercheurs ont eu, en effet, l'occasion de le rencontrer, et 300 contrats de coopération ont été signés, par ses soins, entre des universités, des écoles d'ingénieurs, et le groupe Elf-Aquitaine : il fut véritablement un acteur essentiel de l'ouverture d'un dialogue constructif et fécond entre l'industrie et l'Université, qui apportait inlassablement aux responsables d'équipes de recherche un témoignage convaincant sur les grands défis industriels et les domaines scientifiques qui devaient être approfondis pour les affronter.

Cette activité devait inévitablement attirer l'attention des pouvoirs publics et des organisations professionnelles et l'amener à accepter d'importantes responsabilités, tant au CNRS où il fut pendant 12 ans un chargé de mission très engagé dans le développement des relations entre l'industrie et ce grand organisme, qu'à la commission des titres d'ingénieurs où il s'attacha à la promotion de la chimie et à l'amélioration de la formation des ingénieurs de cette spécialité : il exerça même quelques mois les fonctions de vice-président de cette commission. De la même façon, le CNESER, plusieurs écoles d'ingénieurs, le rectorat de Toulouse, l'INP de Toulouse et la municipalité de cette ville surent profiter de ses compétences.

Mais son imagination créative ne pouvait pas se limiter à cette débordante activité : Louis Barboteau a également réussi dans les initiatives qu'il a su prendre en entraînant l'adhésion de son entreprise et des pouvoirs publics. C'est ainsi qu'il créa les VSN scientifiques d'entreprise, lancés par Elf Aquitaine et adoptés ensuite par 12

grandes sociétés industrielles, grâce auxquels 1 500 ingénieurs ont pu compléter leur formation scientifique et leur culture personnelle, par de longs séjours dans de grandes universités étrangères, pendant leur période de coopération.

C'est ainsi, également, qu'il lança les Olympiades nationales de la chimie et s'y dépensa sans compter, dans l'espoir de susciter davantage d'intérêt pour la chimie chez les lycéens : un peu inquiet au départ de l'accueil qui serait réservé à son initiative, ce fut une de ces dernières grandes joies que de recueillir non seulement l'adhésion d'Elf Aquitaine puis, très rapidement, celle de l'Union des Industries Chimiques et de nombreuses entreprises, mais aussi celle de 30 000 jeunes qui ont suivi avec enthousiasme cette formation complémentaire qui leur permettait de concevoir l'importance des expériences scientifiques et les applications pratiques de leurs connaissances théoriques. Les derniers rebondissements des Olympiades - qui ont mobilisé plus de 1 500 professeurs et ingénieurs volontaires, ont inspiré la réforme en cours des enseignements secondaires scientifiques et ont contribué aux brillants succès des candidats français à l'Olympiade internationale de chimie - ont certainement éclairé ses derniers mois.

La Société Française de Chimie a su honorer ce valeureux défenseur de notre discipline en lui attribuant, en 1986, le prix de la division «enseignement de la chimie», alors que l'État lui attribuait les grades de chevalier des Palmes académiques et d'officier de l'ordre national du Mérite.

Comment ne pas regretter profondément la disparition de ce brillant ingénieur qui sut, avec tant de talent, faire partager son enthousiasme dans le vaste cercle qu'il avait construit autour de lui ?

A Madame Barboteau, à son fils et à sa famille, nous exprimons nos très sincères condoléances profondément marquées de la grande tristesse que nous éprouvons avec eux.

G. Montel.

#### COMPTE RENDU DES ACTIVITES DE LA DIVISION

Compte rendu des 9<sup>e</sup> JIREC/1<sup>re</sup> ECRICE (1<sup>re</sup> Conférence européenne sur la recherche en didactique de la chimie)

La 1<sup>re</sup> ECRICE a été organisée à l'université de Montpellier II en août 1992 sous l'égide de la Fédération des Sociétés Chimiques Européennes (FECS) et de la SFC. Parmi les 170 participants, environ la moitié était d'origine française, l'autre moitié étant constituée pour les 3/4 d'européens et pour le 1/4 restant d'origine diverse : Etats-Unis, Israël, Canada, Maroc, Algérie, Tunisie ...

#### 10<sup>e</sup> JIREC

Pour célébrer le 10<sup>e</sup> anniversaire des JIREC et rendre hommage à Paul Arnaud (leur fondateur), il a été décidé, avec l'accord de Roger Barlet, que l'université de Grenoble assumerait la charge de l'organisation de cette manifestation, qui se tiendra à Grenoble les 12-14 mai 1993 (cf. *SFC Info*, n°1, janvier 1993, p. 3). Elle aura pour thème la chimie expérimentale. Ateliers possibles : évaluation, place de l'expérimentation, traitement des données expérimentales, avantages et limites de la simulation, expérimentation et modélisation conceptuelle.

#### NOUVEAUX PROGRAMMES DANS LE SECONDAIRE

Les nouveaux programmes seront appliqués :

- rentrée 1993 : en quatrième, seconde et première,
- rentrée 1994 : en troisième et terminale.

En 1995, le baccalauréat présentera une nouvelle formule. Une commission ministérielle se penche actuellement sur ce «nouveau bac» avec, probablement, une prise en compte de l'enseignement expérimental.

## RECRUTEMENT DES JEUNES DANS L'INDUSTRIE CHIMIQUES

M. Tracez a fait le compte rendu d'un forum sur le recrutement des jeunes diplômés de l'enseignement supérieur dans l'industrie chimique.

Dans une note diffusée en juin 1992, l'UIC a précisé sa position sur les besoins en ingénieurs chimie et génie chimique de l'industrie chimique et sur les écoles correspondantes. Les flux d'ingénieurs entrés dans les écoles à la rentrée 1991 paraît suffisant. Un accroissement modéré (+3% par an) pourra reprendre lorsque la crise économique s'estompera.

Mais on souhaite qu'une part de ces ingénieurs (25 %) corresponde à un profil de formation différent, orienté vers des postes opérationnels de production ou d'application. Ces formations devraient pouvoir être réalisées dans certaines de nos écoles, dans les INSA ou dans la nouvelle école de mines d'Albi. Ces ingénieurs «industriels» auront le même niveau que les ingénieurs «scientifiques» formés actuellement.

Par ailleurs, l'industrie chimique veut favoriser le développement de quelques grands pôles chimiques régionaux d'enseignement et de recherche. En 1992, le placement des jeunes ingénieurs chimistes est difficile et 1993 le sera sans aucun doute encore.

IUT : un développement régulier de 4 % par an des flux de DUT chimie paraît raisonnable. Les départements de chimie sont en nombre suffisant et ils sont largement répartis sur la France. Pour le génie chimique, un accroissement du flux de 12% par an est envisageable. L'UIC a proposé l'ouverture d'un nouveau département de génie chimique à Rouen puis d'un second, quelques années plus tard, dans une région où l'implantation de l'industrie chimique est forte.

Autres formations universitaires : l'industrie chimique ne voit pas de raisons d'avoir des IUP de chimie et de génie chimique. Les formations de maîtrises spécialisées existantes peuvent déboucher sur quelques postes de techniciens supérieurs en recherche ou en application.

Il existe un réel problème d'information auprès des élèves, des professeurs, des parents. Suggestion : organiser une table ronde autour du métier lors des 10<sup>e</sup> JIREC.

## PUBLICATIONS

La première édition du fascicule *Sécurité dans les salles de travaux pratiques* est épuisée. Une seconde est en cours.

Les publications diffusées actuellement dans le cadre de la division sont :

- Nomenclature en chimie organique et inorganique
- ABC de la chimie théorique,
- Nomenclature des stéréoisomères organiques
- Stéréoisomérisation (épuisé)
- Sécurité dans les salles de travaux pratiques.

Ces documents sont disponibles au siège de la Société Française de Chimie.

Pour obtenir le cinquième document, écrire à D. Cros, Université de Montpellier II, Laboratoire de recherche en didactique des sciences, Case 16, place E. Bataillon, 34095 Montpellier Cedex. Tél. : 67.14.33.69 (télécopie : 67.14.45.44).

Rectificatif : dans SFC Info n°6 de juin 1992, une erreur s'est glissée dans la composition du bureau de la division (rubrique : activités de la division). Le bureau n'est pas constitué de 6 membres, mais de 7, le nom oublié étant celui du Pr Jean-Claude Depezay, membre très actif au sein du bureau.

## Division «Matériaux polymères et élastomères»

### COLLOQUE DE LA SECTION NORD DU GFP LILLE, 12-13 OCTOBRE 1993

La section Nord du Groupe Français d'Etudes et d'Applications des Polymères (GFP) organise un colloque intitulé : revêtements polymères fonctionnels, élaboration, caractérisation, applications.

Un des buts que s'assigne le GFP est de rassembler autour de problèmes fondamentaux autant que concrets, des scientifiques et des industriels pour un dialogue constructif. En organisant ce colloque sur un programme qui concerne tout à la fois des aspects assez classiques et d'autres résolument en pointe dans le domaine des films polymères fonctionnels, la section Nord veut apporter sa contribution à cet objectif.

Renseignements : Laboratoire de chimie macromoléculaire. Université des Sciences et Techniques de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex. Michelle Delporte (tél. : 20.43.47.51), Claude Loucheux (tél. : 20.43.49.54), (télécopie : 20.43.43.45).

## Section Alsace- Mulhouse

### JOURNÉE CHIMIE ET SANTÉ MULHOUSE, 9 DÉCEMBRE 1993

Faisant suite à la manifestation organisée en 1991 sur le thème des activités humaines et de l'environnement : un défi pour la chimie», la section Alsace Mulhouse a prévu d'organiser, le 9 décembre 1993, une journée de conférences intitulées : «Chimie et Santé : les médicaments du XXI<sup>e</sup> siècle».

Cette journée de sensibilisation et d'information a pour but de faire ressortir les grandes tendances qui se dessinent pour préparer les médicaments à l'orée du XXI<sup>e</sup> siècle.

Renseignements : B. Latourette, Thann et Mulhouse, 95, rue du Général de Gaulle, BP 34, 68801 Thann Cedex. Tél. : 89.38.47.11 (télécopie : 89.38.49.98).

## Section Haute Normandie

### JOURNÉE CHIMIE ET BIOLOGIE MONT-SAINT-AIGNAN, 6 MAI 1993

Organisée au CRDP, 2, rue du Docteur Fleury, 76 130 Mont-Saint-Aignan, cette

journée est placée sous le patronage du Conseil régional de Haute Normandie et de la Chambre Syndicale des Industrie Chimiques.

Date limite d'inscription 15 avril 1993.

Cette journée de conférences concerne certains aspects biologiques de la chimie. C'est un domaine qui connaît un développement très important et qui devrait intéresser de nombreux industriels et universitaires de la chimie, de la pharmacie, des polymères naturels...

Il s'agit d'un domaine qui concerne deux des axes forts de la région.

### Programme

9 h, ouverture.

9 h 15, Camille Georges Wermuth (professeur à l'UFR de pharmacie de Strasbourg) : *Conception d'un nouveau médicament : l'exemple des aminopyridazines agonistes des récepteurs muscariniques centraux.*

10 h 15, présentation de posters.

11 h 15, Solange Lavielle (directeur de recherches, Laboratoire des mécanismes de réactions enzymatiques, Paris) : *Pharmacologie des récepteurs d'une famille de neuropeptides : les tachykinines.*

12 h, repas.

14 h 30, Bernard Sebillé (professeur à l'université Paris XII-Val de Marne) : *Analyse des interactions moléculaires impliquant des macromolécules biologiques par méthodes chromatographiques. Application aux liaisons protéine-médicament et anti-gène-anticorps.*

15 h 30, présentation de posters.

16 h 30, Maurice Petitou (responsable du service chimie des glucides, Sanofi Recherches) : *De l'héparine vers une famille d'oligosaccharides potentiellement antithrombotiques.*

Renseignements : Jean Bourguignon, INSA, Laboratoire de chimie organique fine et hétérocyclique, BP 08, 76131 Mont-Saint-Aignan Cedex. Tél. : 35.14.64.45 (télécopie : 35.52.84.10).

## Section PACA

### JOURNÉE DE LA CHIMIE TOULON, 2 AVRIL 1993

La section régionale PACA de la Société Française de Chimie, organise le 2 avril 1993, dans les locaux de l'université de Toulon et du Var (UTV) sa «Journée de la chimie» destinée à resserrer les liens entre universitaires et industriels de la région.

Sont déjà programmées les conférences plénières suivantes :

- Dr R. Lesclaux (CNRS Bordeaux) : *Mécanismes réactionnels en chimie de l'atmosphère*

- Pr Benaim (UTV) : *Interactions métaux-matière organique dans les eaux naturelles*

- Dr Loiseau (DCN, Toulon) : *Evolution des peintures antisalissures et relations avec l'environnement*

- Dr Vassas (DCN, Toulon) : *Mesure des caractéristiques des matériaux viscoélastiques.*

Sont aussi prévues des communications orales et par affiches.

Renseignements : Prof. J.R. Gavarr, Laboratoire des matériaux multiphasés et interfaces, Université de Toulon et du Var, 83957 La Garde Cedex. Tél. : 94.75.90.50 (télécopie : 94.08.41.78), ou section SFC PACA, Faculté des Sciences, Case 542, 13397 Marseille Cedex 20.

## Groupe Français de Photochimie

COMPTE RENDU  
DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE  
DU 6 NOVEMBRE 1992

Une soixantaine de personnes ont participé à la réunion du Groupe Français de Photochimie des 5 et 6 novembre 1992, 43 personnes étaient présentes le 6 novembre à l'assemblée générale.

Roland Bonneau qui a exercé les fonctions de responsable pendant sept ans ayant demandé d'abandonner ses fonctions, Jean Kossanyi fut le seul candidat déclaré, l'assemblée l'a élu, à l'unanimité des votants, responsable du Groupe Français de Photochimie. Avec ses remerciements Jean Kossanyi a présenté ses intentions : deux réunions annuelles et des contacts renforcés avec les autres groupes de photochimistes européens.

Jean Kossanyi, CNRS, Laboratoire des matériaux moléculaires, 2, rue Henri-Dunant, 94320 Thiais. Tél. : (1) 49.78.12.43 (télécopie : (1) 49.78.13.23).

## Fiches catalyse

A l'intérieur de la division « Catalyse », *L'Actualité Chimique* a commencé, en 1987, la publication d'un ensemble de fiches qui, dans une forme claire et concise, font le point sur les divers aspects des phénomènes catalytiques et sur leurs applications industrielles.

Dernières fiches parues :

30. Polymérisation du propylène.

31. Les enzymes fixées en catalyse hétérogène.

32. Aspects industriels de la nitration aromatique.

33. Le réformage catalytique des fractions pétrolières/Catalytic Naphtha Reforming.

## MANIFESTATIONS

### PLANÈTE TERRE

PARIS

jusqu'au 25 avril 1993

Cette exposition est réalisée en collaboration avec la Société Du Pont de Nemours et présentée jusqu'au 25 avril 1993 (en salle 12) du Palais de la Découverte.

L'objectif de cette exposition est de présenter les grands mécanismes qui régissent notre planète et sans lesquels la vie terrestre n'aurait pu être possible.

Après avoir situé la terre dans notre univers, de la première forme de la vie jusqu'à notre époque, l'eau, l'air, la terre, la vie végétale et animale, l'homme seront les thèmes successivement développés pour finalement aboutir aux défis auxquels l'homme est confronté pour assurer la protection de la terre.

Renseignements : Infos Expo, répondeur : (1) 40.74.81.82.

### CHIMIE ET AUTOMOBILE

MULHOUSE

23 mars 1993

Une conférence de M.G. Belot (PSA, Garanne Colombes) aura lieu à 17 h à l'ENSCMu.

Renseignements : B. Latourrette, Thann et Mulhouse, 95, rue du Général de Gaulle, BP 34, 68801 Thann Cedex. Tél. : 89.38.47.11 (télécopie : 89.38.49.98).

### SÉMINAIRES DE CHIMIE ORGANIQUE

PARIS

22 mars et 5 avril

Les conférences auront lieu à 11 h, bâtiment F (74), 8 rue Cuvier, salle 434 (4<sup>e</sup> étage) :

- Lundi 22 mars : D. Daves (Rensselaer Polytechnic Institute, New York, USA) : *Synthesis of C-glycosides and C-nucleosides*.

- Lundi 5 avril, J.C. Beloeil (ICSN, Gif-sur-Yvette) : *La RMN explore le vivant*.

Renseignements : Dr A. Alexakis, tour 44-45, 2<sup>e</sup> étage, 4, place Jussieu, Paris 75005. Tél. : 44.27.55.67 (télécopie : (1) 44.27.71.50).

### ENVIRONMENTAL

PIGMENTS' 93

HERNDON (VA, USA)

24-25 mars 1993

Cette 2<sup>e</sup> conférence internationale est consacrée aux colorants non polluants et avec peu (ou sans) métaux lourds.

Renseignements : Kathy Barnett, Intertech Conferences, 170 U.S. Route One, Portland, Maine 04105 USA. Tél. : +1 (207) 781-9800 (télécopie : +1 (207) 781-2150).

### ORGANOMÉTALLIQUES EN SYNTHÈSE ORGANIQUE

VILLEURBANNE

30 mars 1993

Cette Journée de formation doctorale de chimie organique fine de l'université Claude Bernard, Lyon I, aura lieu dans l'amphithéâtre de l'administration régionale Rhône-Alpes, CNRS, 2, avenue A. Einstein, Villeurbanne.

9 h 15, Pr. W. Oppolzer (université de Genève) : *Cyclisation métallo-ène catalysées par les complexes du palladium, nickel et rhodium et leurs applications en synthèse organique*.

10 h 15, Dr G. Cahiez (université Paris VI) : *Préparations régio- et stéréosélective d'énolates manganeux. Applications en synthèse*.

15 h, Pr. P. Caubère (université Nancy I) : *Activation agrégative. Utilisations en synthèse organique*.

16 h 30, Pr. Pereyre (université de Bordeaux I) : *Quelques nouveaux réactifs organostanniques pour la synthèse*.

Renseignements : Pr. D. Sinou, Université Claude Bernard Lyon I. Tél. : 72.44.81.60.

### BIOSYNTÈSE DES PIGMENTS TÉTRAPYRROLE

LONDRES (Grande-Bretagne)

2 avril 1993

Ce congrès est organisé par la Ciba Foundation en collaboration avec la Royal Society of Chemistry.

Renseignements : Dr John Gibson, The Royal Society of Chemistry, Burlington

House, London W1V OBN, Grande-Bretagne. Tél. : +44 (71) 437 8656 (télécopie : +44 (71) 437 8883).

### SALON SEIPRA

ANGERS

6-8 avril 1993

C'est le salon de l'électronique industrielle, de la productique, de la robotique, de l'automatisation et de la mesure.

Renseignements : Angers Parc Expo, 49044 Angers Cedex. Tél. : 41.93.40.40 (télécopie : 41.93.40.50).

### JEC 93

PARIS

21-23 avril 1993

Les 28<sup>e</sup> Journées européennes des composés, l'exposition et les conférences auront lieu pour la deuxième année au CNIT Paris La Défense.

Quatre thèmes retenus pour les conférences : bâtiment (sanitaire), transport (automobile), environnement (recyclage) et statistiques.

Renseignements : Centre de Promotion des Composites, 65 rue de Prony, 75017 Paris. Tél. : (1) 47.63.12.59 (télécopie : (1) 47.63.57.39).

### ELECTROCHEMICAL PROCESSING

GLASGOW (Ecosse)

21-23 avril 1993

Thèmes : électrosynthèse organique, synthèse inorganique, protection de l'environnement et recyclage.

Renseignements : Mary Elson, ICI Chemicals & Polymers Limited, PO Box 8, The Heath, Runcorn, Cheshire WA7 4QD, Grande-Bretagne. Tél. : +44 (928) 515 152 (télécopie : +44 (928) 515 138).

### FOIRE DE HANOVRE

HANOVRE (Allemagne)

21-28 avril 1993

La foire regroupe plusieurs biennales : automatisation, énergie et environnement,



réalisation d'ensembles industriels et matériaux, recherche et technologie.

Renseignements : 5, rue de Stockholm, 75008 Paris. Tél. : (1) 43.87.69.83 (télécopie : (1) 42.93.43.23).

## JOURNÉES FRANCO-BELGES DE PHARMACOCHEMIE

LILLE - 27-28 mai 1993

Ce Colloque annuel est organisé alternativement dans le Nord de la France et en Belgique, sur le thème de la conception à la réalisation en pharmacochimie.

Renseignements : Secrétariat des Journées, Institut de Chimie Pharmaceutique, 3, rue du Professeur Laguesse, BP 83, 59006 Lille Cedex. Tél. : 20.96.40.40 (télécopie : 20.95.90.09).

## ANALYSE DES PEPTIDES STOCKHOLM (Suède)

2-4 juin 1993

Le 8<sup>e</sup> Symposium international sur ce thème est organisé par l'Académie suédoise des sciences pharmaceutiques et placé sous le patronage de l'European Federation for Pharmaceutical Sciences.

Renseignements : The Swedish Academy of Pharmaceutical Sciences, P.O. Box 1136, S-111 81 Stockholm, Suède. Tél. : +46 (8) 24.50.85 (télécopie : +46 (8)20.55.11).

## CHEMICAL STRUCTURES NOORDWIJKERHOUT

(Pays-Bas)

6-10 juin 1993

Cette 3<sup>e</sup> Conférence internationale est placée sous le patronage de la Chemical Structure Association, la division Information chimique de l'American Chemical Society, la division Chimie-Information-Ordinateur de la Gesellschaft Deutscher Chemiker, de la Royal Netherlands Chemical Society et du groupe Information Chimique de la RSC.

Renseignements : Dr John Barnard, 46 Uppergate Road, Stannington, Sheffield S6 6BX, Grande-Bretagne. Tél. : +44 (742) 333 170 (télécopie : +44 (742) 343 415).

## JOURNÉES D'ÉLECTROCHIMIE 1993 GRENOBLE

7-10 juin 1993

Ces Journées concernent tous les domaines de l'électrochimie, science interdisciplinaire, de la recherche fondamentale aux applications industrielles.

Thèmes proposés : électrolytes (liquides ou solides), électrochimie interfaciale (caractérisation, adsorption, catalyse), semi-conducteurs, photoélectrochimie, corrosion, passivation, dépôts électrochimiques, électrochimie moléculaire, électrosynthèse organique et organométallique, bioélectrochimie, génie électrochimique et électrochimie industrielle (électrolyses, dépollution, récupération), générateurs électrochimiques, matériaux et structures d'électrodes, électroanalyse, capteurs électrochimiques.

Renseignements : CREM, ENSEEG, 1130, rue de la Piscine, Domaine Universitaire, BP 75, 38402 Saint-Martin-d'Hères Cedex. Tél. : 76.82.65.81 (télécopie : 76.82.66.30).

## EUROMAT 93 MATÉRIAUX ET PROCÉDÉS AVANCÉS

PARIS  
8-10 juin 1993

Sept symposiums sont prévus pour cette conférence internationale organisée par la Société Française de Métallurgie et de Matériaux : progrès dans le domaine des matériaux métalliques structuraux, procédés céramiques et verres, polymères, composites et leurs propriétés mécaniques, métallurgie physique, et progrès dans les techniques analytiques et microscopiques. Langues : anglais et français.

Renseignements : Chantal Iannarelli, Euro-mat 93, BP 124, 92216 Saint-Cloud. Tél. : (1) 47.71.81.53 (télécopie : (1) 47.71.39.99).

## GECO 34 ASPET

29 août-3 septembre 1993

Le Groupe d'Etudes de Chimie Organique (GECO) se réunira à Aspet (Haute-Garonne). Il est organisé par M. Chanon (Marseille), P. Geoffroy (Strasbourg), R. Gree (Rennes), I. Rico-Lattes (Toulouse), J. Santamaria (Paris).

Il est rappelé que la participation au GECO intéresse principalement les docteurs exerçant une activité de recherche (université, CNRS et industrie) et qu'elle implique l'engagement d'être présent durant toute la durée de la réunion et de loger avec le groupe.

Les candidatures à la participation devront être adressées sur papier libre avant le 15 avril 1993, en précisant si le candidat souhaite présenter un impromptu (dans ce cas, avec le titre de la communication).

Renseignements : Isabelle Rico-Lattes, Laboratoires des IMRCP-URA CNRS 470, Université Paul Sabatier, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex. Tél. : 61.55.62.70 ou 61.55.68.08 (télécopie : 61.25.17.33).

## CHIMIE ET LUMIÈRE PARIS

31 août-3 septembre 1993

Organisée par l'université P. et M. Curie, l'Union des Physiciens, l'Union des Professeurs de Spéciales et l'Union des Professeurs d'Agro, cette université d'été (une dizaine de conférences et une visite de laboratoire ou d'entreprise) a pour sujet la chimie et la lumière, des concepts aux pratiques. Elle est destinée à la formation continue des enseignants des lycées.

Renseignements : Michel Boyer, Université P. et M. Curie, Chimie Education Communication, bât. F74-P.616 BP 65, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 44.27.58.86 (télécopie : (1) 44.27.30.39).

## SIMULATION ET MODÉLISATION EN CHIMIE SUPRAMOLÉCULAIRE

STRASBOURG

1-5 septembre 1993

Limitée à 65 personnes (possibilité de bourses pour des étudiants en thèse ou postdoctoraux), cette réunion (Nato Workshop) a pour objectif de stimuler les approches dans le domaine de la reconnaissance moléculaire et des assemblages supramoléculaires basés sur des associations non covalentes.

Renseignements : A. Friry, Bioscope, European School of Biotechnology, 11, rue Humann, 67085 Strasbourg Cedex. Tél. : 88.35.87.28 (télécopie : 88.36.38.28).

## 10<sup>e</sup> JOURNÉES FRANÇAISES DE SPECTROMÉTRIE DE MASSE

PARIS

21-23 septembre 1993

Organisées par la Société Française de Spectrométrie de Masse, ces Journées seront consacrées aux principaux aspects analytiques et fondamentaux de la spectrométrie de masse, aux applications dans les domaines en développement tels que l'environnement, les dosages réglementaires, l'analyse par désorption laser, l'«électrospray», les avancées dans le domaine théorique.

Renseignements : Dr. J.P. Morizur, UPMC, Chimie organique structurale 2, BP 45, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 44.27.31.10 (télécopie : (1) 44.27.38.43).

## GALERNE 1993 GÉNOLHAC

27 septembre - 1 octobre 1993

Le cycle de séminaires Galerne reprend après deux années d'interruption. Le sujet retenu pour 1993 concerne les spectroscopies nucléaires : RMN et Mössbauer, les applications au solide (de l'amorphe au cristal). Ces journées auront lieu dans la région cévenole à Génolhac (Gard).

Renseignements : J. Olivier-Fourcade et J.C. Jumas, Laboratoire de physicochimie des matériaux solides, Université Montpellier II - Sciences et Techniques du Languedoc, case courrier 003, place E. Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 5. Tél. : 67.54.17.80 ou 67.14.33.46 (télécopie : 67.14.42.90).

## SFC 94 LYON-VILLEURBANNE

26-29 septembre 1994

Le prochain congrès national de la Société Française de Chimie se tiendra à Lyon (Université Claude Bernard, Villeurbanne).

Le programme comportera 8 colloques spécialisés animés par les divisions de la SFC.

Le 3<sup>e</sup> symposium sur la formulation «Formula III» se déroulera à ces mêmes dates et sur le même site.

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

I N T E R V I E W

**Pierre Fillet,**  
*Commissaire général  
d'Interchimie*

# Interchimie 93 : Les technologies et leurs performances comparées

**L'Actualité Chimique :** Vous avez succédé en 1986 à Pierre Piganiol en qualité de commissaire général. Pouvez-vous nous dire les motivations qui vous ont conduit à accepter cette fonction ?

**Pierre Fillet :** J'ai accepté la succession de Pierre Piganiol, parce que Pierre Piganiol était un grand chimiste et parce que, à sa suite, je pensais pouvoir bien servir la chimie dans ce rôle.

On sentait bien dès 1986 qu'Interchimie était déjà un facteur de progrès pour une chimie française en plein essor.

Enfin, j'étais très frappé par la puissance de l'Achema et par son impact sur la chimie allemande ce qui m'a donné une certaine ambition.

**AC :** A partir de cette première réflexion, pouvez-vous nous dire quel a été votre choix pour faire évoluer Interchimie ?

**P.F. :** De tout temps la pierre d'achoppement de la compétitivité des entreprises de la chimie a été de bien investir, c'est-à-dire de choisir les équipements les meilleurs, au meilleur coût. Mais on voyait bien dès 1986 que les équipements de base qui avaient fait la force d'Interchimie n'étaient qu'un des éléments des technologies et des procédés. Il fallait, de plus en plus, les intégrer dans des technologies plus complexes comprenant une part croissante d'instrumentation de mesure et d'analyse, marque des procédés modernes performants.

Et puis, pour donner le courant vital nécessaire à l'avenir d'Interchimie, j'ai voulu introduire davantage la chimie avec toute sa capacité de création mais aussi ses exigences.

**AC :** Les tendances prises par votre salon pour trouver sa spécificité sont connues : vous voulez lui donner un caractère technologique de pointe à l'image de la performance de la recherche française dans ce domaine. Si la place de la chimie française au plan européen et mondial est reconnu, peut-on dire de même en ce qui concerne les équipementiers de cette industrie et



peut-on comparer ce marché avec celui de l'Allemagne où l'Achema est une vitrine remarquable des équipements lourds utilisés dans l'industrie chimique. Pensez-vous que votre salon soit plus international ?

**P.F. :** Notre salon tend en effet à s'internationaliser. C'est une tendance naturelle dès lors que l'on recherche l'excellence. Mais plus précisément nous voulons d'abord lui donner une assise européenne parce que la chimie européenne, il faut le rappeler, est la première du monde et parce que la France a une position géographique centrale dans l'Europe de la chimie, au cœur des sites industriels et des universités.

**AC :** Nous remarquons que votre première préoccupation est d'ouvrir dans la nomenclature d'Interchimie une part très importante réservée aux technologies, que ce soit dans le domaine des techniques de protection de l'environnement, des techniques de recyclage de matière première par l'industrie chimique ou de celles concernant l'élimination des déchets industriels. Pensez-vous que cette orientation soit la spécificité d'Interchimie ?

**P.F. :** Oui. Ce sont les technologies et surtout leurs performances comparées qui constituent l'intérêt d'un salon moderne. A ce titre, il faut bien distinguer deux classes de technologies : celles qui contribuent à la productivité et à la rentabilité des procédés et puis celles qui permettent aux entreprises de mieux assumer leurs responsabilités en terme de sécurité et d'environnement.

Celles-ci sont tout autant que les premières au cœur de la compétitivité des entreprises, mais on constate qu'elles font l'objet de davantage d'échanges, davantage d'ouverture. Pour cette raison, nous renforçons notre offre en matière de traitement des eaux, d'épuration de l'air, de destruction des déchets, etc.

En raison de la sévérité des exigences réglementaires, mais aussi parce que les industriels engagent franchement leur responsabilité, il y a là un domaine de forte créativité et en pleine croissance.

**AC :** Comment situez-vous Interchimie par rapport aux grands salons européens qui sont de même nature, en particulier Achema, Expoquimia et Rich e Mac. Ces manifestations ont toutes un caractère de salon d'échantillons et sont souvent le rassemblement sur un même site de salons plus spécialisés, que ce soit dans le domaine du contrôle industriel, des techniques du laboratoire, des techniques de corrosion etc. Pensez-vous que cette tendance de salon "échantillon" est celle qui prendra le pas dans les années à venir ? Interchimie envisage-t-il de s'en inspirer ?

**P.F. :** Vous avez posé le problème de notre stratégie. Ce que nous recherchons avec passion ce sont les meilleures réponses aux attentes de tous les acteurs de la chimie. Je le souligne à nouveau, ceux-ci viennent sur un salon pour trouver des solutions performantes à leurs problèmes de productivité et de responsabilité.

Notre offre s'ordonne autour de trois grands axes : les équipements de base et les machines, les techniques de mesure et d'analyse, enfin les outils méthodologiques informatisés.

L'intégration de ces technologies, c'est le génie des procédés, le fil conducteur, c'est la chimie.

Interchimie gère sa communication pour répondre aux interactions nécessaires entre ces grands secteurs technologiques en les plaçant dans le champ de la connaissance scientifique et technique. C'est certainement là son originalité.

**AC : Quel est le profil idéal du visiteur d'Interchimie?. Est-ce l'homme de recherche, l'homme de concept, de process, le responsable de fabrication ou des achats ?**

**P.F. :** Je ne pense pas qu'il faille distinguer l'homme de conception des procédés de l'homme d'exploitation. Leurs exigences de base sont les mêmes. Nous voulons attirer sur Interchimie et intéresser avant tout

des gens compétents, des professionnels quel que soit leur domaine. Notre rôle est d'organiser les visites et des rencontres pour les rendre les plus fructueuses. Croyez-moi c'est un métier difficile dans le monde sans cesse plus complexe de la chimie. Mais c'est un métier dont l'utilité s'impose et s'imposera encore davantage demain.

**AC : Nous parlons aujourd'hui beaucoup de la formation des ingénieurs chimistes à l'horizon de l'an 2000. Est-ce qu'Interchimie pourrait avoir la vocation d'un salon éducatif, notamment pour présenter à ces jeunes, qui visitent déjà Interchimie, les cycles de formation qui seront ceux de l'an 2000 proposés par l'industrie ?**

**P.F. :** Nous développons sur Interchimie les rencontres entre ceux qui pratiquent les métiers de la chimie et les formateurs et les

étudiants. Interchimie est en effet une circonstance sans équivalent où, devant la réalité exposée, les vraies questions émergent pour l'actualisation des programmes et la finalité des enseignements. Nous stimulons aussi bien la curiosité des étudiants que l'imagination des enseignants. Mais bien entendu nous n'allons pas plus loin.

**AC :** Pierre Fillet, *L'Actualité Chimique* vous remercie de vos commentaires présentant votre stratégie. Quelle est votre conclusion ?

**P.F. :** Interchimie a l'ambition de devenir un très grand salon, un salon digne de la chimie française, la quatrième du monde, la troisième pour l'exportation et sans aucun doute l'une des plus dynamiques, un salon qui contribuera à ses progrès et à son image.

## Interchimie 93

Paris-nord Villepinte - 29 mars- 2 avril 1993

### L'exposition

Interchimie 93 - l'exposition internationale du génie des procédés - accueillera plus de 800 exposants de 15 pays sur une surface de 50.000 m<sup>2</sup>. On y trouvera une information complète et variée sur les automatismes, l'analyse et la mesure dans les procédés ainsi que sur les technologies de la formulation des produits de spécialité et sur les nouveaux concepts en génie des procédés, regroupée autour de cinq grands secteurs :

- génie chimique et génie des procédés,
- équipement et production,
- qualité,
- informations scientifiques et techniques,
- sécurité et environnement.

Information/invitations : SEPIC- Interchimie, 1, rue du Parc, 92593 Levallois-Perret Cedex. Tél : (1) 47.31.15.55 (télécopie : (1) 49.68.54.84).

### Les conférences

- 16<sup>e</sup> Conférence internationale des industries chimiques

A l'occasion d'Interchimie 93 se tiendra la 16<sup>e</sup> Conférence internationale qui est également la 503<sup>e</sup> manifestation de la Fédération Européenne du Génie Chimique.

Une semaine de conférences, de démonstrations, de débats, consacrée au "bon choix des équipements et des technolo-

gies" sera animée par des industriels, des utilisateurs, des chercheurs universitaires et industriels, des équipementiers, des assembleurs. L'organisation est assurée par :

- le GFPG (Groupe Français de Génie des Procédés),
- la FFA ( Fédération Française de l'Analyse - GAMS, SCI, SFC),
- le GAMS (Groupe pour l'Avancement des Sciences analytiques),
- la SITL (Semaine Internationale du Transport et de la Logistique),
- la SCI (Société de Chimie Industrielle),
- la SFC (Société Française de Chimie),
- l'UIC (Union des Industries chimiques).

Cette manifestation comprendra des conférences plénières, des communications orales et affichées et des tables rondes, mais aussi des démonstrations de matériels sur les stands des exposants et dans des espaces réservés. Le comité d'organisation a mis sur pied les colloques suivants :

- Récents progrès en génie des procédés : conduite intelligente des procédés d'élaboration et de transformation des matériaux (29 mars),
- la mesure par l'image (30 mars),
- agitation/mélange - rencontre des constructeurs, des utilisateurs et des chercheurs (31 mars),

traitement et valorisation des effluents liquides industriels (1er avril).

- Qualité et sécurité dans l'industrie chimique :

le transport des matières dangereuses dans la chaîne logistique des industries chimiques en Europe (29 mars),

l'assurance qualité dans l'industrie chimique

- exemples de domaines d'application (30 mars).

- Mesure et analyse industrielles :

traitement des données analytiques, analyse statistique, chimiométrie (30 mars),

techniques analytique avancées, nouveaux capteurs et fibres optiques (31 mars),

analyse et mesure dans le contrôle de l'air (1er avril),

analyse et mesure dans le contrôle des eaux (1er avril).

**Renseignements :** Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. : (1) 45.55.69.46 (télécopie : (1) 45.55.40.33).

- *Journée "Pompes"*, le pompage des matières dangereuses : qualité, sécurité (1er avril 9 h-12 h 30).

**Renseignement :** AFCP, Cedex 72, 92038 Paris La Défense. Tél. : (1) 47.17.62.84 (télécopie : (1) 47.17.63.00).

## NÉCROLOGIE

## Léon Denivelle (1905-1992)



Léon Denivelle nous a quittés le 14 octobre et c'est avec une très grande tristesse que les milieux scientifiques et industriels, les grands corps de l'État, tous ses amis ont appris la nouvelle de sa mort.

Nul ne s'attendait à une fin aussi brutale de l'homme en pleine possession de ses moyens qui, pendant plus de soixante ans, aura laissé sa marque en de nombreux domaines des sciences et de l'industrie, par une activité et une réussite l'une et l'autre exemplaires.

Que Léon Denivelle ait pu assumer de front, avec le même succès, toutes ses fonctions d'enseignant, de chercheur, de chef d'industrie, d'animateur de multiples organismes officiels ou privés, suscitait l'étonnement et l'admiration de tous ceux qui l'approchaient. C'était un homme complet. Doué d'une mémoire prodigieuse, il avait une capacité remarquable à saisir l'essentiel d'une question.

Il pouvait aborder les sujets les plus divers, mais toujours en concentrant son attention sur l'objectif choisi. A aucun moment, quand on le consultait, il ne semblait avoir d'autre préoccupation que d'écouter et d'être utile à son interlocuteur.

Ayant amorcé une brillante carrière de chercheur et d'enseignant, c'est cependant à partir de 1946, lorsqu'il fut associé à l'équipe Raoul Dautry au ministère de l'Armement, qu'il eut l'opportunité de manifester pleinement toutes ses qualités : courage, esprit de décision, rigueur, juste appréciation des hommes et des faits... lors des missions délicates qui lui furent confiées. Il eut également l'occasion de contacts fructueux avec de nombreuses personnalités du monde scientifique et industriel, toutes circonstances qui l'orientèrent, dans les années qui suivirent la Libération, vers de nouvelles activités, avec des responsabilités de plus en plus importantes au service de l'État ou de l'industrie.

### DES DONNS EXCEPTIONNELS

Né le 30 août 1905 à Héricourt (Haute-Saône) de parents instituteurs, Léon Denivelle manifesta tout au long de ses études primaires, secondaires et universitaires des dons exceptionnels : reçu 1<sup>er</sup> au certificat d'études du département, reçu avec la mention "très bien" au baccalauréat, rentré en 1922 à l'École Supérieure de Chimie de Mulhouse, il en sort en 1926 le plus jeune ingénieur de France.

Successivement assistant au Laboratoire de chimie organique, chef de travaux, chargé de cours en 1929, il est nommé professeur en 1936. En 1937, il prend la direction du Laboratoire du caoutchouc fondé grâce à une subvention d'un ancien élève de l'École, Roger N. Wallach. Léon Denivelle fait porter les premiers travaux de ce laboratoire sur la synthèse des monomères diéniques et réalise la préparation du butadiène - selon une voie inédite alors - par pyrolyse des diesters de butane-2,3-diol.

Ces travaux attirent l'attention de J. Blumenfeld, ancien élève de G. Urbain, spécialiste des terres rares et administrateur de la société Thann et Mulhouse. Une très solide amitié lie rapidement les deux hommes, mais la guerre éclate et interrompt la carrière universitaire déjà brillante de Léon Denivelle.

Mobilisé en 1939, il est appelé au cabinet de R. Dautry, ministre de l'Armement. Il fait la connaissance de nombreuses personnalités : R. de Vitry, Longchambon, Hely d'Ossel, de Vogüé et prend contact avec le milieu de l'industrie chimique.

Lors de l'offensive allemande, il effectue avec brio des missions délicates. Sous les bombardements, il réussit à faire évacuer le matériel et les stocks de l'usine belge du Tertre, près de Mons - ce qui lui vaut une citation à l'Ordre du ministère de l'Armement (mai 1940). Il participe à l'évacuation des stocks d'eau lourde et cache des minerais de thorium.

A l'armistice, il est à Bordeaux avec son ami F. Joliot et ils suivent les conseils du ministre Bichelonne de rester en France.

L'école de Mulhouse est repliée à Lyon où Denivelle reprend son enseignement. Mais la chaire de chimie tinctoriale du Conservatoire des Arts et Métiers est déclarée vacante au début de 1941. Il s'y présente et y est brillamment élu. Il met en route un enseignement dont le programme s'étend sur deux ans : les produits intermédiaires, les colorants, leurs applications aux textiles. Ce dernier chapitre profite peu à peu des changements intervenus pour devenir une introduction à la chimie macromoléculaire.

Dans son laboratoire, le Syndicat de l'industrie française du caoutchouc, dont il est conseil, lui affecte un ingénieur et il y abrite deux jeunes chimistes de valeur : Joseph Zeltner (mort en déportation) et Michel Genas. Il dirige leurs travaux orientés vers la transformation de l'huile de ricin en acide amino-11-décanoïque. Celui-ci est la matière première d'un nouveau polyamide, le Rilsan, développé plus tard par Organico puis par Rhône-Poulenc et Elf-Aquitaine.

Cette activité scientifique n'empêche pas Léon Denivelle de prendre part activement à la Résistance et aux services de renseignements. Il n'en parlera jamais, par modestie, mais il a laissé le récit de deux faits d'éclat : le professeur Langevin est assigné à résidence à Troyes, sous contrôle de la Gestapo, et on craint des représailles. Langevin est enlevé en automobile et conduit en Suisse. La même opération permet de mettre madame Joliot et ses enfants en sûreté. La croix de guerre avec étoile d'argent et la croix du combattant volontaire de la Résistance reconnaissent ses mérites (1944).

A la Libération, Dautry et Joliot organisent le Commissariat à l'Energie Atomique. Ils choisissent Denivelle comme secrétaire général (1945), poste dont il démissionnera en 1947 car d'autres perspectives s'ouvrent à lui. Il reste cependant membre du comité scientifique et du comité l'équipement industriel du CEA. et devient aussi conseiller scientifique du chef d'état-major de l'armée (novembre 1944), membre de la Commission de réforme de l'armée (1945) et secrétaire permanent du Comité scientifique de coordination des recherches de la Défense nationale (octobre 1945).

Plusieurs missions en Allemagne, de 1945 à 1948, lui permettent d'inventorier les moyens et méthodes de l'industrie chimique allemande. En 1949-1950, il est désigné par le gouvernement pour représenter la France à la commission tripartite d'experts pour la décartellisation de l'IG Farben Industrie.

En 1945, il est chargé de négocier des accords avec la Norvège.

Sans cesser son enseignement au CNAM, où les charges s'accroissent car il nommé,

lors de la création des départements, premier président du département chimie et biologie, il poursuit avec divers collaborateurs des travaux de recherche qui seront analysés plus loin. En 1948, il va commencer une carrière industrielle à Thann.

## SA CARRIÈRE INDUSTRIELLE

Dans cette petite ville alsacienne, au nord de la Thur, existe un complexe industriel de quatre sociétés juridiques liées entre elles. La plus ancienne, la Société des Produits Chimiques de Thann & Mulhouse (en abrégé TM), a été fondée au début du 19<sup>e</sup> siècle pour fournir les produits chimiques de base nécessaires à l'industrie textile locale. Reconstituée après la guerre 14-18, elle s'associe en 1922 avec la Société des Terres Rares (STR), animée par J. Blumenfeld et Georges Urbain, en vue de fabriquer le dioxyde de titane  $TiO_2$ , pigment blanc intéressant. En 1931, les Mines de Potasse et TM fondent la société Potasse et Produits Chimiques (PPC). A la même époque, se joint aussi une petite société, Organico.

Avant 1940, le site de Thann comprenait une électrolyse de chlorure de potassium produisant potasse, chlore, hydrogène, acide chlorhydrique, hypochlorite. A côté, des chambres de plomb fabriquaient l'acide sulfurique nécessaire à l'attaque de l'ilménite pour obtention du dioxyde  $TiO_2$ . Quelques autres productions complétaient l'ensemble (cérium par exemple).

A la fin de 1944, Thann resta un long moment sur la ligne de front et l'artillerie acheva les démolitions, aggravées par l'enlèvement d'une partie du matériel. Une usine de repli à la Rochelle, un atelier à Serquigny étaient également en ruine ou pillés.

Les conseils des diverses sociétés décidèrent la reconstruction sur place. Grâce à l'énergie de J. Blumenfeld et de Jacques Ourisson en 45-47, la production dans l'ensemble était voisine de celle d'avant-guerre. Mais, à la fin de 1947, Jacques Ourisson décédait brutalement. Léon Denivelle, alors âgé 42 ans, devint président-directeur général de PPC (1948-1977), Vice-Président de TM (1948-1956) puis Président-Directeur Général (1956-1971) d'Organico. Pendant 30 ans, il sera le maître de Thann au point qu'à sa mort la presse locale parla de sa "figure légendaire".

Habitant Paris, il se rend pratiquement chaque semaine à Thann et reste en communication téléphonique quotidienne avec l'usine.

Estimant que le dioxyde de titane est le produit d'avenir pour Thann, Denivelle décide de doubler les capacités pour

atteindre 15 t/j (4 000 t/an). Les difficultés sont considérables, non seulement à cause de la situation en France, mais aussi parce que les Anglais et les Américains ont fait des progrès importants pendant la guerre dans la technologie et la préparation de diverses qualités de  $TiO_2$ . De plus, ils ont pris le contrôle de la plupart des gisements d'ilménite. Doubler la production de  $TiO_2$ , c'est aussi doubler la capacité de l'acide sulfurique. Au lieu des chambres de plomb, Denivelle choisit le procédé Kachkaroff (1950). Dès mars 1951, Thann produit les 15 t/j prévues. Les qualités sont améliorées. L'expérience de STR permet la production d'oxyde de zirconium qui conduit à des applications pour le tannage et pour l'élaboration du métal demandé par le Commissariat à l'Energie Atomique. Parallèlement, le brome obtenu à partir des résidus de sylvinite permet la synthèse de l'acide bromhydrique et des bromures alcalins puis de quelques bromures organiques dont Thann deviendra peu à peu le producteur quasi exclusif. Une autre voie d'accès à  $TiO_2$  passe par le tétrachlorure  $TiCl_4$ . Si ce but n'est pas atteint,  $TiCl_4$  ouvre la voie au titane lui-même, de plus en plus demandé, et à des dérivés, titanates et fluotitanates, pour la métallurgie ou la céramique. Le succès de Thann suscite dans les années 50-60 des rivalités très dangereuses. Denivelle réussit à montrer qu'il ne peut y avoir en Alsace deux électrolyses produisant potasse et chlore, l'écoulement de ce dernier n'étant pas assuré. Il réussit ainsi à écarter des concurrents sur le marché de la potasse et Thann devient le principal fournisseur de ces sels.

Malgré des variations de grande amplitude du marché de  $TiO_2$ , Denivelle augmente encore la production de ce produit mais Thann ne s'y prête guère car les problèmes de pollution et l'évacuation des résidus se posent.

Il faut choisir un autre site après examen approfondi des diverses solutions. Denivelle porte son choix sur Le Havre où il peut acquérir un vaste terrain entre le canal de Tancarville et la mer. Il y fait construire une usine moderne, profitant de l'expérience de Thann. Mais les moyens de TM ne suffisent plus. Il faut s'associer avec Pechiney et Saint-Gobain, déjà actionnaires par l'intermédiaire de STR. Une nouvelle société, Les Produits du Titane, est constituée avec 50 % du capital pour TM et 25 % pour chacun des autres partenaires. Denivelle en est le premier PDG mais grâce à l'amitié de de Vitry (Pechiney) et d'Hely d'Oissel puis de de Vogüé (Saint-Gobain), il conserve une assez grande liberté d'action.

Pendant toute la durée de la construction de l'usine, il ajoute à ces premiers voyages quasi hebdomadaires à Thann de fréquents déplacements au Havre.

En décembre 1957, la fabrication peut commencer et il est déjà prévu de doubler la capacité de l'usine. Mais de très graves difficultés surgissent avec l'administration locale et les marins pêcheurs. La lutte dura des mois, se traduisant par la fermeture des ateliers, la nécessité d'évacuer les eaux résiduaires de plus en plus loin en mer, au prix d'investissements coûteux. Pendant ce temps, des concurrents installés dans la région de Calais ne sont pas astreints aux mêmes obligations. Les règlements communautaires mirent fin à ces inégalités.

En 1973, une demande d'extension de l'usine d'abord accordée, fut annulée par le tribunal administratif, entraînant l'arrêt de l'usine. En 1976, Denivelle, prolongé dans ses fonctions à titre exceptionnel, réussit à régler ces problèmes. Lorsqu'il quitte PPC en 76 et TM en 77 pour devenir président d'honneur de ces sociétés, la production du  $TiO_2$  est de 180 t/j au Havre et de 69 t/j à Thann. Il est prévu d'accroître encore ces livraisons. Les regroupements dans l'industrie française font que Rhône-Poulenc est maintenant maître d'œuvre.

## SES ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES

Au début de sa carrière à L'ESCM, dans le service du Professeur Martin Battegay, Léon Denivelle étudia tout d'abord le comportement spécifique des chlorures des acides trichlorométhane et tribromobenzène sulfoniques par analogie avec celui de l'acide trichlorométhane sulfonique, mettant en évidence notamment la stabilité de l'atome de chlore, la mobilité du groupe chlorosulfonyle et le pouvoir oxydant. Les résultats obtenus firent l'objet de sa thèse de doctorat de l'université de Strasbourg en 1929.

Ces premières recherches furent le point de départ d'une étude générale de la réactivité du chlorure de sulfuryle qui peut se comporter, suivant les conditions opératoires, comme agent chlorurant, comme chlorure d'acide sulfurique ou comme dichlorure d'acide sulfurique.

Le premier volet de cette activité fut illustré, notamment, par l'élimination des groupes nitro des mononitro-, dinitro-, trinitrobenzènes avec obtention d'hexachlorobenzène.

Quant à l'action comme chlorure d'acide sulfurique, de dichlorure d'acide sulfurique, elle fut mise en évidence par Léon Denivelle en préparant des séries inédites de composés dans lesquels le groupe  $-SO_2Cl$  est fixé, soit sur un atome d'oxygène ( $-O-SO_2Cl$ ) soit sur un atome d'azote ( $>N-SO_2Cl$ ), composés dont il étudiera les propriétés.

Ainsi, par action du chlorure de sulfuryle sur les phénols dans des conditions bien particulières, Léon Denivelle prépare les

arylchlorosulfates jusqu'alors inconnus, mais il recherche également de nouvelles voies d'obtention, par action de chlore ou de brome, sur les arylsulfites, ce qui lui permet d'accéder aussi aux arylbromosulfates alors inconnus.

Une partie importante des recherches de Léon Denivelle a été consacrée à l'étude de la réactivité des arylchlorosulfates vis-à-vis des phénols, conduisant pour la première fois aux sulfates neutres d'aryle symétriques ou dissymétriques, ainsi qu'aux sulfates d'arylène.

L'action du chlorure de sulfuryle sur les arylamides, les arylsulfonamides, ou encore les arylèneimides, sous forme de leurs dérivés métalliques (sodés ou potassés) permet d'introduire, sur l'azote, le groupe chlorosulfonyle  $>N-SO_2Cl$ , alors que les mêmes arylamides ou sulfonamides non métallisés sont uniquement chlorés dans le noyau ; ainsi les deux modes de réaction du chlorure de sulfuryle sont-ils, une nouvelle fois, mis en évidence. La préparation d'aminosulfonamide ou d'alcoylaminoalcoylsulfonamide, à partir des arylchlorosulfates, des sulfates d'arylène, ou des dérivés N-chlorosulfonylés est particulièrement intéressante.

La première partie de ces travaux sur "les esters aromatiques de la chlorhydrine sulfurique et de l'acide sulfurique" fit l'objet de la thèse de docteur ès sciences physiques de Léon Denivelle, soutenue en 1937 devant la faculté des sciences de l'université de Paris.

Après la période de guerre, Léon Denivelle poursuivra des travaux de recherches au CNAM, essentiellement dans deux directions : l'étude de la perhalogénéation des phénols polyhalogénés et l'étude de l'action des halogénures de cyanogène sur une série de dérivés phénoliques. Mais d'autres sujets furent également abordés, comme la décomposition d'hypochlorites d'alcoyle à longue chaîne, avec formation d'alcools chlorés en position 4, ou l'oxydation d'amines polyhalogénées et de phénols polyhalogénés conduisant, notamment, à l'obtention des polyéthers correspondants, pouvant être filés à l'état fondu.

En ce qui concerne les produits perhalogénés des phénols, Léon Denivelle et Roland Fort ont apporté une importante contribution à la connaissance de la constitution de ces dérivés en montrant, au moyen d'études spectroscopiques poussées et contrairement aux hypothèses de certains auteurs, que les produits obtenus ne sont pas des esters hypochloreux ou hypobromeux de phénols polyhalogénés, mais des dérivés polyhalogénés de cyclohexa-1,5-diène-3-one et de cyclohexa-1,4-diène-3-one.

Les recherches les plus marquantes dans ce domaine concernèrent l'action du chlore

sur le pentachlorophénate de sodium dans le tétrachlorure de carbone à 0 °C, qui conduit à un dérivé d'o-quinone : le 1,2,4,4',5,6-hexachlorocyclohexa-1,5-diène-3-one. En engageant le pentabromophénate de sodium, on obtient le chloropentabromocyclohexa-1,5-diène-3-one, qui peut subir une transposition en chloropentabromocyclohexa-1,4-diène-3-one. Mais, en remplaçant le chlore par le brome que l'on fait réagir sur des dérivés penta, 2,3,4,6-tétra-2,4,6 trichlorophénates, on obtient presque exclusivement les dérivés correspondants de cyclohexa-1,4-diène-3-one.

Au cours de l'étude de la perchloruration des phénols dans des conditions encore plus drastiques, un nouvel isomère d'octochlorocyclohexénone a été isolé et caractérisé par spectrométrie. Ce dérivé, dit  $\delta$ , est le 2,2,3,4,5,5,6,6-octochlorocyclohex-3-ène-1-one, en passant intermédiairement par le 1,2,4,4,5,6-hexachloro cyclohexa-1,5-diène-3-one.

Toujours dans l'étude d'ensemble de la chloruration des phénols, on mentionnera encore l'obtention de tétrachlorogaiacol qui, jusqu'alors, ne semblait pas avoir été préparé par voie directe.

Poursuivant ses recherches sur la réactivité des phénates et des phénols polysubstitués, Léon Denivelle a étudié, avec Mir Hedayatullah, le comportement de toute une série de ces dérivés vis-à-vis des halogénures de cyanogène.

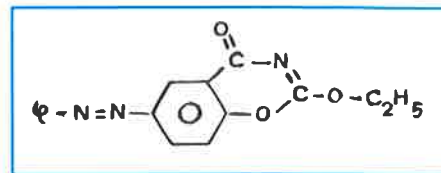
Il a pu montrer que les substitués, selon leur caractère électrophile ou nucléophile, selon leur empêchement stérique, pouvaient orienter différemment ces réactions. Ainsi, à partir des phénols polychlorés ou polybromés, on obtient des esters iminocarboniques, alors que les 2,4,6-tri-tertbutylphénols ou les 2,4,6-triphénylphénols conduisent aux cyanates.

Le mécanisme de formation des esters iminocarboniques, avec passage intermédiaire par les cyanates correspondants, a pu être précisé grâce au choix judicieux des phénols engagés (2,6-diméthylphénol) et des conditions particulières de réaction.

Cette étude étendue aux dérivés polyhalogénés de p-diphénols (hydroquinone) et d'o-diphénol (pyrocatechine) a permis d'obtenir des polyimino-polyhalogéno-arylcarbonates, ainsi que les premiers esters iminocarboniques internes d'arylène, jusqu'alors inédits, par exemple les iminocarbonates de 3,4,5,6-tétrachloro (ou 3,4,5,6-tétabromo)-1,2-phénylène.

Généralisée à des molécules plus complexes comme le 4-hydroxyazobenzène, ou ses dérivés, l'action des halogénures de cyanogène conduit aussi facilement aux esters cyaniques.

Lorsqu'un groupe carbéthoxy se trouve en ortho de l'OH, on obtient, par cyclisation interne, des benzoxazinones du type :

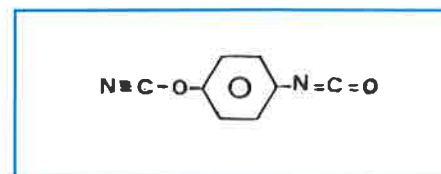


Le groupe  $-OC_2H_5$  peut être remplacé par un reste  $-NHC_6H_5$  sous l'action de l'aniline. Ces benzoxazinones sont colorées et on peut les rendre solubles par réaction avec l'acide sulfurique, le glyco-colle, la  $\beta$ -alanine. Ils constituent alors des colorants pour polyamide.

Des dérivés analogues ont été préparés pour la première fois en série anthracénique, ainsi le 2-carbéthoxy-3-cyanatoanthracène dont les réactions ont été étudiées, notamment sa transformation en anthraoxazinone correspondante.

Avec le p-hydroxy-2,5-diméthylazobenzène, le cyanate formé à partir de bromure de cyanogène conduit à des dérivés hétérocycliques par réactions avec l'azoture de sodium ( $N_3Na$ ), avec le diazoacétate d'éthyle, la diphenyl-nitrone...

Les hydroxybenzoylazides réagissent avec le bromure de cyanogène en présence d'amine tertiaire pour former les cyanatobenzoylazides lesquels, par dégradation de Curtius, donnent des molécules possédant à la fois une fonction cyanate et une fonction isocyanate, par exemple le cyanato-4-isocyanatobenzène :



et son isomère, le dérivé 3-cyanato. La réactivité comparée des deux groupes fonctionnels a été étudiée.

Ainsi, le groupe isocyanato réagit plus vite avec les agents d'hydrolyse que le groupe cyanato.

Il examine aussi l'oxydation des amines et montre que, dans des conditions convenables, on peut obtenir soit des azoïques, soit des composés nitrosés ou même des dérivés nitrés ce qui est la voie inverse de celle qui conduit généralement aux amines.

## AUTRES ACTIVITÉS

À côté de son métier de professeur au CNAM, de directeur de recherches et de son rôle dans le développement de TM et de PPC, Denivelle a encore du temps à consacrer à d'autres fonctions.

Ses liens d'amitiés avec J. Blumenfeld, beau-frère de Ch. Weizmann, premier Pré-

sident de l'Etat d'Israël, amènent ce dernier à le prendre comme conseil pour le développement de l'industrie chimique à partir des sels de la mer Morte. Il est nommé membre du bureau consultatif technique du ministère de l'Industrie (1948-1970). Tout naturellement, au décès du général Koenig, il lui succédera à la présidence de la chambre de commerce France-Israël dont il deviendra ensuite président d'honneur. De nombreuses écoles de chimie ont sollicité Denivelle de les faire profiter de son expérience en le nommant membre de leur conseil d'administration : l'École Supérieure de Physique et Chimie Industrielles de la ville de Paris, les écoles de Mulhouse, Strasbourg, Rouen.

Dans l'industrie, également, il fut administrateur de plusieurs sociétés : Rhône-Poulenc Industries, Soudières Réunies, Valentinoise d'Applications Textiles, Schaeffer et Cie, Schaeffer Engineering, Société Alsacienne de Banque. Il fut censeur, puis conseiller de la Banque de France à Mulhouse (1955-1975) dont il resta conseiller honoraire, et aussi conseiller scientifique de l'Institut Textile de France de 1945 à 1975.

Au décès de Maurice Letort, il devient président de la Société de Chimie Industrielle (SCI) et, grâce à ses relations nationales et internationales, il peut rétablir des liens notamment avec la branche américaine. Il eut le plaisir et l'honneur de présider, à l'occasion du 200<sup>e</sup> anniversaire de l'indépendance de Etats-Unis, le Congrès franco-américain de Valley-Forge.

Il relance aussi les liens de la SCI avec les fédérations européennes du génie chimique, de la corrosion et de la biotechnologie.

En 1974, l'Union des Industries Chimique (UIC), consciente de l'acuité des problèmes de l'environnement, fonde une association, "Chimie et Ecologie", dont Denivelle fut le premier président avant

d'en être président d'honneur. Les problèmes qu'il avait dû résoudre au Havre lui donnaient une compétence inégalée dans ces questions.

De nombreuses sociétés ou institutions ont fait appel à lui comme conseil : Produit Chimique de Saint-Denis, Compagnie Française de Matières Colorantes, Electrochimie d'Ugine, Constructions Electriques Alsthom, Tréfileries et Laminoirs du Havre, Compagnie Française de Raffinage.

Il participa également à de nombreuses commissions : commission de la chimie des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> plans, président du groupe de recherches et formation professionnelle de la commission de modernisation et d'équipement des industries chimiques du 3<sup>e</sup> plan, membre du Conseil Supérieur de la Recherche Scientifique et du Progrès Technique (1954).

Au CNRS, il fut membre de la commission des matières plastiques (1939), de la commission de chimie organique et biologique (1946), puis de chimie organique (1962) ; membre du conseil de la Société Chimique de France (1945) ; membre du conseil d'administration de la Maison de la Chimie (1945) ; membre du conseil d'administration de l'information chimique ; président du Centre de Perfectionnement Technique (1976-1986) ; membre du Conseil Supérieur de l'Hygiène Publique (1976-1984).

Le 23 octobre, une semaine après sa mort, il était proposé comme "Homme international de l'année" par l'International Biographical Centre de Cambridge (G-B).

## ■ DÉCORATIONS

En dehors de celles déjà mentionnées, Léon Denivelle est nommé chevalier de la Légion d'honneur en 1946, puis officier en 1958 et enfin commandeur en 1991.

Il est également officier de l'Instruction publique (1956), commandeur de l'ordre

du Mérite (1973) et commandeur de la Croix du Sud (Brésil, 1953).

## ■ L'HOMME

De taille moyenne, bien proportionné, Léon Denivelle était d'une très grande courtoisie. Doué d'un réel sens diplomatique, il savait persuader et convaincre mais ne s'imposait pas. Dans les discussions, il restait impassible, n'élevant jamais la voix. Il était toujours disponible pour ses amis, mettant à leur profit les nombreuses relations qu'il avait nouées dans tous les milieux.

Il aimait les hommes, savait les écouter, les diriger. Son sens social permit que Thann ne souffrit pas des heures difficiles de 1968. Tous ses collaborateurs se plaisent à reconnaître ses qualités humaines et sa simplicité mais aussi sa volonté. Très attaché à sa famille, fidèle à ses amis, il menait une vie très active mais réservait cependant, chaque année, pendant très longtemps, une "semaine alpine", au cours de laquelle, avec quelques vieux amis, il effectuait de longues marches à pied en Alsace, dans les Vosges, en Suisse.

Peu d'hommes ont su comme lui, mener de front le métier de professeur, de directeur de recherches, de conseil et de chef d'industrie.

Un hommage particulier doit être rendu à son épouse et à sa soeur qui l'ont constamment aidé et soutenu.

Jean Meybeck,  
directeur honoraire  
de l'École Nationale Supérieure  
de chimie de Mulhouse.

Henri Wahl,  
directeur honoraire  
de l'École Nationale  
de chimie de Nancy,  
professeur honoraire au CNAM

*L'Actualité Chimique* rappelle à ses lecteurs qu'elle peut servir les numéros à thèmes qu'elle a publiés au cours de ces dernières années. Pour mémoire :

- **Les transferts de protons** (janvier-février 1991).
- **Formula II** (1990) : conférences plénières (mai-juin 1991).
- **Les semi-conducteurs**, congrès 1990 du Groupe Français de Spectrométrie Mössbauer (septembre-octobre 1991).
- **L'électrochimie** (janvier-février 1992).
- **La microscopie à effet tunnel** (mars-avril 1992).
- **Les matériaux d'avenir**, colloque 2 de SFC 91, (septembre-octobre 1992).

Le numéro : **200 F**

### Commande :

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

## INFORMATIONS

**L'ANNÉE 1992 A ÉTÉ DIFFICILE POUR ELF, LES PERSPECTIVES SONT INCERTAINES POUR 1993**

Loïk Le Floch-Prigent, président d'Elf Aquitaine, a présenté, le 26 janvier dernier, les estimations du groupe pour l'exercice passé. L'année 1992 a été difficile : fluctuation du cours du brut, le cours du dollars souffrant des incertitudes politiques, la demande déprimée donc des excédents de capacités. Toutes ces raisons ont conduit à un résultat net estimé à 6,2 GF, en baisse de 36,7 % par rapport à celui de l'exercice 1991. Le chiffre d'affaires devrait atteindre 200 GF (200,7 GF en 1991). Notons que la marge brute d'autofinancement, de 23,5 GF (26,4 GF en 1991), est en recul de 11 %. L'équilibre des actifs permet de maintenir un cash flow suffisant pour générer le développement du groupe. Hors éléments non récurrents, le résultat net 1992 de 5,8 GF fait apparaître un recul de 35 % par rapport à celui de 1991 qui atteignait 8,9 GF).

Citons quelques faits marquants du groupe l'année passée pour les secteurs de la chimie et de la santé : l'alliance pour les PMMA avec Rohm & Haas, la crise dans les engrais aggravée par l'effet psychologique de la nouvelle PAC et des discussions du GATT. Pour la chimie fine et les spécialités, la situation a été plus favorable. Pour la santé, les résultats ont été réguliers alors que, pour la chimie, 80 % ont été réalisés dès la mi-92. La pharmacie restant le métier principal de Sanofi, la recherche de nouvelles molécules est prometteuse, avec leur commercialisation prévue pour 1997-2000. Remarquons également que 2 GF sont investis par an dans la recherche dans le secteur de la pharmacie. En 1993, on s'attend à une augmentation de 18 % du chiffre d'affaires pour ce secteur.

Les perspectives pour 1993 sont incertaines pour Elf, l'interrogation sur la relance reste entière, Elf prévoit un ralentissement des investissements qui n'affectera pas les grands projets ni la défense de l'environnement ; des désinvestissements sont prévus - un peu moins de 3 GF d'actifs. Mais, si l'on constate une reprise, le groupe est prêt à relancer les investissements.

**LE MARCHÉ EUROPÉEN DES POLYURÉTHANNES**

Un taux de croissance de 2,8 % par an au cours des cinq prochaines années est prévu pour l'industrie européenne des polyuréthanes, malgré les contraintes écologiques à propos des CFC et du recyclage. La consommation d'isocyanates et de polyols est estimée à 1,665 Mt en 1991.

Ces chiffres sont tirés d'une nouvelle étude, publiée par IAL Consultant, et qui est intitulée "Polyurethane Chemicals and products in Europe" (remise à jour d'une étude de 1989).

*IAL Consultants, 14 Buckingham Palace Road, London SW1W 0QP. Tél. : +44 (71) 828 5036 (télécopie : +44 (71) 828 9318).*

**BASF ET ICI ÉCHANGENT CERTAINES DE LEURS ACTIVITÉS MATIÈRES PLASTIQUES**

BASF, qui possède déjà une capacité de 300 000 t pour le polypropylène, reprendrait l'activité polypropylène d'ICI, soit une capacité de production annuelle de 300 000 t (unités de production de Wilton en Grande-Bretagne et de Rozenburg aux Pays-Bas).

De son côté, ICI devrait reprendre les activités de deux filiales de la BASF : Researt GmbH à Mayence (RFA) et Critesa SA à Barcelone (Espagne), deux firmes spécialisées dans les thermoplastiques, notamment le polyméthacrylate ou verre acrylique (PMMA).

**RHÔNE-POULENC CHIMIE REPREND THANN ET MULHOUSE**

Rhône-Poulenc SA cède à Rhône-Poulenc chimie ses parts (majoritaire à plus de 98 %) dans la société Thann et Mulhouse. Cette mesure a pour but de lui confier la responsabilité juridique d'une société dont elle assure depuis longtemps la supervision. Cette opération purement technique confirme l'engagement de Rhône-Poulenc dans Thann et Mulhouse, société spécialisée dans l'oxyde de titane, dont le chiffre d'affaires s'élève à 1,3 GF réalisé à partir des sites industriels du Havre et de Thann.

**MERCK CLÉVENOT RACHÈTE PROLABO**

Les Laboratoires Merck-Clévenot SA, filiale française de Merck AG (Suisse), appartenant au groupe allemand E. Merck, ont acquis auprès de Rhône-Poulenc la totalité des actions Prolabo SA. L'acquisition comprend également la filiale de Prolabo, Cofralab, Bordeaux (CA de 100 MF), un revendeur grossiste pour les laboratoires.

Prolabo assure la production et la commercialisation de produits, matériels et instruments pour les laboratoires (CA 485 MF en 1992).

Merck-Clévenot réalise un chiffre d'affaires d'environ 440 MF dans le domaine des réactifs et instruments de laboratoires.

Merck et Prolabo se positionnent sur le marché français par la complémentarité de leurs programmes, l'offre des deux sociétés comprend des produits chimiques et des réactifs de laboratoires aussi bien courants que très spécialisés, mais également du matériel courant, de l'appareillage et de l'instrumentation scientifique, citons le four à microondes focalisées dont le taux de croissance est de 25 % par an.

Le groupe Merck (pharmacie, produits de la chimie fine, vaste gamme de réactifs et d'instruments) réalise un chiffre d'affaires mondial de 16 GF.

**AIR PRODUCTS ACQUIERT LE SECTEUR DMP DE ROHM & HAAS**

Pour diversifier sa gamme de durcisseurs pour résines époxy, Air Products and Chemicals, Inc. a acquis le secteur des diméthylaminométhylphénols (DMP) de la société Rohm & Haas.

**DOW FERME PLUSIEURS UNITÉS**

Dow cessera l'exploitation de plusieurs unités de production sur son site de Bilbao (Espagne) au cours du 1er trimestre, pour s'adapter aux fluctuations de l'offre et de la demande et pour se recentrer sur les unités plus productives.

La ligne de production de polystyrène sera arrêtée provisoirement, tandis que l'unité de latex styrène butadiène sera définitivement fermée. Une seconde ligne de production de polystyrène sera maintenue en activité ainsi que celle de Styrofoam.

Dow fermera, en avril prochain, également pour les mêmes raisons, la ligne de production de polystyrène qu'elle exploite depuis 1976 à Livourne (Italie). Rappelons que le groupe a mis récemment en service une unité de production ultramoderne à Tessenderlo (Belgique).

**LATEX ACRYLATE : MISE EN SERVICE D'UNE UNITÉ EN RFA POUR DOW**

Dow Europe annonce la mise en service de son unité de production de latex acrylate à Rheinmunster, en Allemagne. L'unité produira du styrène acrylate, des acrylates purs et du latex copolymère acrylate. Capacité de production : 500 000 t/an pour cette première phase.

Dow renforce ainsi sa position d'important fournisseur dans le domaine des polymères en émulsion.



### UNE UNITÉ DE COMPOUNDS VINyliques ELF ATOCHEM EN SAXE

Située à Eilenburg, près de Leipzig, cette nouvelle unité d'Elf Atochem aura une capacité de production supérieure à 25 000 t/an. La mise en service est prévue au 1er trimestre 1994. A cette occasion, Elf Atochem Sachsen a été constitué pour la mise en œuvre de l'investissement et la commercialisation des produits, tant en Allemagne qu'à l'exportation.

### IMPORTANT INVESTISSEMENT D'AIR PRODUCTS AUX PAYS-BAS

Dans le cadre de cet investissement de plusieurs millions de dollars pour la construction d'une usine d'hydrogène et d'oxyde de carbone, le rachat potentiel de l'usine d'ammoniaque de Kemira à Pernis est prévu. Cette installation ferait l'objet d'importants travaux d'extension et de modification.

La plus grande partie de la production d'hydrogène irait, par oléoduc, à la raffinerie d'Esso Nederland BV à Rotterdam pour alimenter l'hydrocraqueur qui sera mis en service en 1994. L'hydrogène servira à la désulfuration des produits pétroliers.

### UNE UNITÉ CORNING POUR LE VERRE LCD AU JAPON

Corning a démarré, au Japon, la construction d'une unité de fusion pour la fabrication de verre plat de précision utilisé pour les écrans d'affichage par cristaux liquides à matrice active.

Corning Japon est le leader mondial du verre plat de haute précision utilisé pour ces écrans. L'affichage LCD permet l'écran couleur pour des produits tels que les téléviseurs et les ordinateurs portables.

Corning Japon KK est une filiale à 80 % de Corning Incorporated.

### RHÔNE-POULENC ET LA SNCF SIGNENT UNE CHARTE DE QUALITÉ

En décembre dernier, Rhône-Poulenc et la SNCF ont décidé de formaliser dans une charte leur engagement respectif pour l'assurance qualité - certification qualité ISO 9000 pour Rhône-Poulenc, système d'assurance de la qualité pour la SNCF.

Rappelons que Rhône-Poulenc, principalement son secteur IOM (Intermédiaires organiques et minéraux), transporte annuellement 8,5 Mt de produits, dont 50 % par la route, 30 % par le rail et 20 % par voie fluviale. Rhône-Poulenc est un des tout premiers clients de Fret SNCF.

C'est au terme d'une année de réflexion commune que s'est instauré ce processus. Les deux sociétés se sont donné un délai de deux années pour mener à bien leur démarche et parvenir à l'objectif commun.

### LES ACADÉMIES EUROPÉENNES D'INGÉNIEURIE CRÉENT UN CONSEIL CONSULTATIF

Les académies nationales d'ingénierie et les représentants nationaux d'organismes reconnus équivalents de 12 pays européens ont créé conjointement, le 11 décembre 1992, une nouvelle organisation appelée Euro-CASE (Conseil Européen des Sciences Appliquées et de l'Ingénierie).

Les objectifs de ce Conseil sont d'informer de manière objective et indépendante les pays de la Communauté européenne et ceux de l'AELB sur le développement technologique dans le domaine de l'ingénierie. Il vise à conseiller la Commission européenne, le Parlement européen et son Conseil social et économique, le Conseil des ministres ainsi que les diverses instances et personnes concernées et, d'une façon plus générale, le grand public.

Ce Conseil sera une organisation autonome qui coordonnera les différentes expertises individuelles concernant l'ingénierie et les sciences appliquées à l'intérieur des états membres. Son premier président sera un Britannique, Basil Butler, OBE Feng de la Royal Academy of Engineering ; le secrétariat général sera dévolu au CADAS (Comité des Applications de l'Académie des Sciences), sous la responsabilité de son délégué général Pierre Fillet.

Les académies et organismes d'Euro-CASE sont : la Belgique, le Danemark, l'Espagne, la Finlande, la France, l'Italie, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède et la Suisse. L'Allemagne étant présente en tant qu'observatrice et espère rejoindre rapidement le Conseil. D'autres pays d'Europe seront également invités à rejoindre ce Conseil.

### ZENECA PHARMA, UNE DIVISION D'ICI

Dans le cadre d'une réorganisation mondiale de ses activités, le groupe ICI a créé la division Zeneca regroupant les activités des secteurs pharmacie, protection de l'agriculture, semences et spécialités chimiques.

Cette réorganisation, effective depuis le 1er janvier 1993, n'a pas d'implication sur l'organisation d'ICI-Pharma en France, à l'exception du changement de dénomination sociale.

### AVEBE FRANCE

Doittau Emuldo, filiale française du groupe néerlandais Avebe, s'appelle depuis le 1er janvier 1993, Avebe France.

### PERSTORP RESTRUCTURE SES ACTIVITÉS EN FRANCE

Perstorp France SA, filiale française du groupe Perstorp - un des leaders mondiaux pour les stratifiés décoratifs, les polyalcools et les structures d'isolation acoustique en plastique -, a fusionné avec la société Stamp SA acquise récemment. Perstorp SA coordonne la plupart des activités du groupe en France.

Après fusion, la division Perstorp Stamp regroupera, en France, les sites de Perstorp à Nurieux et à Saint-Avold. La direction de cette division est confiée à Bernard Belvallette.

Perstorp en France réalise un chiffre d'affaires de 700 MF (1991/1992) avec 20 % à l'exportation et cinq sites de production à Brebières, Saint-Avold, Nantes, Nurieux et Bezons.

### NOMINATIONS

- Pierre Tambourin, directeur de recherche à L'INSERM et directeur de la section biologie à l'Institut Curie, a été nommé directeur scientifique du département des sciences de la vie du CNRS. Il succède à Claude Paoletti.

- Alain Bryden, directeur général du Laboratoire National d'Essais, est réélu à la présidence d'Eurolab, l'organisation européenne des laboratoires d'essais et d'analyse.

- François Guinot, directeur général du secteur IOM (Intermédiaires organiques et minéraux) de Rhône-Poulenc, a été élu président-directeur général de Rhône-Poulenc Chimie. Il succède à Jean-Marc Bruel récemment nommé vice-président du groupe.

- Jean-François Guinet a été nommé président-directeur général de la société Tech-Sep, filiale du secteur Spécialités chimiques de Rhône-Poulenc.

- S.D. de Bree a été nommé à la présidence du conseil de direction du groupe chimique DSM par le conseil d'administration. Il succède à H.B. van Liemt.

- Sur proposition de Jacques Gueit, président de l'AFTP (Association Française des Techniciens du Pétrole), Yves Lesage (groupe Elf) a été nommé président du nouveau bureau et Daniel Decroocq (IFP) vice-président. Denis Giorno (Total) a été reconduit vice-président et Philippe Seng, cessant ses activités, a été remplacé par Jacques Moulin (Elf) au poste de délégué général.

- Le conseil d'administration de Montedison a porté à sa présidence Arturo Ferruzzi et a nommé Carlo Sama premier vice-président. Renato Picco et Italo Trapasso sont confirmés comme vice-présidents.

- Henri Morin (groupe Fluides de GEC Alstom) a été élu président du conseil d'administration du Centre Technique des Industries Mécaniques (CETIM). Christian Sayettat succède à Georges Duréault au poste de directeur général.

**LE CEFIC PRÉVOIT 1 % DE CROISSANCE EN 1993 POUR LA CHIMIE EN EUROPE DE L'OUEST**

Le Conseil des Fédérations de l'Industrie Chimique (Cefic) prévoit, en 1993, une croissance de 1 % seulement du fait de la faible consommation et du peu de confiance par suite des politiques monétaire et fiscale restrictives (cf. tableau ci-contre).

Variations par rapport à l'année précédente pour l'Europe de l'Ouest	1992	1993
Produit intérieur brut	0,8	1,0
Production manufacturée	- 0,5	- 0,2
Production de l'industrie chimique	2,2	1,0
Exportations de produits chimiques (en volume)	4,1	2,5
Importations de produits chimiques (en volume)	5,1	2,5
Investissements de l'industrie chimique	- 4,9	- 3,0
Effectifs de la chimie	- 1,4	- 1,5

\*Exportations totales de l'Europe de l'Ouest, y compris intranégoce.

\*\*Importations totales de l'Europe de l'Ouest, y compris intranégoce.

**LE MARCHÉ DES PHYTOSANITAIRES**

L'Union des Industries de la Protection des Plantes (UIPP) signale qu'avant même

les effets de la réforme de la PAC, la campagne 91/92 (octobre 91 à fin septembre 92) aura connu une baisse sensible sur les principaux segments du marché. Très forte sur les segments des insecticides (- 20 %), elle est importante sur le marché des herbi-

cides (- 11 à - 12 %) et relativement faible sur le marché des fongicides (- 2 % à - 3 %).

Au total; le marché aura connu une régression d'environ 10 % en 91/92 par rapport à la campagne précédente.

**Eurchem : Diplôme de chimiste européen**

Le titre de chimiste européen a été décerné à un candidat français, Michel Giudice (cf. encadré) le 30 novembre dernier à Bruxelles. Cette cérémonie s'est déroulée en présence de nombreuses personnalités parmi lesquelles l'ancien Premier ministre de Belgique, Wilfried Martens, et de Michel Lebrun actuel ministre belge de l'Education, de la Recherche scientifique et de l'Environnement.

Ce titre nouvellement créé, de "chimiste européen" est une qualification qui peut être accordée à des universitaires ou à des ingénieurs chimistes, membres de la Société Française de Chimie, ayant un diplôme retenu dans la charte d'évaluation et une expérience professionnelle d'au moins 3 ans.

Un titre d'ingénieur européen (Euring) existe depuis plusieurs années. Devant l'importance et le développement de l'industrie chimique en Europe, il devenait nécessaire d'avoir, entre les différentes nationalités, un langage commun tant dans le domaine de la recherche que pour l'activité industrielle.

**European Communities Chemistry Council (ECCC)/Conseil de Chimie de la Communauté Européenne**

Le conseil ECCC, composée de sociétés chimiques des pays de la Communauté européenne, représente plus de 150.000 universitaires et ingénieurs spécialistes de la chimie. Le secrétariat de ECCC est assuré par la Royal Society of Chemistry.

ECCC est à l'origine de ce titre de "chimiste européen" reconnu par les pays de la Communauté et créé pour répondre à la libre circulation des personnes, hautement qualifiées en chimie, à l'intérieur des divers pays de la communauté européenne.

Ces dernières années ECCC a réalisé un travail d'évaluation des titres et des qualifications de chacun des pays de la Communauté européenne et a publié une charte définissant le niveau universitaire indispensable pour l'attribution du titre de chimiste européen.

L'expérience professionnelle requise porte sur l'application des connaissances scientifiques, l'aptitude à réaliser des travaux de recherches ou à maîtriser des processus de fabrication. En outre le candidat au titre européen doit avoir le sens des responsabilités, une aptitude à la communication, le souci de la sécurité ainsi que de l'environnement.

**Attribution du titre de chimiste européen par ECRB**

Le comité d'enregistrement du titre de chimiste européen (European Chemist Registration Board - ECRB), constitué en 1992, est composé d'un représentant de chaque pays de la Communauté européenne.

Il a pour but d'approuver les dossiers des candidats proposés par chaque jury national et de décerner le titre de chimiste européen.

Lors de sa demande, le candidat devra acquitter une taxe de candidature payable à la Société Française de Chimie et une taxe d'enregistrement payable à ECRB.

Le jury d'évaluation de la Société Française de Chimie communiquera alors à l'European Chemist Registration Board, les formulaires d'information pour approbation définitive, ainsi que le montant de la taxe d'enregistrement de 100 écus par candidat pour 1992. Après examen des documents par les membres de ECRB et accord de ces derniers, le titre de chimiste européen sera attribué au candidat.

**Code de conduite du chimiste européen**

Les chimistes européens doivent observer les règles de fonctionnement définies par ECRB, maintenir l'honneur et la dignité de la profession, ainsi qu'un haut niveau de compétence et d'intégrité, et avoir le souci de préserver l'environnement et la sécurité des personnes.

**Diplôme**

Un certificat nominatif avec la mention "chimiste européen" est remis à chaque candidat retenu par ECRB. De même, le nom du nouveau chimiste européen est porté sur un

annuaire diffusé dans les pays de la Communauté.

**Renouvellement du titre**

A la fin d'une période de 5 années, le "chimiste européen" sera invité à renouveler son enregistrement.

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

**Michel Giudice**

Premier chimiste européen français

Michel Giudice est responsable d'un laboratoire au Centre d'études du Bouchet à Vert-le-Petit.



Après une formation universitaire : DUT en génie mécanique, licence et maîtrise de science des matériaux, DEA de sciences et technologies industrielles de la chimie (génie chimique), il passe son doctorat en génie des procédés au laboratoire de physico-chimie minérale à l'université Claude Bernard à Lyon, sous contrat DRET, en collaboration avec la SNPE. Le but de sa thèse était la mise au point industrielle d'un flow sheet d'un procédé chimique permettant de synthétiser la monométhyldiazine, carburant du lanceur Ariane V (construction d'un pilote, modélisation de la réaction de synthèse). Actuellement M. Giudice met en place, les techniques de gestion de projet, utilisant des méthodes d'assurance qualité, et les moyens en CAO-DAO.

Michel Giudice est membre de la Société Française de Chimie et fondateur des clubs des jeunes sociétaires de Lyon et de Paris.

Il est docteur ès sciences en génie des procédés (1989)

# CONGRÈS MONDIAL DE L'ÉMULSION

*“Emulsion : science et technologie”*

**Paris - Octobre 93**

CME organise le Congrès Mondial de l'Emulsion du 19 au 22 octobre 1993 au Palais des Congrès de Paris, et à cette occasion réunira les experts scientifiques et industriels de l'émulsion

Le Comité Scientifique, composé de :

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| • BELLOCQ Anne-Marie (FR)      | • LEUTNER Rolf (D)                      |
| • BERTHIER Jean (FR)           | • LEVEQUE Jean (FR)                     |
| • BOTHOREL Pierre (FR)         | • LYKLEMA Johannes (NL)                 |
| • CAZABAT Anne-Marie (FR)      | • OTONIEL FERNANDEZ ORDONEZ Hernan (CO) |
| • CHAMBU Claude (FR)           | • OZAWA Tatsuya (JP)                    |
| • CHAPPAT Michel (FR)          | • POIRIER Jean-Eric (FR)                |
| • CHURAEV Nikolai V. (SU)      | • SCHORSCH Gilbert (FR)                 |
| • DAVIS H. Ted (US)            | • SEILLER Monique (FR)                  |
| • DYBALSKI Jack N. (US)        | • STENIUS Per (SF)                      |
| • DE GENNES Pierre-Gilles (FR) | • TADROS Th. F. (GB)                    |
| • GORDILLO Jaime (ES)          | • VAN GOOSWILLIGEN Gert (NL)            |
| • ISRAELACHVILI Jacob (US)     | • VANLERBERGHE Guy (FR)                 |

invite à cette occasion les experts de tous les domaines de l'émulsion (pharmacie galénique, cosmétiques, peintures, applications routières de bitume, matières plastiques, agro-alimentaire et connexes...), à échanger leurs expériences fondamentales et appliquées dans les principaux thèmes suivants :

1. Stabilité, préparation des émulsions
2. Mouillage et adhésivité - interfaces
3. Rhéologie et écoulement des émulsions
4. Applications et expériences - les émulsions de bitume - les industries de l'émulsion

---

## DEMANDE D'INFORMATION

NOM : .....

SOCIÉTÉ : .....

ADRESSE : .....

.....

.....

A retourner à : Société CME  
50, place Marcel-Pagnol  
92100 Boulogne-Billancourt  
France  
Tél. : (1) 47.61.76.89  
Fax : (1) 47.61.74.65

### INTERVIEW

# JEAN-RENÉ FOURTOU

Président-directeur général de Rhône-Poulenc

**L'Actualité Chimique :** Vous êtes président de l'Association Française des Entreprises pour l'Environnement. Par qui et pourquoi cette association a-t-elle été créée ? Quels sont ses objectifs et son programme d'activité ?

**J.R. Fourtou :** Nous avons créé "Entreprises pour l'Environnement" en mars 1992 avec 14 grandes entreprises opérant en France et nous avons déjà été rejoints par un bon nombre d'autres entreprises.

Ce qui rassemble les membres d'"Entreprise pour l'Environnement", c'est la conscience que la protection de l'environnement est l'un des enjeux majeurs du développement économique des prochaines années. La nécessité de mieux concilier le développement d'une industrie compétitive, créant des emplois et des ressources pour le pays, avec l'impératif consistant à préserver le patrimoine naturel et la qualité de la vie, doit entraîner la prise de responsabilité de tous les acteurs et particulièrement des entreprises.

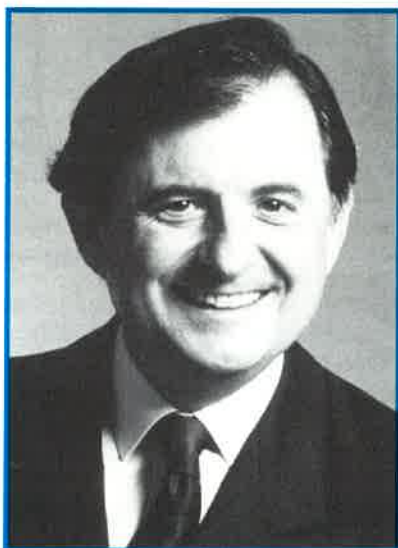
Les entreprises participent aux atteintes à l'environnement comme toutes les activités humaines. Mais ce sont elles qui ont les moyens financiers, humains, techniques et une grande partie des connaissances nécessaires pour assurer la meilleure protection possible de l'environnement.

Les entreprises y consacrent beaucoup d'efforts et des résultats très importants ont déjà été atteints.

Toutes ces réalisations de l'industrie se sont faites et se font encore au prix d'investissements et de frais de fonctionnement très lourds.

"Entreprises pour l'Environnement" veut agir pour favoriser l'engagement le plus large possible de l'entreprise sur les problèmes d'environnement dans sa démarche, dans son processus industriel et dans l'établissement de ses prix de revient.

"Entreprise pour l'Environnement" veut aussi et surtout agir pour que des progrès



soient réalisés dans le domaine des pratiques managériales de la protection de l'environnement. En effet, dans ce domaine, les concepts, les outils de mesure et d'analyse des problèmes doivent encore très largement être développés afin que l'on parvienne à une gestion plus efficace de la protection de l'environnement.

Certains des membres de l'Association ont déjà effectué des travaux et des réflexions sur ces sujets. Par le biais du recueil des expériences de ses membres, afin d'en effectuer une analyse et une synthèse, "Entreprises pour l'Environnement" entend donc dégager les principes de bonnes pratiques managériales de la protection de l'environnement dans les entreprises et mettre ce travail à la disposition de l'ensemble des entreprises françaises.

Par ailleurs, il apparaît indispensable que soit dispensée une meilleure information auprès du public, notamment concernant la qualité environnementale du milieu dans lequel il vit, et ce surtout pour éviter que des incompréhensions ne dégénèrent en des conflits plus graves et préjudiciables pour tous.

Comme les indicateurs de qualité ont, dans d'autres circonstances, poussé l'ensemble des acteurs d'une région ou d'une profession à consentir des efforts pour améliorer le niveau de leur collectivité, l'information concernant la qualité de l'environnement (pollutions classiques, mais aussi bruit, paysages, entretien du patrimoine, etc.) doit permettre de mieux faire comprendre à l'ensemble des acteurs, à la fois la diversité des facteurs intervenant dans cette qualité et la responsabilité de chacun. Donc, de conduire à des progrès dans le cadre d'une saine émulation.

Enfin, en liaison avec tous les acteurs économiques et politiques concernés par la protection de l'environnement, notre association souhaite que l'on débâte des choix à effectuer, de la hiérarchisation des problèmes, de l'utilisation la plus efficace possible des moyens disponibles : les problèmes de protection de l'environnement ne doivent, en effet, pas être pris uniquement par le biais de réglementations qui n'évitent pas toujours les pièges du foisonnement, de la mode et des considérations politiques. Coopération et concertation doivent s'établir et se développer. Il faut notamment fonder l'appareil réglementaire et législatif sur des réalités s'appuyant sur des bases scientifiques solides, sur des évaluations des conséquences sur la santé et l'économie et sur la possibilité du contrôle effectif. Il faut aussi respecter la norme juridique et la pratique du droit.

Ce dialogue, ce débat, doit inclure toutes les parties concernées et soucieuses d'examiner les problèmes dans le cadre d'une évaluation raisonnée des dangers en évitant l'entraînement vers des dramatisations hors de proportion avec les dangers réels.

On assiste de fait à un changement dans le dialogue entre les différents acteurs économiques concernés par la protection de l'environnement. Coopération et concertation deviennent des données essentielles

si l'on veut que des progrès rapides et durables, qui tiennent compte des impératifs économiques et industrielles, soient réalisés. Dans ce cadre, les industriels s'engagent progressivement vers une concertation avec le public, les pouvoirs publics, les organismes et associations liés aux questions de protection de l'environnement. Ainsi, "Entreprises pour l'Environnement" travaille en collaboration avec l'ADEME dans le cadre d'une convention sur le problème des points noirs orphelins, mais elle tente également d'amorcer un dialogue avec les principales associations écologistes afin de comprendre ce que ces dernières attendent des entreprises.

**AC :** Les questions relatives à l'environnement, les plus fréquemment citées (trou d'ozone, effet de serre,...), sont-elles à votre avis vraiment prioritaires ?

**J.R. Fourtou :** On constate en effet, actuellement, une montée des préoccupations autour de problèmes qui se situent à l'échelle mondiale et dont la résorption ne pourra se faire que par une prise en compte par tous les pays.

Ces questions fondamentales telles que l'effet de serre, la perte de diversité biologique, le trou d'ozone... sont très délicates à juger et nécessitent que la recherche de connaissances scientifiques à leur sujet soit rigoureusement poursuivie et que l'on débâte très ouvertement, avec toutes les parties intéressées, de leurs conséquences et aussi des conséquences d'éventuelles mesures correctrices.

L'impact de mesures correctrices envisagées peut, en effet, être tout à fait considérable sur la croissance économique, la santé, l'emploi, les équilibres mondiaux. Cela ne saurait être prétexte à négliger ces questions et à refuser de s'attaquer aux problèmes. Mais le coût de la mise en oeuvre, soit du remplacement des CFC dans toute la chaîne du froid, soit de mesures de limitation du gaz carbonique est tel qu'il ponctionnera fatalement une partie non négligeable des ressources financières disponibles des pays de l'Europe de l'Est et du tiers monde.

Devant cette situation, il est indispensable de disposer des meilleures connaissances scientifiques possibles sur ces phénomènes et il faut s'interroger et débâter publiquement car il s'agit de choix qui auront des conséquences sur le bien être de beaucoup.

Il faut surtout, bien évidemment, choisir les moyens les plus efficaces, si l'on estime qu'il est nécessaire de "prendre une assurance", c'est à dire de prendre des mesures même si la réalité des dangers n'est pas prouvée. Pour ne prendre qu'un exemple, il vaut mieux faire des efforts et dépenser de l'argent pour réduire l'émission de CO<sub>2</sub> des pays les moins performants dans le domaine de l'utilisation énergétique (Chi-

ne, pays de l'Europe de l'Est, Etats-Unis) que de tenter de faire encore des progrès très coûteux dans des pays comme la France et le Japon qui ont déjà atteint un excellent niveau dans ce domaine.

**AC :** L'industrie chimique est souvent mise en accusation comme source majeure de pollution. Dans quelle mesure cela vous semble-t-il justifié ?

**J.R. Fourtou :** Il est certain que, dans le passé, les pratiques de l'industrie chimique ont surtout été orientées vers la mise au point, le développement et la production de substances aptes à répondre aux besoins des hommes. C'est ainsi que, dans de nombreux domaines, de l'amélioration de la santé à la fabrication de nouvelles fibres plus performantes et plus économiques, sans oublier la protection des plantes et les transports, l'industrie chimique a été à l'origine de progrès considérables dans les conditions de vie. Mais la protection de l'environnement n'a pas bénéficié des mêmes attentions et de nombreux problèmes, souvent très graves, sont apparus en liaison avec ses procédés de fabrication et ses produits. Mais cette période est révolue et, parallèlement à la poursuite de ses activités indispensables au développement de l'humanité, la protection de l'environnement est maintenant partie intégrante de la stratégie des entreprises de la chimie. Cet engagement en faveur de la protection de l'environnement s'est, en particulier, traduit par la signature par de très nombreuses entreprises de l'"Engagement de progrès".

Il s'agit d'une charte, signée par les dirigeants des entreprises, qui traduit en dix principes l'intégration de l'environnement et de la sécurité à tous les niveaux de l'entreprise et à tous les stades de la vie du produit depuis sa conception dans les laboratoires de recherche jusqu'à sa disparition dans l'environnement.

L'engagement de progrès s'inscrit dans le cadre international du Responsable Care, programme mis en place dans un nombre très important de pays (continent nord américain, Europe, Brésil, Japon, Australie,...) qui traduit bien le changement d'attitude des entreprises de la chimie face aux questions d'environnement et de sécurité.

Certes, les entreprises de la chimie continuent à avoir des émissions dans l'air, l'eau et à produire des déchets, mais ces quantités ont considérablement baissé dans les dernières années. Ainsi, en 10 ans, les émissions dans l'eau du groupe Rhône-Poulenc ont diminué de 80 %. Ces émissions et ces déchets continuent à diminuer même si les coûts associés sont de plus en plus élevés. Il importe donc maintenant de bien définir les priorités en liaison avec les pouvoirs publics et d'abandonner les attitudes émotionnelles qui, à la fois, condui-

sent à un gaspillage des ressources, empêchent de régler certains problèmes moins médiatiques mais plus graves, et ceci sans bénéfice pour l'homme et l'environnement.

Il faut, enfin, ajouter que la solution de nombreux problèmes d'environnement passe par la chimie. L'industrie chimique est en passe de ne plus être responsable de la dégradation de l'environnement pour devenir une des forces principales de sa restauration.

**AC :** Vous êtes président du groupe Rhône-Poulenc : quelles ont été les initiatives les plus marquantes de ce groupe pour la défense de l'environnement ? Dans quelle direction pensez-vous poursuivre cet effort à l'avenir ?

**J.R. Fourtou :** Le groupe Rhône-Poulenc entend jouer un rôle de leader au sein de l'industrie chimique pour la protection de l'environnement. Pour Rhône-Poulenc, l'intégration de l'environnement dans la stratégie de l'entreprise s'est traduite par un plan environnement qui est tout à la fois :

- un outil de mobilisation interne,
- le moyen de déterminer les priorités d'actions,
- une méthode d'optimisation de l'allocation des ressources,
- un vecteur de communication externe.

Ce plan est basé sur une politique environnement en cinq points :

- Développer la prise en compte de l'environnement à tous les stades de la vie des produits
- Utiliser des technologies plus propres.
- Gérer avec rigueur l'élimination des déchets.
- Prévenir et contrôler les risques majeurs pour l'homme et l'environnement.
- Développer la communication externe.

Il s'appuie sur des moyens humains et financiers importants. 2 000 personnes se consacrent dans le groupe à la sécurité des hommes et à la protection de l'environnement. En 1991, 1,5 milliard de francs ont été consacrés à la seule protection de l'environnement des sites français.

Il met en jeu des outils de management adaptés. Ainsi, parce qu'il est bien connu que tout progrès passe par la mesure, le groupe Rhône-Poulenc a mis au point des indices environnement pour les émissions dans l'eau, les émissions dans l'air et la génération des déchets de ses usines dans l'ensemble du monde. Chaque année, les objectifs d'amélioration sont fixés avec les unités opérationnelles. Ainsi, l'indice eau mis en place depuis 1987 a déjà montré un progrès de 32 %. De même, pour assurer un suivi en temps réel de ses déchets depuis

leur génération sur les lieux de production jusqu'à leur élimination qu'elle soit interne ou externe, Rhône-Poulenc a mis au point un système de suivi informatique qui fonctionne avec des codes barres et le réseau Minitel.

Le plan environnement s'est donné 3 objectifs prioritaires pour les trois prochaines années :

- intégration de l'environnement dans la vie des produits : écobilan, recyclage, développement de partenariats avec les clients,
- diminution des rejets toxiques : action d'élimination à la source, révision des fabrications,
- achèvement du programme de mise en sécurité des installations, notamment dans les sites américains récemment acquis.

Du point de vue quantitatif, le plan a fixé et affiché un objectif de réduction des

émissions et des déchets de 50 % pour 1995 et de 65 % à l'horizon 2000 sur la base des valeurs des indices environnement de 1990.

Toutes ces actions vont se poursuivre dans les années à venir et on peut raisonnablement penser que les efforts financiers resteront du même ordre. L'orientation vers les produits sera de plus en plus importante, à la fois pour développer des produits de même efficacité mais ayant un impact moindre sur l'environnement, et aussi pour assurer aux clients une plus grande assistance pour le traitement des résidus associés et développer le recyclage. L'exemple des produits pour la protection des plantes est, à cet égard, significatif. Pour réduire les problèmes liés à la dispersion de ces produits lors des épandages, Rhône-Poulenc développe le traitement des semences. Ainsi, les éléments qui per-

mettront à la plante de se défendre contre les agressions externes sont apportés par les produits enrobés sur les semences donc sans impact négatif sur l'environnement.

Dans le secteur des fibres et polymères, Rhône-Poulenc développe avec ses clients de nouveaux outils (écobilans) et des actions de partenariat pour développer le recyclage (marché de l'automobile).

Enfin, son expertise dans le domaine des traitements des pollutions, les capacités internes excédentaires résultant des progrès accomplis et les produits qu'il a mis au point permettent au groupe Rhône-Poulenc d'être bien placé dans le marché en croissance de l'environnement.

Rhône-Poulenc, 25 quai Paul Doumer, 92408 Courbevoie Cedex.

INTERVIEW

# Jacques PUÉCHAL

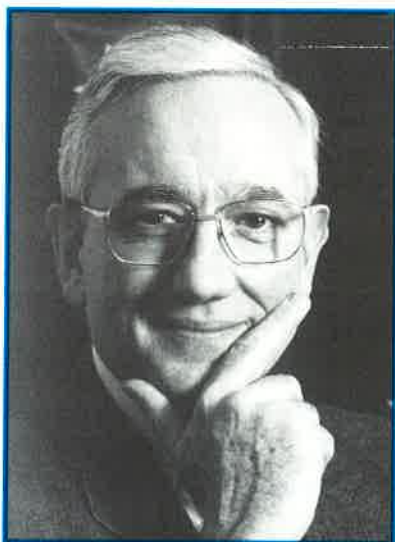
Président-directeur général d'Elf Atochem

**L'Actualité Chimique :** En tant que Président du CEFIC, pourriez-vous brièvement nous rappeler ce qu'est cet organisme et le rôle qu'il joue dans l'industrie européenne ?

**J. Puéchal :** Avant d'aborder la description du CEFIC, organisme qui représente notre industrie au niveau européen, j'évoquerai en quelques mots les principales caractéristiques de notre industrie en Europe.

Avec un chiffre d'affaires de l'ordre de 330 milliards d'Ecu et 10000 entreprises, l'industrie chimique européenne représente près de 35% de l'industrie chimique mondiale, ce qui la place au premier rang devant la chimie asiatique et la chimie américaine. Cette industrie emploie aujourd'hui plus de 2 millions de personnes et dégage un solde import/export de plus de 20 milliards d'Ecu.

Elle est représentée au niveau européen par le CEFIC : le Conseil Européen de l'Industrie Chimique. Le CEFIC compte comme membres directs, 18 fédérations nationales de l'industrie chimique (1) et plus de 40 sociétés. Depuis son Assem-



blée générale de juin 1992, le CEFIC, concrétisant son ouverture vers l'Europe Centrale et Orientale, a admis les fédérations hongroise, polonaise et turque comme membres associés.

Le CEFIC, dont le budget avoisine 50 MF, est doté d'un secrétariat composé

d'une soixantaine de membres permanents et deux instances de direction :

- le Comité exécutif, composé de 6 membres : le Président, le Vice-Président, le précédent Président, un représentant des fédérations, un représentant des Sociétés, le Directeur général du CEFIC,

- le Conseil, un véritable conseil d'administration du CEFIC, composé à parts égales de représentants des fédérations et des sociétés.

Le rôle du CEFIC, qui s'étend à tous les sujets liés au commerce et au marché intérieur européen, à l'environnement et à la recherche et au développement, s'exerce dans les trois domaines.

En premier lieu, le CEFIC participe à l'élaboration des réglementations internationales et européennes. Dans ce cadre, il coordonne les prises de position de l'industrie chimique et les diffuse auprès des décideurs et des leaders d'opinion. Au cours de ces contacts, le CEFIC veille également à identifier avec les autorités les sujets d'intérêt long terme pour l'industrie.

(1) Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Irlande, Italie, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède, Suisse et, depuis 1992, Hongrie, Pologne et Turquie.

En second lieu, il suscite la préparation et la promotion de normes et codes de bonne conduite et contribue à la mise en œuvre de programmes tels que le Responsable Care, l'engagement de progrès de l'industrie chimique dans le domaine de la sécurité et de la protection de l'environnement. Il assure information et conseil à ses membres sur les différents sujets de sa compétence. Le CEFIC remet également, tous les deux ans, le prix CEFIC de l'environnement, qui récompense une innovation originale contribuant concrètement à la protection de l'environnement et de la santé.

En dernier lieu, le CEFIC participe, au nom de l'industrie chimique européenne, aux travaux d'organisations internationales telles que l'OCDE ou les Nations Unies et coopère au sein de l'ICCA (International Council of Chemical Associations) avec les associations chimiques des différentes parties du monde. Le CEFIC représente également les intérêts de la chimie européenne dans la négociation d'accords commerciaux du type GATT ou, c'est moins connu, du type CEE/Conseil des Pays du Golfe.

Établi depuis plus de 20 ans maintenant, le CEFIC a acquis un statut à part entière auprès des autorités européennes et est un partenaire fiable et écouté, promoteur de solutions spécifiques adaptées à la branche industrielle qu'il représente.

**AC : En matière d'environnement, quelles sont les questions qui sont prioritaires pour l'industrie européenne ?**

**J. Puéchal :** Ma réponse comportera deux volets : le premier concerne directement votre question et le second, le rôle de l'industrie dans la recherche de solutions.

Je ne répondrai certainement pas à cette question par une liste de grands problèmes environnementaux auxquels notre industrie souhaite se consacrer.

Même s'ils n'attendent pas la réglementation pour agir, ce ne sont pas les industriels qui fixent les priorités en matière d'environnement. Et, si notre industrie a aujourd'hui des priorités dans ce domaine, elles résultent des choix établis par le pouvoir politique.

Nous sommes d'ailleurs à la recherche de signes positifs de la part des autorités nationales et communautaires : la mise en place d'un cadre homogène et favorable à un développement harmonieux de notre industrie, un ensemble hiérarchisé d'objectifs par l'application d'une analyse coûts/bénéfices et des possibilités accrues de dialogue.

Le rôle de l'industrie chimique, dès son origine, a consisté à mettre à la disposition du plus grand nombre les produits nécessaires à l'amélioration du bien-être, de la santé et du confort de tous. Ce rôle, notre industrie continuera à le jouer, tout en veillant à l'amélioration constante de ses performances en matière d'environnement.

Depuis de nombreuses années, l'industrie chimique s'est attachée à assurer une croissance compatible avec une protection accrue de l'environnement. En consacrant chaque année à la protection de l'environnement environ 3,5% de leur chiffre d'affaires et 15% à 20% du montant de chaque nouvel investissement, les entreprises chimiques font la démonstration de leur attachement au progrès. Entre 1974 et 1989, l'industrie chimique a réduit de 35% sa consommation énergétique par unité produite. De même, entre 1980 à 1989, les émissions atmosphériques de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azote et de poussières ont été diminuées de plus de 40%, alors que la demande, donc la production, augmentait de plus de 30%.

Afin d'aller plus loin, le CEFIC a, sous la forme de 12 principes établis en 1987, défini les priorités que l'industrie chimique s'était fixées. Ces recommandations approuvées par le Conseil d'administration du CEFIC en juin 1987 sont partie intégrante du programme "Responsable Care". Elles ont été souscrites par les membres du CEFIC et plus récemment par l'ensemble de l'industrie chimique européenne (Centre, Est et Ouest) représentée lors de la Conférence de Varsovie CEFIC/Nations Unies en mars 1992. Elles se résument en quelques mots : prévention, minimisation, information, contrôle.

- Par prévention, on entend la mise en place de politiques intégrées en matière d'environnement au sein des entreprises. Concrètement, cela passe par la définition des mesures à prendre pour éviter accidents et rejets accidentels, mais aussi par l'évaluation préalable de l'impact des produits et des activités sur l'environnement et la recherche de procédés et de produits plus respectueux de celui-ci.

- La minimisation s'applique à la gestion des opérations industrielles. Elle vise à limiter les émissions, réduire les quantités de déchets produits, ..., opérations qui constituent la base des efforts quotidiens de notre industrie.

- L'information du public et des autorités sur nos activités, mais aussi celle des clients sur les mesures à prendre au cours de la manipulation et de l'utilisation des produits et de l'élimination des déchets sont un élément fondamental de la politique mise en place. Une action identique

est menée envers nos employés, afin qu'ils aient, à tous les niveaux, le sens de leur rôle et de leur responsabilité vis-à-vis de l'environnement.

- Enfin par contrôle, nous entendons autocontrôle, largement ancré dans les pratiques journalières de notre industrie.

Ma réponse a un deuxième volet ; il concerne l'industrie chimique comme source de solutions. Dans ce domaine, encore, notre industrie a un rôle à jouer. Grâce à la mise au point de nouveaux produits et à l'amélioration des produits existants, l'industrie chimique peut contribuer à assurer le "développement durable" popularisé par la Conférence de Rio, même s'il existe aujourd'hui plusieurs définitions de ce concept. Pour ce faire, et c'est un autre de ses objectifs, notre industrie s'attache à obtenir des autorités européennes et nationales, le climat nécessaire à l'épanouissement d'une recherche performante et à la promotion des sciences et de la technologie auprès du public. Ces efforts ont porté, par exemple, sur la promotion des biotechnologies, qui dans l'avenir permettront de contribuer positivement à l'équilibre alimentaire de la planète. Rappelons à cette occasion, qu'avec un budget annuel de 17 milliards d'Ecu, l'industrie chimique européenne représente plus de 20% des dépenses de recherche et développement de l'industrie européenne.

**AC : Quelles sont les initiatives de l'industrie chimique qui vous paraissent les plus significatives, toujours dans le domaine de l'environnement ?**

**J. Puéchal :** Aujourd'hui, au-delà de la réduction de leur impact potentiel sur l'environnement, les entreprises chimiques se sont engagées sur la voie de changements plus profonds. Ceux-ci concernent, bien entendu, la production et le transport des produits chimiques, mais aussi la mise en œuvre d'une politique intégrée sur l'ensemble de la chaîne d'utilisation des produits.

A la réduction des émissions et des quantités de déchets produits sur leurs sites, à l'amélioration de la sécurité dans le domaine des transports, les industriels de la chimie mettent donc les moyens dont ils disposent et leur capacité d'innovation au service de l'environnement, pour rechercher et développer des systèmes complets visant à la meilleure prise en compte de l'environnement par les industries consommatrices et le consommateur final. Cet engagement s'est illustré notamment dans la résolution des problèmes posés par les déchets.

Dans le domaine lié aux activités industrielles, je citerai les deux programmes

initiés par le CEFIC: "Responsible Care" et ICE.

Le programme "Responsible Care" est une initiative lancée par l'industrie chimique. Elle vise à obtenir des sociétés chimiques qui y souscrivent l'engagement formel d'améliorer leurs performances dans le domaine de la protection de l'environnement, de l'hygiène et de la sécurité. Cet engagement, souscrit par la direction générale des entreprises concernées, est concrétisé par la mise en place de procédures spécifiques (codes de conduite, procédures, audits internes,...) et d'indicateurs de suivi, permettant de mesurer l'amélioration des performances ainsi obtenue (consommation d'énergie, réduction du nombre d'accidents, réduction des émissions,...).

Le programme "Responsible Care" vise également à améliorer l'information du public et à accroître sa compréhension des activités de l'industrie chimique.

Afin de compléter ces efforts, l'industrie chimique s'est également engagée dans un programme concernant l'amélioration de la prévention et de la sécurité dans le domaine des transports; c'est le programme ICE (International Chemical Environment). Ce programme comporte plusieurs volets. Le premier vise à la mise en place, dans chacune des fédérations membres du CEFIC, de systèmes d'aides d'urgence en cas d'accident au cours du transport des produits chimiques, puis à leur interconnexion. Le second volet du programme ICE concerne la définition de règles de sécurité pour le transport des produits chimiques par voies routière et maritime et la mise en place d'audits d'évaluation des transporteurs.

Dans un domaine développé plus récemment, celui lié à la bonne utilisation des produits commercialisés, des initiatives ont également été développées.

Je rappellerai pour mémoire les efforts très importants qui ont été consentis pour le développement des produits de substitution aux CFC. Plusieurs milliards d'Ecu ont été engagés dans des études et programmes de recherche et en investissement, afin de répondre au programme strict d'élimination des produits élaborés par le PNUE.

L'industrie chimique s'est également mobilisée pour faire face au problème posé par les emballages. Loin d'être le reflet de ce que certains appellent la "jetée société", les emballages sont surtout un moyen efficace de protéger les denrées que nous transportons et consommons. Un seul chiffre ici vaut toutes les démonstrations: les pertes de nourriture résultant de l'absence d'emballages dans les pays en développement sont estimées à

50% de la production. Le même chiffre pour les pays développés est de 1 à 2% !

Dans ce domaine donc, l'industrie chimique a été partie prenante dans la définition de programmes conduisant à la mise en place de systèmes améliorés de collecte et de traitement des déchets. La mise en place de la filière française de traitement des déchets ménagers et la création de la société Eco-Emballages résultent pour partie des propositions élaborées par l'industrie chimique. Plus récemment, d'ailleurs, la généralisation à l'Europe entière d'un système identique a été annoncée.

D'autres initiatives se mettent en place. Ainsi, les fédérations françaises des industries chimique et métallurgique ont signé, en septembre 1992, un engagement conjoint de réduction des émissions de solvants chlorés. Cet accord est en cours de "transposition" au niveau européen, ce qui démontre d'ailleurs que les industriels français sont parfois plus innovateurs et volontaires que leurs confrères européens !

Je pourrais citer d'autres exemples, démonstration concrète de la capacité d'innovation et de la volonté de notre industrie de développer volontairement des solutions.

Je voudrais également saluer les initiatives prises par le CEFIC et l'industrie chimique européenne vis-à-vis des pays d'Europe centrale et orientale. Elles ont pris deux formes; j'ai déjà mentionné l'admission des fédérations hongroise et polonaise, comme membres associés du CEFIC. Plus concrètement, le CEFIC a développé le programme EASTT. Ce programme permet la réalisation, à titre gratuit, d'une évaluation de la performance environnementale et énergétique d'une unité de production ou d'un site chimique situé en Europe centrale et orientale, par une entreprise membre du CEFIC. L'entreprise ou le ministère concerné peut alors envisager les investissements nécessaires à la mise en conformité du site aux standards communautaires. Ceci constitue un grand pas vers le rapprochement des standards environnementaux sur le continent européen.

**AC :** Vous êtes également Président du groupe Elf Atochem, comment ressentez-vous le développement de la réglementation communautaire en matière d'environnement ?

**J. Puéchal :** Je crois qu'il convient de se poser d'abord une question de fond: dans quel monde voulons-nous vivre ? Je crois qu'il faut viser un équilibre entre croissance économique et qualité de la vie ou, mieux encore, que croissance et respect

de l'environnement aillent de pair. Aujourd'hui, l'exigence est très forte en ce domaine. Il faut cependant se garder d'aller d'un excès à l'autre et faire preuve de bon sens. Progressivement, par étapes successives, nous parviendrons à une forme d'équilibre plus riche, plus complexe, plus subtile, entre les impératifs de préservation de l'environnement et ce que veut et ce qu'est prêt à payer le consommateur.

La réglementation communautaire en matière d'environnement a, jusqu'ici, fourni un cadre homogène permettant au mieux d'harmoniser les conditions environnementales dans les pays européens, mais également les conditions de concurrence entre les entreprises, en tentant notamment d'éliminer les formes déguisées de protectionnisme entre les différents partenaires. Les réglementations mises en place ont, de plus, constitué une incitation au développement de procédés plus performants et à la recherche de nouveaux produits.

C'est l'aspect positif que je vois au développement de la réglementation européenne en matière d'environnement. Aujourd'hui, nous assistons à des dérives par rapport aux principes de départ.

J'en citerai trois, à titre d'exemples.

- Première dérive, l'émergence de réglementations nationales constituant des freins à la libre circulation des produits. Les atteintes de ce type se multiplient, notamment de la part des pays de l'Europe du Nord, et sans que les mesures législatives mises en place puissent être mises au crédit d'une protection accrue de l'environnement, ni d'une gestion rationnelle et efficace. Je rappellerai, ici, l'exemple constitué par la réglementation allemande sur les emballages et les déchets d'emballages, dite "Loi Töpfer", - du nom du ministre allemand de l'Environnement - et ses conséquences imprévues: le stocks d'emballages en attente de recyclage, répartis sur le territoire allemand !

- Second dérive, la mise en place accélérée de réglementations sans une analyse scientifique détaillée des problèmes posés.

Ce phénomène tend à se développer au sein des instances communautaires. Il donne parfois lieu à des réglementations contradictoires, coûteuses et contraignantes, supposées porter remède à un mal, dont l'existence n'a jamais vraiment été établi scientifiquement.

Certaines propositions visant à éliminer des groupes entiers de produits, en vertu d'un risque potentiel sur l'environnement jamais totalement étudié ni établi, relè-



vent de cette catégorie. Aujourd'hui, un certain nombre de produits en sont victimes.

La question du danger d'un certain dirigisme dans ce domaine doit d'ailleurs être posée. Les courants de pensée visant à interdire, sous prétexte de rationalité écologique, certains choix économiques et sociaux et à forcer certains comportements ont des effets pervers considérables. Ceci va à l'encontre des mouvements, y compris politiques, amorcés avec la chute du mur de Berlin et la fin de la division de l'Europe et tourne le dos à une société fondée sur la liberté, la responsabilité et l'éducation.

- En dernier lieu, je citerai la mise en place de systèmes de taxes, dites écotaxes.

L'exemple de la taxe sur l'énergie mérite d'être mentionné. Elle conduirait à détourner de l'économie française une

somme de 75 milliards de francs et pénaliserait lourdement les industries fort consommatrices d'énergie, sans apporter de réelles solutions aux problèmes posés.

Plus récemment, le système d'éco-taxes sur les déchets ménagers envisagé en Belgique suscite les mêmes réserves.

Ces trois dérèglements du système constituent, à mes yeux, une dérive dangereuse par rapport aux principes fondateurs de la Communauté européenne, ce que je regrette étant un Européen convaincu. Plus encore, elles représentent des entorses graves aux propositions incluses dans le cinquième Programme pour l'Environnement, récemment publié par la Commission.

A une époque particulièrement difficile au plan économique et dans un contexte de compétition internationale accrue, l'industrie européenne, et l'industrie chi-

mique en particulier, ont besoin d'un climat favorable. Ces orientations récentes me semblent constituer un grave problème et remettre en cause les bases même d'un développement économique harmonieux.

J'ai, néanmoins, la ferme conviction que nous parviendrons à rétablir un contexte plus favorable, grâce à une intensification du dialogue avec les différentes parties prenantes, au niveau national et communautaire.

Il entre dans mes intentions de rencontrer prochainement les Commissaires nouvellement nommés.

*Elf Atochem*

*4, cours Michelet, La Défense 10, Cedex 42, 91091 Paris La Défense.*

INTERVIEW

# SERGE TCHURUK

Président-directeur général de Total

**L'Actualité Chimique :** La production énergétique, notamment la combustion d'hydrocarbures, est considérée comme une cause majeure de pollution de l'environnement. Les entreprises pétrolières sont, depuis longtemps, soucieuses de la gravité de ce problème. Pensez-vous qu'elles ont encore la possibilité de réduire les pollutions dont elles sont responsables ?

**S. Tchuruk :** Oui, bien sûr. La réduction des pollutions est une action de progrès permanent. Par exemple, les émissions d'oxyde de soufre sont réduites aussi bien au niveau des raffineries qu'au niveau des produits. Ainsi le gazole moteur est déjà passé de 0,8 à 0,3 % de teneur en soufre avec un objectif de 0,05 % avant 4 ans. Pour les oxydes d'azote émis essentiellement par les véhicules, le pot catalytique constitue un grand pas, à condition toutefois qu'il soit remplacé le moment venu et que des progrès technologiques soient faits pour améliorer son efficacité lors de son utilisation à froid. On constate, à cette occasion, que la réduction de la pollution résulte des actions de toute une chaîne : raffineur, transporteur, distributeur, constructeur automobile et automobiliste. Rappelons à ce sujet le poids des comportements quand on sait que le quart des déplacements en ville se fait sur des distances inférieures au kilomètre !



**AC :** On observe depuis quelques années une grande préoccupation vis-à-vis des risques attribuables à l'accroissement de "l'effet de serre". Pensez-vous que ce problème soit correctement traité ?

**S. Tchuruk :** Pour bien traiter un problème, nous avons tous retenu de l'école qu'il faut l'avoir bien posé ! Or c'est là, à notre sens, que le bât blesse.

Certains partent de plusieurs certitudes : sur la relation entre émissions de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) dues aux activités humaines et augmentation de l'effet de serre, ensuite sur l'effet négatif de cet accroissement, enfin sur le fait qu'une taxe sur le CO<sub>2</sub> supportée par certains pays développés aurait un effet de réduction de la consommation de combustibles fossiles de l'ensemble du monde.

D'autres contestent la relation de cause à effet entre activités humaines et accroissement de l'effet de serre et proposent de ne pas en tenir compte dans la gestion des ressources énergétiques.

Entre ces deux attitudes opposées, nous adoptons une attitude plus pragmatique, appliquant le principe de précaution et des actions sans regret orientées sur la recherche d'une plus grande efficacité énergétique. Et comme les ressources financières et de matière grise ne sont pas illimitées, il nous semble que des choix sont à faire entre différentes priorités par une approche coût/bénéfice. N'y aurait-il pas intérêt, au niveau européen, à transférer des capacités d'investissement à l'Est pour améliorer les rendements des centrales et des industries les plus polluantes, quitte à décaler certains équipements dans nos pays ?

La réduction des émissions d'une centrale à gaz à cycle combiné remplaçant une centrale à lignite en Europe de l'Est serait sans commune mesure avec celle résultant d'un même montant d'investissements affecté à des équipements dans des installations beaucoup plus performantes à l'Ouest.

**AC : Quels sont les autres problèmes concernant l'environnement qui paraissent prioritaires aux industries pétrolières et pétrochimiques ?**

**S. Tchuruk** : L'exemple précédent montre qu'il n'est pas possible de dissocier les problèmes d'environnement des autres préoccupations. Pour nous, la question essentielle est de savoir si nos activités pourront dégager les ressources nécessaires au maintien de leur existence à moyen et long terme. Ce maintien n'est pas statique, il suppose évolution et redéploiement, sachant que les préoccupations environnementales et les dépenses associées pèseront de plus en plus lourd. Félicitons-nous d'un consommateur qui serait disposé à payer la valeur ajoutée environnementale de nos produits.

D'un point de vue plus terre à terre, la gestion des déchets qui termine toute la chaîne des produits emballés est une préoccupation plus récente dont nous ne mesurons pas encore bien l'impact sur les activités pétrolières et pétrochimiques, mais aussi parachimiques. Par exemple, pour les emballages plastiques : aujourd'hui, la plus grande partie suit la filière des déchets ménagers, c'est-à-dire incinération ou décharge. Du point de vue industriel et économique, l'incinération avec récupération de l'énergie paraît une bonne solution. Mais de fortes pressions existent pour le

recyclage, qui pourrait être progressivement imposé. Suivant les orientations de la réglementation, les délais accordés et la rigueur de son application, des bouleversements pourraient affecter certaines chaînes de production en remontant du conditionnement jusqu'à la fabrication des grands intermédiaires.

L'évolution de la réglementation est donc l'une de nos préoccupations majeures ; elle suppose une concertation active avec les industriels.

Une autre priorité est celle des risques liés aux accidents majeurs, en particulier sur les transports par mer, fer et route. Des événements récents, par voies maritime et ferroviaire, en ont été l'illustration. Le transport par route, beaucoup plus diffus, moins facilement cernable, nous paraît justifier également d'une très grande vigilance, d'actions permanentes de formation et de contrôle de la part des transporteurs en relation étroite avec nos sociétés.

**AC : Vous êtes président de Total. Pouvez-vous résumer les actions les plus significatives réalisées récemment dans le groupe ou projetées dans le domaine de l'environnement ?**

**S. Tchuruk** : L'accroissement considérable des investissements en matière d'environnement est le fait le plus significatif à signaler. Pour permettre la montée en puissance de l'essence sans plomb, Total aura investi en trois ans près de 2 milliards de francs dans ses trois raffineries françaises, dont un tiers pour la logistique et deux tiers pour les installations de production consistant en unités de superfractionnement et d'isomérisation. Pour la nouvelle étape de réduction de la

teneur en soufre du gazole moteur, un programme d'investissements encore plus important est nécessaire.

Il a débuté par 200 M\$ d'investissements dans deux de nos raffineries américaines et se poursuivra en Europe pour répondre à l'échéance de 1993, sachant que celle-ci a été devancée pour le gazole "Premier" distribué dans notre réseau, avec une teneur en soufre moitié de la spécification réglementaire. A ces investissements sur les produits s'ajoutent ceux permettant la réduction des émissions de nos raffineries, et le soin apporté d'une façon générale à toutes nos opérations, depuis l'exploration jusqu'à la distribution au client.

A côté de ces réalisations matérielles, j'ai tenu à ce que l'environnement soit mis au plus haut niveau de nos priorités de management. Cet engagement s'est matérialisé en 1992 par la création d'une direction de l'environnement rattachée au comité exécutif et par la publication d'une charte dans laquelle chacun des 50 000 collaborateurs du groupe trouve les principes qui doivent guider ses actions personnelles, car la protection de l'environnement, c'est vraiment l'affaire de tous.

Enfin, il faut rappeler que le groupe a créé, l'an dernier, une Fondation d'entreprise consacrée à la sauvegarde de l'environnement. En effet, pour aller au-delà de nos investissements industriels prenant en compte la protection de l'environnement, nous avons décidé de réorienter notre politique de mécénat sur ce thème.

Total  
Tour Total, Cedex 47,  
92069 Paris La Défense.

### 3<sup>e</sup> Forum mondial de l'industrie chimique

Paris - 28-29 avril 1993

*Ce Forum est organisé par la Société de Chimie Industrielle et Informations Chimie, avec la collaboration de la section américaine de la Société de Chimie Industrielle, de l'Association for the Progress of New Chemistry (Aspronc, Japon), de l'Unions des Industries chimiques et du CEFIC (Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique).*

*Consacré aux grands défis du XXI<sup>e</sup> siècle, que devra relever l'industrie chimique, ce Forum réunira pendant deux jours à la Maison de la Chimie, sous la présidence de M. Frank Popoff (chairman de Dow Chemical), les plus hauts responsables des entreprises chimiques mondiales autour de trois thèmes principaux :*

- rapport entre chimie et société,
- coopération et concurrence sur un marché global,
- technologie et compétitivité.

*Les dirigeants des plus importants groupes chimiques mondiaux présenteront les orientations stratégiques de leur industrie.*

Renseignements : Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. : (1) 45.55.69.46 (télécopie : (1) 45.55.40.33).

# Recommandations de l'IUPAC

destinées aux délégations gouvernementales présentes à la Conférence de Rio

*Dans le cadre de la préparation de la Conférence de Rio, l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (IUPAC) a organisé à Baltimore (Maryland, Etats-Unis), du 2 au 6 décembre 1991, une conférence internationale sur le thème "La chimie de l'atmosphère : son impact sur le changement du climat de la Terre : perspectives et recommandations"*

*Cette conférence, désignée par l'acronyme Chemrawn VII, a conclu ses travaux par la rédaction de "recommandations" destinées aux délégations gouvernementales à la conférence de Rio. Nous reproduisons ci-après, dans leur version originale, ces recommandations\*.*

## With Respect to All Aspects of Global Change Chemistry

1. Recognize that all atmospheric problems are interrelated and connected with biospheric processes so that an integrated, multidisciplinary approach must be taken for their solution.
2. No major experiments aimed at mitigating global change, that have regional or global consequences, should be undertaken without first securing broad international agreement
3. Research and develop the means for full social environmental costing for energy use.
4. Develop ecological balance sheets (life cycle analyses) for comparison of different processes leading to similar end products.
5. Apply incentives/disincentives to direct the huge innovative potential of public and, especially, private R&D organizations for the development of more energy-efficient industrial processes and more productive, but sustainable, land use.
6. Provide incentives/disincentives and accelerate development of alternative energy technologies, especially solar and safe nuclear, subject to strict environmental safeguards.
7. Encourage corporations to continue the trend toward increased participation of environmental scientists in decision-making positions.
8. Forge a partnership between governments, industry and academia in establishing global change research priorities and programs and in formulating responsible policy.

## With Respect to Education

9. Foster the education and professional development of atmospheric chemists worldwide, especially in developing countries.
10. Increase environmental literacy by encouraging environmental chemistry instruction as an important part of general education at all levels (elementary school through university).
11. Improve understanding of global change issues at the political level so that due account is taken of them in policy making.

12. Transfer experience and skills in atmospheric chemistry and monitoring techniques to developing countries through a continuing program of training workshops such as the one held in conjunction with the Chemrawn VII Conference.

## With Respect to Global Monitoring

13. Implement means of establishing adequate quality control in atmospheric measurements worldwide.
14. Encourage government and industry to cooperate with the atmospheric chemistry community in developing global inventories of emissions to the atmosphere.
15. Explore with industry the possibility of strengthening and expanding the existing international efforts to establish a high quality global monitoring network in developing countries.

Such networks would enhance our understanding of atmospheric chemistry and global change by :

- a. Establishing chemical sources and deposition patterns for acid precipitation.
  - b. Obtaining trends and variability of tropospheric ozone.
  - c. Characterizing the global distribution of carbon monoxide and the oxides of nitrogen.
16. Monitor UV radiation and its effects on living organisms and their ecosystems, especially in the vicinity of the Antarctic.

17. Accelerate the development of both research and routine monitoring instruments.

## With Respect to Stratospheric Ozone Depletion

18. Maintain a vigorous scientific research agenda.
19. Continue high priority attention to developing new substitutes and replacements for chlorofluorocarbons (CFC) and encourage increased emphasis on recycling and recovery of CFC, hydrogen-containing chlorofluorocarbons (HCFC), hydrogen-containing fluorocarbons (HFCs) and bromine-containing compounds.
20. Be advised that proposed new fleets of supersonic aircraft could result in large changes in stratospheric ozone concentrations and climate.

## With Respect to Climate Change

21. Promote international discussion and agreement about controlling future emissions of greenhouse gases.
22. Obtain a detailed understanding of the global carbon cycle.
23. Identify and quantify the sources and sinks of greenhouse gases and aerosols.
24. Assign high priority to understanding and quantifying the many feedbacks involved in climate change.
25. Quantify the effects of aerosols on climate, including both direct radiative effects and changes they induce in cloud albedo via their role as cloud condensation nuclei.
26. Utilize available proxy records of climate change (e.g., tree rings, ocean and lake sediments, ice cores, pollen records) to obtain a better understanding of the causes of climate change in the past and to validate climate models.

## With Respect to Oxidant Formation and Acid Precipitation in the Troposphere

27. Establish regional networks for the early detection of "cleaner" air resulting from emissions control strategies.
28. Elucidate how local emissions influence regional- and global-scale chemistry.
29. Encourage research to achieve better understanding of acidification processes, including dry deposition, in natural ecosystems, and their interactions with other human influences.
30. Strongly enhance research efforts to increase scientific knowledge of tropical atmospheric chemistry, including biotic interactions.

\* *Les conférences plénières et les recommandations de la conférence Chemrawn VII ont été publiées par l'Agency for International Development - Washington D.C. 20523, Etats-Unis, qui a bien voulu autoriser la présente publication.*

*En 1993, l'IUPAC va faire paraître les proceedings à Chemrawn VII, chez Blackwell Scientific Publications, Oxford, sous la direction de Jack G. Calvert.*

O P I N I O N

## Retour sur Rio

**Raymond Hamelin,**  
*Professeur à l'université P. et M. Curie (Paris)*  
*Secrétaire général de la SFC*

Au cours de la décennie 80, les problèmes d'environnement ont changé d'échelle.

Lors de la Conférence de Stockholm (juin 1972), le caractère transfrontalier des pollutions de l'air et de l'eau fut mis en relief : pluies acides, pollution des rivières et des mers... Des programmes d'étude furent lancés au niveau régional (au sens onusien, le bassin méditerranéen, par exemple). A la veille de la Conférence de Rio, les préoccupations prioritaires étaient planétaires : ozone stratosphérique, accroissement de l'effet de serre.

En changeant d'échelle, les problèmes d'environnement sont devenus singulièrement plus complexes. Les expérimentations directes sont impossibles. Les modélisations, qu'on leur substitue, demandent un nombre considérable de données, actuellement inaccessible. De ce fait, elles conduisent à des résultats peu crédibles.

Une seule certitude apparaît : notre méconnaissance des grands cycles naturels (eau, carbone) et des phénomènes physicochimiques ou hydrodynamiques dans la stratosphère et dans les océans. Qualitativement, on a encore beaucoup à apprendre de l'analyse des grands processus d'échanges : diffusions entre couches superficielles et profondes des océans, courants marins (El Niño, par exemple), émanations volcaniques avec ou sans violentes éruptions, échanges troposphère-stratosphère, diffusions dans la stratosphère, rôle des vortex polaires, etc. Quantitativement, la modestie devrait être extrême.

La complexité des problèmes environnementaux planétaires est telle qu'ils débordent de toutes limites des disciplines du savoir humain, de la science elle-même peut-être. Ils ne peuvent être examinés que dans le cadre d'une large analyse de système dont la mise en oeuvre, nécessairement internationale, planétaire elle aussi, exigera de longues et multiples études partielles.

Tout cela est incompatible avec une couverture médiatique actuellement marquée par un attrait quasi exclusif pour les perspectives catastrophiques. Cette attitude

est encouragée par le militantisme de groupes de pression qui se sont appropriés le mot "écologie" et ses dérivés au point que l'on ne sait plus bien si ce terme est relatif à une science ou à une doctrine politique, voire religieuse.

Les scientifiques émettent des hypothèses, ne peuvent que constater le caractère limité de leurs connaissances, et, parfois, au moment de conclure rappellent l'incertitude de leurs hypothèses, ce que les médias omettent de souligner.

Paradoxalement, les pouvoirs politiques accordent une certitude indue à des résultats partiels et provisoires et s'en remettent à la Providence pour la gestion des conséquences de nouvelles lois ou contraintes diverses décidées dans la hâte. Jamais, sans doute, des décisions aussi importantes pour l'économie mondiale (limitation du taux de gaz carbonique, arrêt des CFC, ...) n'ont été prises dans des délais aussi brefs, sans analyse préalable des effets éventuels sur l'économie, le sous-développement, la faim dans le monde, la santé publique ...

Dans l'état actuel de la problématique environnementale une prise de conscience de sa complexité et de l'insuffisance de nos connaissances se doit d'être générale. Elle ne peut être exprimée que par des scientifiques compétents et imposée par eux aux responsables politiques ou économiques. La Conférence de Rio pouvait être l'occasion d'une telle prise de conscience. Il n'en a rien été. On peut donc parler d'échec au plan qui nous concerne, c'est-à-dire au plan scientifique.

Comme souvent en de telles circonstances, il reste intéressant d'analyser les causes de cet échec. Les plus flagrantes sont l'ambiguïté du thème (vouloir chasser deux lièvres à la fois...) et l'omission volontaire de questions pourtant essentielles.

### Pourquoi l'échec ?

En faisant porter la Conférence sur l'environnement et le développement, les Nations Unies ont voulu que cette manifestation puisse concerner tout autant le Nord et le Sud. Les domaines de l'environnement et du développement ont d'intéressantes zones de recouvrement, mais ce n'est pas spécifiquement dans cette direction que les discussions se sont orientées, mis à part le domaine particulier de la déforestation.

Les pays développés ont considéré Rio comme une Conférence sur l'environnement, les pays sous-développés n'ont pas caché que les problèmes planétaires d'environnement n'entraient nullement dans leurs préoccupations et qu'ils se rendaient à Rio pour obtenir un doublement des crédits d'aide au développement (de 55 à 125 milliards de dollars).

D'où un dialogue de sourds : "La pollution laisse indifférent ceux qui ont faim", "avec 55 milliards de dollars le développement n'est pas évident, pourquoi le serait-il plus avec 125 milliards ?" etc.

Curieusement la question centrale, charnière entre le développement et l'environnement, fut officiellement occultée. Sous les pressions de considérations dogmatiques (catholiques et musulmanes), les *problèmes démographiques* ne sont mentionnés dans aucune des conventions, à l'exception d'une phrase quelque peu ambiguë. Et pourtant ils furent soulignés dans maintes interventions, la plus retentissante ayant été celle du commandant Cousteau parlant de "population big-bang".

"Pauvreté, environnement et population ne pourront plus être traités séparément (Gro Harlem Brundtland, premier ministre de Norvège - cf supra la remarque sur l'analyse des systèmes). La population mondiale était de 2,5 milliards en 1954. Elle est de 5,4 milliards actuellement. Elle devrait dépasser 10 milliards vers 2050. Quelques uns des problèmes inévitables : disponibilité de nourriture (agriculture et

\*

\* \*

pêche), manque de terres arables (à peu près toutes exploitées), pollution (par exemple nitrates dans les rivières), besoins en eau potable, en énergie (électricité), en éducation, etc.

Autre domaine remarquablement absent : la *santé publique* "Sauver la planète, c'est plus important que sauver des enfants, des hommes" a constaté Madame Simone Veil, présidente de la Commission Santé et Environnement de l'OMS, lors de son passage à Rio devant le spectacle parfois délirant offert par le "Global Forum" : "J'ai été choquée que l'on fasse deux minutes de silence pour la planète et que l'on n'y associe pas tous les hommes, les femmes, les bébés qui meurent de faim".

On a certes parlé d'effets sur la santé publique attribués au changement du climat (effet de serre) ou à la diminution de la couche d'ozone : maladies infectieuses, arrêts cardiaques, cancers de la peau, cécité, maladies respiratoires, de manière apocalyptique, sans preuve à l'appui.

Autre grand absent : *le nucléaire*, celui-ci est, à l'évidence, excommunié par quelques ONG qui dissimulent adroitement leur radicalisme derrière cette dénomination chargée de respectabilité. Depuis longtemps, le nucléaire est passé sous silence dans la plupart des documents, même officiels. Pourtant la préoccupation insistante sur la croissance du taux de CO<sub>2</sub> devrait redonner une nouvelle jeunesse à l'intérêt pour cette source énergétique.

Lorsque René Dumont, dans un texte au vitriol distribué à Rio, suggère d'accroître les subventions aux chemins de fer ("favorisant les TGV et pénalisant les autoroutes"), il feint d'ignorer que plus de 70 % de l'électricité consommée par les TGV français est d'origine nucléaire.

*Déforestation*

Les deux questions les plus chaudement discutées à Rio furent la "biodiversité" et la *déforestation*. Elles sont connexes puisque la destruction des forêts tropicales humides est la principale cause de la disparition des espèces animales et végétales.

La déforestation est souvent ignorée dans les analyses, du moins en Occident. Elle relève des deux problématiques (environnement et développement) dans des contextes Nord-Sud conflictuels,

Les bons ouvrages décrivant le cycle du carbone résumant ainsi les échanges annuels entre la végétation et l'atmosphère (cf. tableau ci-après) :

• Photosynthèse		120 . 10 <sup>9</sup> t
• Respiration des plantes	60 . 10 <sup>9</sup> t	
• Décomposition des êtres vivants (plantes + animaux)	60 . 10 <sup>9</sup> t	
	120 . 10 <sup>9</sup> t	
• Déforestation	1 à 2 . 10 <sup>9</sup> t	
• Totaux	121 à 122 . 10 <sup>9</sup> t/an	120 . 10 <sup>9</sup> t/an

d'où un déséquilibre dans le bilan aisément attribuable à la déforestation. (Rappelons que la combustion des produits fossiles dégage dans l'atmosphère 5,5 . 10<sup>9</sup>t/an de CO<sub>2</sub> soit trois fois plus que la déforestation, seulement).

On aimerait connaître la définition de la "déforestation" (l'exploitation des forêts du Nord est-elle comprise ?), les modes de calcul et la précision des chiffres publiés, qui sont régulièrement repris pas tous les auteurs.

Quelques remarques et questions dignes de Candide :

- Les effets de la déforestation ne semblent pas devoir excéder l'incertitude sur les flux de CO<sub>2</sub>, au titre de la photosynthèse, de la respiration et de la décomposition. Dans quelle mesure ces flux sont-ils équilibrés ?

- Ces flux sont équilibrés, dit-on, pour une forêt en état stationnaire, c'est-à-dire ancienne. Dans le cas d'une forêt en cours de restauration (cas d'une déforestation récente en zone tropicale), les flux sont déséquilibrés en faveur de la photosynthèse pour la reconstitution du stock de carbone immobilisé (trunks, feuillages...)

- Plutôt que les flux de carbone, c'est les stocks de carbone immobilisés qu'il conviendrait d'examiner. Le bois ne devient pas CO<sub>2</sub>, s'il est transformé en planches et poutres.

Pour les pays du Nord, les forêts tropicales sont considérées comme "les poumons de la planète", leur disparition serait dramatique alors même que croissent les tonnages de combustibles fossiles brûlés. Ils poussent les pays tropicaux (généralement du Sud) à "protéger" leurs forêts pour contribuer à réduire la teneur de l'atmosphère en CO<sub>2</sub>, c'est-à-dire selon l'opinion actuellement en vogue, l'effet de serre.

Les pays du Sud répondent qu'ils ne sont pas les seuls à avoir des forêts et que les pays du Nord pourraient commencer par s'occuper des leurs (qu'ils ont largement détruites dans le passé), qu'il n'y a aucune raison de considérer les forêts tropicales comme une richesse planétaire (alors que le pétrole et le gaz resteraient des richesses nationales), que l'exploitation des forêts est un élément important de leur revenu national, que les pressions du Nord constituent une atteinte à leur souveraineté nationale, etc.

La Conférence de Rio aura permis d'attirer l'attention sur le problème complexe de la déforestation. Celle-ci pose des questions dans de multiples domaines : bel exemple d'analyse de système à développer.

*Appel de Heidelberg*

Dans le contexte très particulier de la Conférence, aussi bien au "Rio Centro" qu'au "Global Forum", la publication de cet "Appel" a eu un très fort impact (cf p. 38) Son opportunité était extrême. Il faut espérer qu'il a pu, au moins, neutraliser, les excès du "Global Forum" et inspirer les hommes de bonne volonté pour la suite de leurs réflexions - parmi eux, je place les hommes politiques .

L'écologie peut certes être une science, c'est incontestable et incontesté. Mais elle est invoquée trop souvent dans des agrégats mentaux où la science voisine avec des considérations politiques, philosophiques, spirituelles, voire métaphysiques. Si l'écologie veut être pleinement reconnue comme science, elle doit se démarquer, dans sa démarche et son discours, de ce qui n'est pas de nature scientifique, comme la chimie a su le faire au XVIII<sup>e</sup> siècle en se dissociant de l'alchimie. Analyse de systèmes ne veut pas dire confusion.

*En guise de conclusion*

Rio a été un "océan de paroles" ayant accouché de bonnes résolutions sous la forme de textes peu contraignants qui, comme souvent, n'auront d'importance que dans la mesure où les gouvernements futurs voudront bien leur en donner.

Si les engagements financiers sont relativement modestes, c'est peut être par une légitime prudence induite par un manque de crédibilité des discours sur la réalité des phénomènes et les solutions préconisées.

Les hâbleurs de Rio Centro ou du Global Forum ne sont pas les acteurs : ceux-ci sont les *scientifiques* qui détermineront la nature exacte des problèmes, leur ampleur et leur urgence, et les *industriels* qui développeront des solutions raisonnables parce qu'adaptées aux réalités économiques et sociales.

Encore plus sans doute que les scientifiques, les industriels ont été discrets à Rio. Les premiers ont été ignorés, les seconds ont prudemment boudé.

## Questions rarement traitées : Appel aux lecteurs compétents de L'Actualité Chimique

### I. Effet de Serre (E.S.)

A. Au cours des millénaires passés la teneur de l'atmosphère en CO<sub>2</sub> et la température moyenne de la Terre ont évolué parallèlement. Mais qu'elle est la cause ? Pourquoi ne serait-ce pas la variation de température ?

B. Les discussions sur l'E.S. portent généralement sur les facteurs anthropogéniques (qui ne le sont d'ailleurs que partiellement), vite baptisés "gaz à E.S.", ce qui exclut l'eau sous ses diverses formes (vapeur, nuages), or l'eau n'est-elle pas la cause principale de l'E.S. ?

C. Une conséquence de cette exclusion me semble conduire à une vision réductrice des relations entre l'E.S. et le climat. Haroun Tazieff fait remarquer que l'E.S. joue moins sur la température moyenne de la Terre (généralement seul paramètre évoqué) que sur les fluctuations climatiques, notamment les variations de température pendant 24 heures. Celles-ci dépendent notablement de l'humidité de l'air donc de l'E.S. et non de la teneur en CO<sub>2</sub>. Ainsi : on dit dans tous les manuels que sans E.S., c'est-à-dire sans atmosphère, la température moyenne de la Terre serait -18 °C. On devrait plutôt dire qu'elle serait de -150 °C la nuit et +100 °C le jour. Avec l'atmosphère, les variations des températures sur Terre entre jour et nuit restent très variables.

Exemple :

- Congo :	maxi-diurne	35-36°C	humidité	95-100 %
	nocturne	28-30 °C	"	"
- Sahara :	maxi-diurne	50-55 °C	humidité	20-25 %
	nocturne	-5 °C	"	"

Les teneurs de l'atmosphère en CO<sub>2</sub> au Congo et au Sahara sont les mêmes.\*

Le facteur déterminant de l'E.S. est la vapeur d'eau. Le climat est un phénomène local, pas déterminé par des valeurs planétaires moyennes de paramètres comme la température. Une variation minime (quelques %) d'un facteur secondaire (CO<sub>2</sub>) n'est-elle pas négligeable précisément parce qu'elle est homogène sur la surface du globe et, de ce fait, ne joue aucun rôle notable dans les phénomènes climatiques locaux ?

D. On dit que la température moyenne de la Terre peut avoir augmenté de 0,5 degré en un siècle. Les courbes de variations publiées montrent que cette variation de température s'est faite par paliers : elle a été constante de 1860 à 1920 puis de 1935 à 1965, croissante de +0,2 °C entre 1920 et 1935 de +0,2 °C entre 1965 et 1990

Pendant cette période, la croissance du taux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère a cru de manière remarquablement régulière. Comment alors expliquer la variation en paliers de la température ?

\* Chiffres extraits de la préface au livre de R. Madoro et R. Schauerhammer "Ozone, un trou pour rien", Alcuin 1992.

E. On conçoit l'utilité des satellites et des ordinateurs pour déterminer les moyennes planétaires de la température notamment. Comment peut-on valablement comparer les résultats ainsi obtenus avec les données relatives au XIX<sup>e</sup> siècle ? Quelle est l'imprécision des chiffres publiés ? N'est-elle pas au moins égale à 0,5 °C, ce qui interdirait de conclure sur un échauffement de la Terre ?

F. Revenons à la nécessité de considérer les climats locaux ou régionaux, plutôt que les paramètres globaux. Une variation moyenne de 0,5 °C, et même de quelques degrés, ne saurait suffire par fondre la calotte glaciaire antarctique car sa température est toujours inférieure à 0 °C. Un léger échauffement du globe accélérerait la fusion de la banquise, ce qui ne changerait nullement le niveau de la mer. Restent la fusion des glaciers terrestres et la différence de dilatation entre l'eau de mers et les terres émergées ou non. Un changement majeur du climat des pôles, surtout au pôle Sud, pourrait avoir une incidence sur le niveau des mers. Rien actuellement ne permet de l'envisager car nous sommes incapables de prévoir les évolutions climatiques régionales notamment de les relier à la teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. Si elles sont déterminées par l'E.S., c'est plus vraisemblablement par l'intermédiaire de la vapeur d'eau, comme remarqué au point C ci-dessus.

### II. Couche d'ozone

A. Des bons ouvrages disent que la composition de l'atmosphère (en pourcentages) est constante en tout point du globe et à toute altitude pour les gaz stables non solubles dans l'eau. Cela peut se comprendre et s'admettre pour N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, gaz rares, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>. Mais moins facilement pour les CFC car :

a) 90 % des CFC sont fabriqués et utilisés dans l'hémisphère Nord. Les diffusions entre hémisphères sont-elles aussi rapides et totales qu'on ne trouve pas de différences dans les teneurs en CFC ? Aux pôles notamment ?

b) Contrairement aux autres gaz stables de l'atmosphère, les CFC sont beaucoup plus denses que l'air. Cela n'a-t-il pas aucun effet sur leur répartition selon l'altitude ? Ajoutons à cela que s'il faut 7 à 10 ans aux CFC pour atteindre la stratosphère, les tonnages produits pendant une période aussi longue ont notablement changé : autre raison pour laquelle le pourcentage de CFC dans l'atmosphère devrait baisser quand l'altitude augmente.

c) La température baisse lorsque l'altitude augmente jusqu'à la tropopause, puis elle croît dans la stratosphère. La tropopause joue donc un rôle de surface froide vis-à-vis des vapeurs condensables de l'atmosphère. Or, les CFC sont les impuretés stables de l'atmosphère les plus aisément condensables. Cette remarque va à l'encontre du point b ci-dessus. On peut donc penser que si la teneur en CFC est à peu près indépendante de l'altitude (y a-t-il eu des mesures sérieuses ?), c'est parce qu'il y a compensation entre b et c. Mais alors qu'en est-il dans la stratosphère ? On dit que les diffusions

verticales y sont difficiles donc, les phénomènes b et c s'ajoutant devraient conduire à une baisse rapide de la teneur en CFC avec l'altitude. Ce que l'on observe, puisqu'à 25 km d'altitude il n'y a pratiquement plus de CFC. Il n'est donc pas certain que cette disparition résulte d'une destruction photochimique.

B. Les questions les plus importantes ne concernent pas l'ozone (ou les CFC) mais les UV. C'est l'intensité des UV.B au niveau du sol qui constitue la préoccupation première de l'humanité et non l'épaisseur de la couche d'ozone. Pourquoi ne publie-t-on jamais de données relatives à l'irradiation UV au niveau du sol ?

C. Serait intéressante une connaissance précise du bilan des UV en fonction de l'altitude selon leur longueur d'onde. Est-il exact que les UV de 190-230 nm sont détruits vers 40 km par action sur O<sub>2</sub> pour donner O<sub>3</sub>, auquel cas ils ne peuvent détruire les CFC puisque ceux-ci disparaissent vers 25 km ? et a fortiori être nuisibles au niveau du sol ? Cette considération mérite sans doute d'être précisée selon la longueur d'onde. L'étude a-t-elle été faite ? Cas particulier intéressant : la stratosphère au-dessus de l'Antarctique où les rayons solaires, UV compris, arrivent de manière tangentielle à la fin de l'hiver austral, c'est-à-dire au moment de la formation du "trou d'ozone".

D. Admettons que les CFC sont susceptibles d'amorcer des réactions en chaîne dans la stratosphère. Compte tenu des abondances relatives, il faut que les chaînes aient au moins 1000 maillons vers 10 km d'altitude et un million de maillons vers 25 km. Compte tenu du grand nombre de radicaux identifiés et de réactions possibles de telles longueurs de chaînes sont-elles vraisemblables ?

E. Comme pour l'E.S., on aimerait connaître les précisions des données publiées, par exemple sur l'"épaisseur" de la couche d'ozone en unités Dobson. En quoi consiste les "réétalonnages" des spectrophotomètres Dobson ? Quelle incidence leur existence a-t-elle sur l'incertitude associée aux chiffres publiés (incertitude qui, elle, ne l'est jamais) ?

F. Que deviennent les particules et gaz d'origine volcanique émises en permanence (Mt Erébus en Antarctique) ou, directement dans la stratosphère lors d'éruptions violentes (Pinatubo) ? La discrétion entourant cette question est étonnante. Pourquoi avoir si peu parlé de l'éruption du Mt Hudson (Chili, août 1991) alors même qu'elle interférait manifestement avec la formation du "trou d'ozone" d'octobre 1991 ?

Ces questions, et sans doute bien d'autres, donnent aux non-spécialistes la crainte que les problèmes écologiques planétaires sont partiellement occultés par la pratique du "non-dit"; Si ceci résulte de l'insuffisance de nos connaissances il est du devoir de la communauté scientifique de le dire et le répéter. Il ne suffit pas de critiquer les médias, parce qu'ils aiment le catastrophisme, encore faut-il ne pas leur transmettre que des messages partiels, partiels, disent certains, de plus en plus nombreux.

R.H.

# La controverse

La conférence de Rio n'a peut-être pas répondu aux attentes des organisateurs. Elle a eu cependant l'indiscutable mérite de mettre en évidence la multiplicité des facettes de la problématique environnementale. Le simplisme démagogique, bruyamment manifesté par quelques leaders écologistes ou politiques, a suscité à Rio, et depuis lors bien des réactions, allant de la prudence très apparente dans les textes finalement adoptés jusqu'à des prises de position vigoureusement contestataires, comme celles d'Haroun Tazieff.

Ce phénomène de réaction a été très sensible dans le monde universitaire. L'"Appel" lancé depuis Heidelberg par un groupe de 40 intellectuels (rejoints depuis lors par 2400 signataires) a servi de détonateur. Son impact a été particulièrement fort en France, patrie de Descartes, sans

doute parce qu'il dénonce la dérive irrationnelle qui tend à prévaloir dans l'exploitation médiatique, réglementaire, voire philosophique, des résultats expérimentaux partiels et des hypothèses de travail publiés par des scientifiques, bien évidemment heureux de l'intérêt qu'ils suscitent.

*L'Actualité Chimique* a voulu ouvrir ses colonnes à des universitaires pour ce qu'elle pensait initialement être un débat d'idées. La vigueur des positions des uns et des autres montre qu'il s'agit de beaucoup plus qu'un échange d'arguments. D'où notre titre : "la controverse".

La constitution d'un Centre International pour une Ecologie Scientifique (cf. page 40), au moment où nous mettons ce numéro sous presse, montre que le mouvement de pensée initié par l'appel de

Heidelberg est durable. Souhaitons qu'il contribue à équilibrer un débat jusqu'à maintenant monopolisé par un catastrophisme qui n'est pas sans rappeler la grande peur de l'an 1000.

En ouvrant ce dossier, *L'Actualité Chimique* souhaite associer la communauté des chimistes à une réflexion qui les concerne, non seulement comme citoyens du monde, mais comme spécialistes pouvant mieux que d'autres évaluer les enjeux scientifiques, économiques et sociaux. Par leur formation, les chimistes sont nécessairement attentifs aux progrès de la science écologique. Comme êtres humains, ils peuvent comprendre que la réalité ne se réduit jamais aux seuls acquis de la raison.

R.H.

## Appel de Heidelberg

Texte adopté le 14 avril 1992 à la suite d'un colloque scientifique, tenu à Heidelberg, sur les substances dangereuses, et signé par des scientifiques, dont une soixantaine de Prix Nobel.

Appel aux chefs d'État et de gouvernement présents à la Conférence de Rio de Janeiro

Nous, soussignés, membres de la communauté scientifique et intellectuelle internationale, partageons les objectifs du sommet de la Terre qui se tiendra à Rio sous les auspices des Nations Unies et adhérons aux principes de la présente déclaration.

Nous exprimons la volonté de contribuer pleinement à la préservation de notre héritage commun, la Terre.

Toutefois, nous nous inquiétons d'assister, à l'aube du XXI<sup>e</sup> siècle, à l'émergence d'une idéologie irrationnelle qui s'oppose au progrès scientifique et industriel et nuit au développement économique et social.

Nous affirmons que l'État de Nature, parfois idéalisé par des mouvements qui ont tendance à se référer au passé, n'existe pas et n'a probablement jamais

existé depuis l'apparition de l'homme dans la biosphère, dans la mesure où l'Humanité a toujours progressé en mettant la Nature à son service, et non l'inverse.

Nous adhérons totalement aux objectifs d'une écologie scientifique axée sur la prise en compte, le contrôle et la préservation des ressources naturelles.

Toutefois, nous demandons formellement par le présent appel que ce contrôle et cette préservation soient fondés sur des critères scientifiques et non sur des préjugés irrationnels.

Nous soulignons que nombre d'activités humaines essentielles nécessitent la manipulation de substances dangereuses ou s'exerçant à proximité de ces substances, et que le progrès et le développement reposent depuis toujours sur une maîtrise grandissante de ces éléments hostile, pour le bien de l'Humanité.

Nous considérons par conséquent que l'écologie scientifique n'est rien d'autre que le prolongement de ce progrès constant vers des conditions de vie meilleures pour les générations futures. Notre intention est d'affirmer la respon-

sabilité et les devoirs de la science envers la société dans son ensemble.

Cependant, nous mettons en garde les autorités responsables du destin de notre planète contre toute décision qui s'appuierait sur des arguments pseudo-scientifiques ou sur des données fausses ou inappropriées. Nous attirons l'attention de tous sur l'absolue nécessité d'aider les pays pauvres à atteindre un niveau de développement durable et en harmonie avec celui du reste de la planète, de la protéger contre des nuisances provenant des nations développées et d'éviter de les enfermer dans un réseau d'obligations irréalistes qui compromettraient à la fois leur indépendance et leur dignité.

Les plus grands maux qui menacent notre planète sont l'ignorance et l'oppression et non pas la science, la technologie et l'industrie dont les instruments, dans la mesure où ils sont gérés de façon adéquate, sont des outils indispensables qui permettront à l'Humanité de venir à bout, par elle-même et pour elle-même, de fléaux tels que la surpopulation, la faim et les pandémies.

## O P I N I O N

**Michel Salomon***Directeur de la revue Projections*

# De Heidelberg à Rio

## Itinéraire d'une démarche

L'étonnante fortune qu'a connu l'appel de Heidelberg mérite que l'on précise sa genèse, sa raison d'être et la cause probable de son succès inattendu dans la communauté scientifique internationale. Lorsque les idées qui se sont concrétisées dans cet appel ont commencé à circuler, nous avons été surpris par la rapidité avec laquelle les signatures ont afflué - et continuent d'affluer en provenance du monde entier, de la part de personnalités à ce point éminentes qu'on ne peut pas les soupçonner de rechercher, ce faisant, on ne sait quel supplément de notoriété. A ce jour, plus de 800 scientifiques de réputation internationale, dont 62 prix Nobel, ont signé cet appel, l'accompagnant souvent de commentaires, de recommandations, et du souhait de voir prise en compte leur demande d'être associés à la réflexion et au débat sur l'environnement.

Le grand rassemblement de Rio avait d'emblée suscité en nous des sentiments mêlés. Un événement de cette importance, mobilisant l'opinion publique et les médias et déplaçant une centaine de chefs d'États et de gouvernements, méritait une attention vigilante. Nous étions, certes, heureux de l'effort de sensibilisation aux problèmes de l'environnement suscité par ce qui a été ambitieusement baptisé "Sommet de la Terre", mais les quelques documents des conférences préparatoires, dont ceux qui nous parvenaient des rencontres du CNUED à New York, nous rendaient quelque peu perplexes.

Ces documents attestaient qu'une fois de plus les pays industriellement développés, qui appartiennent quasiment tous - est-ce un hasard ? - aux démocraties parlementaires, étaient mis en accusation sans que soit pris en compte dans le désordre planétaire actuel le déficit en matière de droits de l'homme, en responsabilité politique et en expertise - ici aussi cela va de pair - de nombreux États du tiers monde. Une fois de plus, la science, la technologie et l'industrie, séparément ou ensemble, se trouvaient dénoncées comme étant à l'origine de phénomènes comme l'effet de serre ou le trou dans la couche d'ozone.

Là où les astrophysiciens, les chimistes, les biologistes, hommes de l'art, prudents, cir-

conspects et compétents, sont dubitatifs devant ce qui est, sinon une énigme, du moins une affaire d'une infinie complexité, largement controversée, avec des paramètres nombreux et enchevêtrés - et qui nécessitera des efforts de recherche importants et déterminés pour que l'on puisse y voir un peu plus clair -, les animateurs d'une certaine écologie militante ont déjà des réponses simplificatrices empreintes d'un alarmisme excessif.

Il n'est pas raisonnable, il n'est pas prudent, que des décisions politiques majeures soient prises sur des présomptions qui doivent certes être examinées, voire prises en compte, mais ne sont, en l'état actuel de nos connaissances, que des hypothèses. Les scénarios plus ou moins apocalyptiques évoqués dans les travaux préparatoires à Rio ne sont pas de ces certitudes qui puissent fonder des décisions politiques pouvant entraîner des bouleversements majeurs et des dépenses considérables à l'échelle planétaire.

D'innombrables commissions se réunissaient donc depuis des années aux quatre coins du monde pour préparer le "sommet", sans une participation significative des scientifiques spécialisés dans ces domaines sensibles, sans qu'ils en soient même sérieusement et valablement informés. Ces affaires ont été pratiquement soumises au seul jugement des fonctionnaires des Nations Unies et des représentants des organisations non gouvernementales. Nul ne contestera l'importance des ONG dont l'action humanitaire est souvent méritoire ; mais elles n'ont pas nécessairement les qualifications requises pour débattre de climatologie, et ce n'est du reste pas leur vocation.

Pour toutes ces raisons, nous avons pensé qu'une des réponses à ces a priori des groupes de travail qui préparaient Rio pouvait être une rencontre de scientifiques examinant de façon sereine le bien-fondé des accusations portées sur quelques-uns des matériaux et des procédés industriels censés causer des maladies graves ou être responsables de l'effet de serre et du trou dans la couche d'ozone. L'idée d'une rencontre sur le "management des substances dangereuses" nous paraissait un préalable à tout jugement porté sur elles.

Le 14 avril 1992, nous avons donc réuni à Heidelberg une cinquantaine de personnes, des scientifiques de renom, dont

les prix Nobel Rita Levi et Manfred Eigen, mais aussi des praticiens, des sociologues, des moralistes et des membres du comité de rédaction de *Projections*. Ils provenaient de disciplines différentes, de nombreux pays européens, y compris de l'ex-Union soviétique, et avaient des vues divergentes sur de nombreuses questions.

Pourquoi Heidelberg ? Nous souhaitions nous rencontrer dans une ville universitaire européenne au nom prestigieux. Oxford ou Cambridge eussent aussi bien fait l'affaire. L'accueil chaleureux que nous reçûmes d'emblée, lors d'une première visite des villes universitaires, à l'Académie des Sciences de Heidelberg, par son vice-président, le cardiologue Gothard Schettler, et à l'Institut de recherches sur le cancer par le Pr Harald zur Hausen, nous persuadèrent de planter notre tente sur les rives du Neckar. Les substances incriminées l'étant entre autres pour leurs effets cancérigènes, supposés ou réels, nous acceptâmes la généreuse hospitalité du Pr zur Hausen.

La rencontre de Heidelberg fut fructueuse et animée. Des experts des CFC, des dioxines, des rayonnements et de l'amiante firent une synthèse des dernières recherches épidémiologiques, entre autres, sur l'impact de ces substances sur la santé, et leurs conclusions furent discutées par les participants. Mais la question du prochain sommet de la Terre préoccupait trop les participants pour qu'ils se satisfissent de ces discussions purement techniques. Et nous ne fûmes donc pas exagérément surpris quand de nombreuses voix s'élevèrent pour réclamer dans notre groupe une discussion sur Rio et une prise de position tout au moins des présents.

Nous avons quelque peu anticipé cette réaction. Un premier texte, que nous avons fait circuler à Paris, auprès de quelques amis, avait déjà recueilli une cinquantaine de signatures. Nous le présentâmes à Heidelberg. Il fut discuté, paragraphe par paragraphe, mot par mot. De ces discussions devait sortir la déclaration de Heidelberg dans sa version actuelle.

L'appel de Heidelberg, nous l'avons dit, a reçu un accueil étonnant parmi les scientifiques, dont nous sommes les premiers surpris. Le relais médiatique a été tout aussi impressionnant. Sans doute a-t-il touché une fibre sensible et polarisé des inquiétudes légitimes.

*Article publié par la revue Projections, 1992, 7-8, pp 13-16, et reproduit avec son aimable autorisation.*



Il suscita d'emblée, il fallait s'y attendre, de nombreuses réactions, pas toujours favorables, auprès de certaines associations écologiques, ou de certains intellectuels qui devaient nous accuser de "scientisme" ou de servir d'alibi à l'industrie, toujours perçue sans réserve ni nuances dans certains milieux comme immorale, prédatrice et moins préoccupée du bien commun que de profits abusifs. Le texte, nécessairement bref, de cet appel ne nous a pas permis de nuancer davantage un certain nombre de pétitions de principe, qui ne négligent ni ne sous-estiment l'intuition poétique, le jugement éthique, où la nécessité pour la science d'être modeste et attentive à l'inquiétude et à la demande sociale.

Aussi souhaitons-nous souligner ici qu'il nous paraît important de ne pas se tromper sur le sens de notre démarche. En vérité,

l'appel de Heidelberg n'a pas été conçu dans un esprit d'agressivité envers quiconque, ni n'exprime une quelconque frustration, pas plus qu'il ne s'agit d'une démarche politicienne ou de la défense d'intérêts économiques ou corporatistes. Il s'agit au contraire, très exactement, d'une véritable offre de service de la science à l'écologie, et surtout aux décideurs qui ont aujourd'hui, nul ne le conteste, à prendre des dispositions qui engagent l'avenir de la planète, et aussi celui, parfois très immédiat, des hommes, des femmes et des enfants qui la peuplent.

L'appel de Heidelberg, faut-il le répéter, ne participe d'aucun hégémonisme scientifique. Il propose simplement, raisonnablement, d'aider à mettre un peu d'ordre dans les problèmes qui sont soulevés, de hiérarchiser les risques, les urgences, les priori-

tés. Il nous paraît plus important de faire porter notre effort sur des dangers réels et immédiats - la pauvreté, le tarissement des ressources en eau, la désertification, la déforestation, les déchets nucléaires ou non, etc. -, que de nous mobiliser pour affronter des périls hypothétiques, sans pour autant que soit absent de nos préoccupations le principe de prudence qui nous incite à ne rien négliger, même l'hypothétique.

Si nous dénonçons la cacophonie et les faux prophètes, ce n'est nullement pour minimiser les enjeux environnementaux, ni pour mettre un frein aux enthousiasmes et aux ferveurs qui accompagnent la prise de conscience planétaire de l'écologie, mais avant tous, pour permettre aux choix démocratiques de s'exercer dans la transparence et la responsabilité.

### Le Centre International pour une Ecologie Scientifique

Ce centre a été créé début 1993 sous la forme d'une association sans but lucratif en vue de répondre au souci, manifesté par un grand nombre de signataires de l'appel de Heidelberg, de prolonger l'impact de celui-ci pour l'examen de problèmes concrets auxquels la communauté scientifique est confrontée.

Les objectifs du centre sont ainsi exprimés dans ses statuts :

"Cette association a pour but de promouvoir et de faciliter l'échange des connaissances scientifiques en termes de protection de l'homme, des autres espèces vivantes, des sites naturels, des ressources de la planète à partir des données fournies par la science.

\*Centre International pour une Ecologie Scientifique, 10, avenue de Messine, 75008 Paris. Tél. : (1) 45.62.20.03 (télécopie : (1) 42.89.00.59).

L'association se propose de fournir ainsi les éléments de jugement scientifiques les plus pertinents aux autorités qui ont la charge d'élaborer les politiques de protection de l'environnement, à la société civile qui, en vertu de la règle de transparence, a vocation à donner son point de vue ainsi qu'à l'ensemble des acteurs socio-économiques qui ont la volonté de concourir à la fois à la préservation de la Terre et au développement des groupes humains qui la peuplent".

Le conseil d'administration du centre comprend notamment :

- M. Pierre Joly, président de l'Association Française pour la Recherche Thérapeutique, président de la Fédération Française de l'Industrie du Médicament : président,

- M. Constant Burg, directeur général honoraire de l'INSERM, président de l'Institut Curie,

- M. Gilbert Rutman, ingénieur général des Mines, président du Conseil National des Ingénieurs et des Scientifiques de France,

- Dr Michel Salomon, coordinateur de l'appel de Heidelberg, ancien journaliste scientifique, directeur de la revue *Projections*

- Pr. S. Fred Singer, doyen de l'École des Sciences Environnementales de l'université de Miami, vice-assistant administrateur de l'Agence Américaine pour la Protection de l'Environnement (EPA),

La première manifestation d'activité du centre sera le séminaire consacré au concept de relation linéaire dose/effet. Ce séminaire organisé le 10 mai 1993, à Paris cherchera à répondre à la question : ce concept reste-t-il un modèle valable pour l'évaluation du risque lié aux faibles doses de carcinogènes ?

### SFC- Division "Enseignement de la chimie"

#### Xe JIREC

Grenoble, 12-14 mai 1993

Ces Journées de l'innovation et de la recherche dans l'éducation en chimie auront pour thème : La chimie, science expérimentale.

Trois conférences et cinq ateliers seront proposés aux participants : évaluation de l'enseignement expérimental, expérimentation et modélisation, le statut de l'enseignement expérimental, chimie et vie quotidienne, simulation et expérimentation.

Des communications libres, par affiches, sont sollicitées.

Un appel à participation est lancé auprès des universitaires, professeurs de classes préparatoires, des lycées et des collèges.

Renseignements : R. Barlet, LPU DC, BP 53 X, 38041 Grenoble Cedex. Tél. : 76.51.48.35.

## O P I N I O N

Jean-Marc Levy Leblond

Professeur à l'université de Nice

# Scientisme contre écologie

## Le pavé de Heidelberg

L'«appel de Heidelberg», adressé par plus de deux cents scientifiques (dont cinquante deux Prix Nobel) aux chefs d'Etat et de gouvernement réunis à Rio en juin dernier [1], a suscité de vives polémiques [2]. Une première lecture laisserait pourtant croire à de pieuses et banales déclarations d'intention : «Nous exprimons la volonté de contribuer pleinement à la préservation de notre héritage commun, la Terre»; bravo! «Nous adhérons totalement aux objectifs d'une écologie scientifique, axée sur la prise en compte, le contrôle et la préservation des ressources naturelles»; très bien! «Notre intention est d'affirmer la responsabilité et les devoirs de la science envers la société dans son ensemble»; chapeau! «Nous attirons l'attention de tous sur l'absolue nécessité d'aider les pays pauvres à atteindre un niveau de développement durable et en harmonie avec celui du reste de la planète»: excellent! Rien là de très original, mais tant mieux si d'honorables scientifiques se penchent enfin sur le sort du monde.

Mais nombre de commentaires ont relevé déjà que l'essentiel de ce texte se trouve dans les multiples réserves et réticences qu'il formule lui-même, par rapport à ces énoncés généraux. Les trois premières citations rappelées ci-dessus sont, en effet, suivies respectivement des trois phrases-clés suivantes : «Toutefois, nous nous inquiétons d'assister, à l'aube du vingt et unième siècle, à l'émergence d'une idéologie irrationnelle qui s'oppose au progrès scientifique et industriel et nuit au développement économique et social» «Toutefois, nous demandons formellement par le présent appel que cette prise en compte, ce contrôle et cette préservation soient fondés sur des critères scientifiques et non sur des préjugés irrationnels.» «Cependant, nous mettons en garde les autorités responsables du destin de notre planète contre toute décision qui s'appuierait sur des arguments pseudoscientifiques ou sur des données fausses ou inappropriées».

### Avec le lobby des manipulations génétiques

«A l'aube du vingt et unième siècle», vraiment? On se croirait plutôt au crépuscule

*N.L.D.R. : Nous reproduisons ce texte paru dans Le Monde diplomatique, août 1992, avec l'aimable autorisation des éditions Le Monde.*

du dix-neuvième. Comment peut-on, aujourd'hui, prétendre qu'émerge «une idéologie irrationnelle»? Comme si la question de la rationalité n'était pas posée dès les débuts de la civilisation moderne; comme s'il n'y avait pas eu, dans un passé récent, bien d'autres idéologies irrationnelles, dans le champ politique, qu'un certain écologisme extrémiste et minoritaire - et qui n'ont pas, tant s'en faut, suscité ces nobles indignations; comme si toute idéologie n'était pas irrationnelle à commencer par le scientisme!

Comment peut-on aujourd'hui identifier le progrès scientifique et le progrès industriel, et les considérer comme la source du développement économique et social?

Comme si bien des cultures non occidentales n'avaient pas fait la preuve de leurs capacités scientifiques avant toute industrialisation! Comme si le problème fondamental aujourd'hui n'était pas justement d'assurer un «développement» économique et social à toute l'humanité malgré un «progrès» industriel inégalitaire!

Comment peut-on, aujourd'hui, appeler au respect des «critères scientifiques» contre des «préjugés irrationnels» ou des «arguments pseudoscientifiques»? Comme si l'essentiel des débats du moment - ceux-là mêmes qui ont motivé la conférence de Rio - ne tenait pas, précisément, à la difficulté extrême, voire à l'impossibilité, désormais, de tracer une ligne de démarcation claire; comme si, justement, les questions-clés - celle du taux et de l'origine des pollutions, celle de l'ampleur du trou dans la couche d'ozone, celle de l'importance des modifications climatiques d'origine humaine (effet de serre) - ne faisaient pas l'objet d'un remarquable dissensus scientifique et d'affrontements sérieux entre chercheurs aux thèses opposées; comme si, enfin, les dirigeants politiques (que cet appel a manifestement à la fois amusés et embarrassés...) n'étaient pas acculés à reconnaître l'impossibilité de décisions scientifiquement fondées en des domaines où l'urgence et l'importance des problèmes ne permettent plus à l'expertise technique de fournir des réponses assurées, faute de temps et, sans doute aussi, de moyens - matériels, mais aussi intellectuels.

On ne saurait pourtant faire une lecture purement théorique de l'«appel de Heidelberg», et le contexte politique s'est vite chargé d'en expliciter le sens pratique.

Relevons quelques faits d'actualité pertinents - choisis parmi bien d'autres. Ainsi, le 15 juin, paraissait dans la presse française un autre appel, signé par vingt cinq biologistes (dont une bonne moitié de signataires de l'«appel de Heidelberg»), qui s'élevait contre certaines dispositions d'un projet de loi sur «le contrôle de l'utilisation et de la dissémination des organismes génétiquement modifiés».

L'Assemblée nationale, en première lecture, avait adopté un amendement soumettant à enquête publique préalable l'autorisation d'installations nouvelles de génie génétique. C'est contre cette procédure que les chercheurs s'insurgeaient, arguant qu'elle allait «freiner l'innovation et le progrès médical» - alors que cette législation restait bien en deçà de ce qui est imposé dans nombre d'autres pays européens.

Le Sénat allait entendre le message du lobby génétique et, malgré la contre-offensive de diverses associations de défense de l'environnement, remplacer l'enquête préalable par la transparence a posteriori... «à l'exclusion de toute information couverte par le secret industriel et commercial ou dont la divulgation pourrait porter préjudice aux intérêts de l'exploitant»! L'Assemblée entérinera en seconde lecture cette cynique mascarade de contrôle public, considérant, selon son rapporteur, quelque peu désabusé, qu'il s'agit seulement d'«un premier pas vers l'instauration d'un véritable dialogue entre la communauté scientifique et la population» - un premier pas, au demeurant, dans une direction inquiétante.

Quelques nouvelles de l'étranger pourraient également éclairer les enjeux de l'«appel de Heidelberg». Par exemple celle-ci : en juin toujours, la nouvelle «Yougoslavie» (Serbie, Monténégro) s'est dotée d'un nouveau premier ministre. Qui le président «national-communiste» de Serbie, M. Slobodan Milosevic, a-t-il choisi? M. Milan Panic, président-directeur général de la firme américaine ICN Pharmaceuticals, Costa-Mesa, Californie. Ce multimillionnaire a eu maille à partir avec l'administration américaine pour diverses publicités pharmaceutiques mensongères et des comportements commerciaux douteux.

Reste à expliquer la surprenante extension du spectre des signataires de l'«appel de Heidelberg». Il vaut la peine, d'abord, de relever, à titre d'exemples pittoresques

mais révélateurs, certaines signatures. C'est ainsi qu'on y trouve, alliés à d'intransigeants membres de l'Union rationaliste, pour dénoncer une "idéologie irrationnelle", plusieurs membres de l'Académie pontificale - qui relève du Vatican - ainsi qu'un grand dramaturge français, dont le théâtre semblait illustrer l'absurdité plutôt que la rationalité humaine... On y voit, signant un appel aux (autres) dirigeants politiques, un ancien Premier ministre et quelques ministres français... On y repère les directeurs des laboratoires des Parfums Christian Dior, dont chacun connaît la contribution à la résolution des problèmes du sous-développement (les dirigeants des grands laboratoires pharmaceutiques, qui ont encouragé et financé l'appel, se sont plus discrètement abstenus de le signer).

On y remarquera également, côte à côte, deux éminents géophysiciens français, tous deux bien connus des médias pour leurs démêlés scientifiques et juridiques, ne manquant pas une occasion d'affirmer leurs désaccords, qu'il s'agisse des risques sismiques ou du trou dans la couche d'ozone, mais d'accord ici pour réclamer des décisions scientifiquement fondées... On notera enfin, dans le rôle des carabiniers, l'appui a posteriori du Parti communiste. "Si l'appel avait été proposé aux scienti-

fiques communistes, nul doute qu'ils l'auraient signé. La lutte pour la science au profit (sic) du progrès fait partie de l'identité des communistes", écrit un membre du comité central du PCF [3].

Le cynisme d'une minorité, la naïveté de la majorité, ne suffisent pourtant pas à expliquer le surprenant unanimité des signataires de l'appel. A la vérité, comme toute union sacrée, celle-ci est fondée sur la peur. Il faut y voir l'expression - irrationnelle ! - du désarroi de la collectivité scientifique - ou plutôt de ses dirigeants, - devant la mutation accélérée de la nature et du statut de la science, désormais devenue technoscience, mercantilisée et industrialisée chaque jour davantage

#### Le rêve d'un savoir objectif

La plupart des chercheurs constatent alors, sans en comprendre les raisons, que devient dérisoire leur rêve d'un savoir objectif et positif, à la fois intéressant pour eux et utile à l'humanité entière. Ils se retrouvent face à des problèmes dont la complexité technique même les met en échec, et dont les enjeux sociopolitiques les dépassent [4]. leur profession, leurs institutions, leur échappent de plus en plus, soumises à la régulation du politique et aux

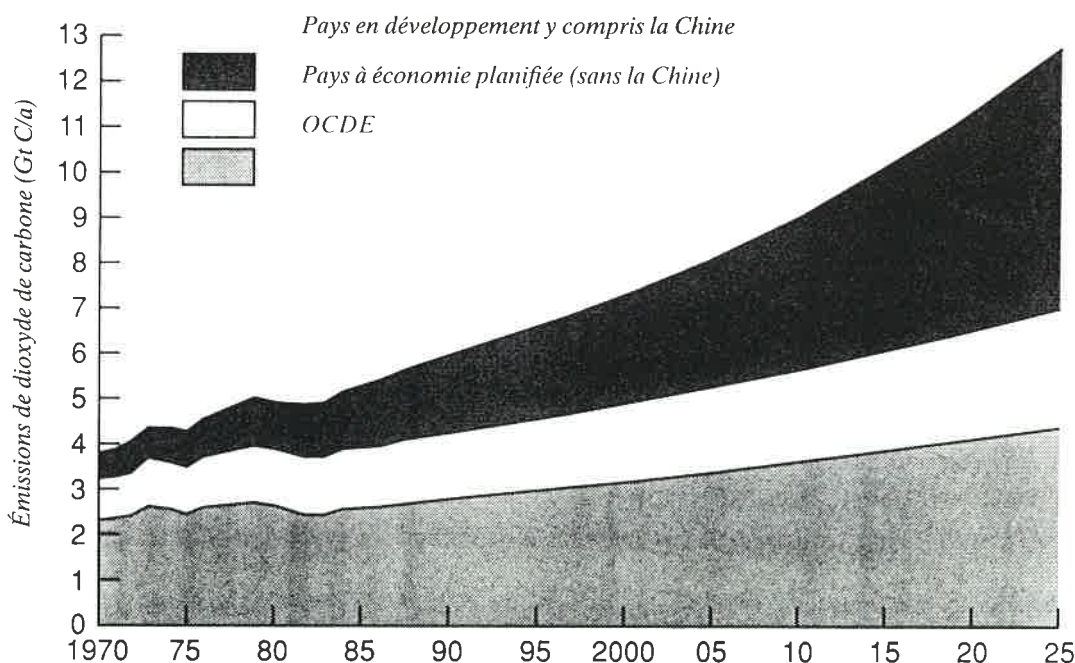
contraintes de l'économique. Plutôt que de reconnaître la source de ces transformations dans la nature même du système dont ils vivent, ils préfèrent alors se créer un adversaire fantasmatique, -cet "irrationnalisme écologique" mythifié. Ce rejet de la menace sur un ennemi extérieur imaginaire est évidemment une constante de toute communauté humaine en crise d'identité et de projet.

L'"appel de Heidelberg" aura au moins eu le mérite de mettre au jour la profondeur de cette crise. La diversité des réactions qu'il a soulevées montre aussi l'existence, de bon augure pour la suite du débat, de sérieuses lignes de fracture dans les milieux scientifiques [5].

#### RÉFÉRENCES

- [1] Voir *Le Monde* du 3 juin 1992.
- [2] Voir Ignacio Ramonet "La foudre et le ciel" *Le Monde Diplomatique*, juillet 1992.
- [3] Sylvie Mayer, *Le Patriote* (Nice), 19 juin 1992.
- [4] Cf. "L'homme en danger de science ?" *Manière de voir*, n° 15, mai 1992.
- [5] Voir notamment Martine Barrère. "Rio contre Heidelberg", *Le Monde* du 17 juin 1992.

Figure : Émissions de dioxyde de carbone (1970-2025)



Source : Shell/IPCC reference scenario

Avec l'autorisation de l'International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA) : Michael J. Grubb in *Global Climate Change. A Petroleum Industry Perspective*, 1991, p. 61.

## O P I N I O N

# Réactions de quelques signataires de l'appel de Heidelberg

## André Danzin

Membre du Club de Rome,  
Conseiller auprès  
de la Communauté  
Européenne,  
de l'Otan et de l'Unesco

### L'écologie : un cas de conscience pour tous

Membre du Club de Rome, j'ai signé l'appel d'Heidelberg.

Je crois que l'humanité, par son nombre et sa puissance, vient de franchir le seuil qui la fait passer du stade de la perturbation mineure à celui d'une menace pour la Nature.

Je suis donc favorable à tout ce qui peut accélérer la conversion de nos consommations matérielles vers des consommations où dominera l'immatériel pour lequel est fait l'Homme. Je plaide pour tout ce qui peut nous faire passer de la "civilisation de l'énergie" à la "civilisation de la communication et de l'intelligence".

Parmi d'autres moyens et objectifs, je suis donc partisan d'une taxe sur les énergies fossiles pour permettre l'essor des énergies renouvelables, expérimenter le cycle de l'hydrogène et forcer la lutte contre les gaspillages. Je suis partisan d'un meilleur équilibre entre le rail et la route, entre les véhicules collectifs et les véhicules individuels et je suis favorable au développement de voitures électriques. Je souhaite une politique du territoire qui force à en respecter l'harmonie et un retour aux agglomérations à taille humaine avec un arrêt du gigantisme des métropoles, notamment grâce au développement du télétravail et de l'éducation à distance. J'hésite sur les risques, mais je crains davantage la pollution de l'atmosphère par les composés du carbone, du soufre et de l'azote provenant de la combustion du charbon et des lignites qu'un accident sur les centrales nucléaires bien contrôlées. Je sais qu'une véritable politique de défense de l'eau est nécessaire mais qu'elle n'ira pas sans sacrifices sur quelques sites naturels que nous aimerions protéger. Je sais que moins de déchets, moins de pollution, davantage de recyclable et de biodégra-

dable se paiera par un alourdissement des charges industrielles et une diminution du rendement de l'agriculture. Cette orientation est néanmoins souhaitable. En bref, je suis partisan, par des mesures de régulations convenables dont toutes contiennent des facteurs scientifiques et techniques, de corriger la croissance sauvage des technologies au cours des cinquante dernières années où l'Homme a joué sans vergogne à l'apprenti sorcier.

Mais je sais aussi combien les évolutions souhaitables auront de conséquences économiques et sociales redoutables en présence des forces d'interdépendance qui proviendront d'autres régions du monde où des modèles de développement plus brutaux seront conservés. La transition doit se faire sans aggraver le chômage parvenu au stade de l'explosion. Le pire serait que nos concitoyens déçus par les premières mesures de protections écologiques ne retournent leurs comportements et refusent le coût de la protection de la nature. Le pire pourrait aussi provenir de nos ignorances. En la matière, nos bonnes intentions ne suffisent pas, les erreurs d'appréciation et les effets pervers sont multiples et nous ne sommes nullement assurés de ne pas jouer, une fois de plus, à l'apprenti sorcier.

Ces défis sont trop grands et trop complexes, pour être placés, comme nous observons qu'ils tendent à l'être, sous l'éclairage intolérant de discours populistes, démagogiques et électoralistes. Ces discours induisent le sacrifice du long terme au profit de l'immédiat, l'amputation du collectif au profit du local, l'effacement du raisonnable au profit du viscéral.

C'est l'abandon d'un axe qui devait désenclaver l'Artois, la Picardie et la Haute-Normandie en prolongeant le tunnel sous la Manche. C'est le blocage de l'aménagement de la Loire ou de l'Allier contre l'intérêt des populations en amont. C'est, à côté d'arguments plus valables, la sentimentalité sur les ours pyrénéens contre le développement de relations France-Espagne nécessaires à un rééquilibrage de l'Europe. C'est encore l'arrêt de Superphénix alors que le pire des risques du nucléaire serait l'insuffisance des expérimentations sur la sécurité et sur la combustion des déchets. Aucun de ces sujets ne peut être traité en oubliant sa composante écologique, mais toutes les décisions doivent tenir compte des intérêts majeurs en présence. C'est pourquoi, je souhaiterais que soit restaurée "l'ardente obligation du Plan" où les solutions seraient proposées après consultation de toutes les

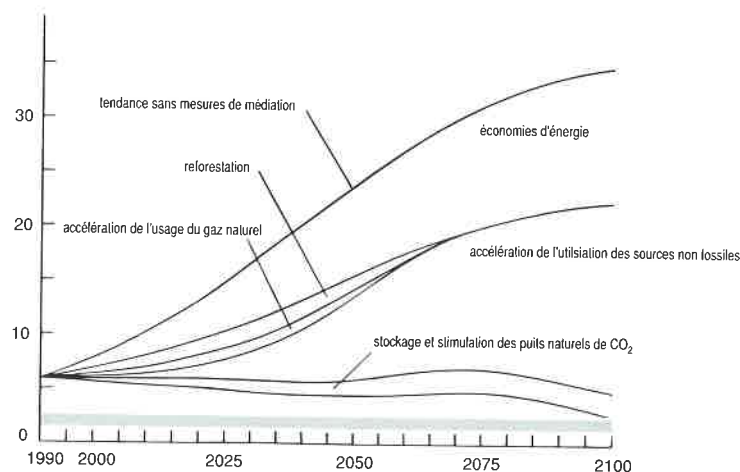


Figure : Représentation schématique des impacts et des délais des diverses mesures de modération de l'accroissement de la concentration de l'atmosphère en  $\text{CO}_2$  (d'après Michael J. Grubb in *Global Climate Change*, IPIECA 1991, p. 87).

La zone hachurée indique le niveau qui permettra de stabiliser la concentration de l'atmosphère en  $\text{CO}_2$ .

parties et de toutes les conséquences imaginables.

Je ne suis pas contre un certain romantisme écologique, mais je crois aux vertus de la recherche scientifique et de la connaissance technique. La science apporte l'humilité qui permet l'écoute des autres. Elle est, à chaque instant, en éveil sur le doute qui chasse les fanatismes. Elle sait aujourd'hui que rien ne se résout sans considérer chaque partie, leurs relations entre elles et leurs relations au tout (systémique). Elle apprend que l'expérience seule démontre les hypothèses et qu'il faut essayer, constater ses erreurs puis les corriger. Et les vrais scientifiques savent qu'ils ne sont dépositaires que d'une partie de la réalité, que l'essentiel provient du système des valeurs morales et spirituelles, que le souhaitable n'est pas toujours le possible et que le mieux peut être l'ennemi du bien. Voilà pourquoi j'ai signé l'appel de Heidelberg.

**Pierre-Gilles de Gennes**  
*Prix Nobel de physique,*  
*Professeur,*  
*Directeur de l'ESPCI*

#### Haro sur la science

L'appel de Heidelberg, rédigé en avril 1992 par un collectif assez représentatif de chercheurs, insistait sur deux points :

- 1) Il faut penser à l'avenir de la planète.
- 2) Mais attention aux idéologies irrationnelles qui fleurissent sur le terrain écologique.

Cet appel a provoqué de vives réactions : les signataires - dont je suis - ont été traités de tartuffes, d'inquisiteurs, etc., et accusés "d'empêcher les écologistes de penser librement". Ces réactions sont en fait la preuve même de ce que l'appel dénonce : une attitude de guerre sainte.

Il est de plus en plus clair que certains écologistes (pas tous !) se sont fait une religion bien avant d'aborder les problèmes pratiques. On le voit par :

- 1) le manichéisme : le bon et le mauvais, définis de façon totalement tranchée, et souvent irréaliste (exemple : les problèmes de recyclage),
- 2) le mythe : l'état de nature,
- 3) la division en sectes,
- 4) l'exploitation de la peur.

Parmi toutes les critiques à l'appel que la presse a transmises (et amplifiées), il y en a une toutefois, avec laquelle je me sens personnellement d'accord - celle de J. Langanay, dans *Libération*, qui nous traite (nous signataires) d'auteurs.

Langanay pense que le gaspillage et le chômage issus de notre système de développement sont les vrais problèmes du temps, bien au-delà du confort écologique que souhaitent les pays riches. Et je suis

d'accord avec lui. J'ajoute, toutefois, un autre problème à la liste - le premier en fait - celui de la natalité.

Vouloir faire de l'écologie dans le petit club des nations développées, sans résoudre d'abord les problèmes de survie du tiers-monde, me paraît à la fois égoïste et absurde. Mais ceci n'engage que moi.

**Paul Germain**  
*Professeur, Secrétaire*  
*perpétuel de l'Académie*  
*des Sciences*

L'appel de Heidelberg que j'ai signé, les réactions parfois très vives auxquelles il a donné lieu posent des problèmes sérieux et qui risquent de diviser gravement la communauté scientifique. Je crois nécessaire que chacun de nous puisse faire la différence entre ce qu'il exprime au nom des connaissances scientifiques et de l'identité scientifique d'une part et, à titre personnel en tenant compte de ses choix politique, philosophique, religieux, d'autre part. C'est le point de vue que j'ai exposé dans mon texte "La science interpellée"\*.

L'expérience montre le danger de signer des prises de position publiques trop longues, car elles contiennent des expressions qui ne peuvent traduire les sentiments profonds de tous les signataires. J'ai réagi à la première mise en cause que j'ai

### Appel à la raison des 264 scientifiques, intellectuels et autres Prix Nobel signataires de l'appel dit de Heidelberg 8 juin 1992

Madame, Monsieur,

Nous, également "membres de la communauté scientifique et intellectuelle internationale", sommes arrivés à la conclusion, à la lecture du manifeste que vous avez publié à la veille de la Conférence de Rio, que la plupart d'entre vous l'ont signé sans avoir pris le temps d'en évaluer toute la portée.

En effet, le scientisme totalement dépassé qui le sous-tend frise la caricature. Il ignore des valeurs fondamentales auxquelles nous savons que vous êtes profondément attachés, la solidarité, la liberté, la démocratie, la culture. Bref, il représente une régression intellectuelle considérable : vous savez très bien que l'alternative n'est pas entre les critères scientifiques et les préjugés irrationnels ; c'est heureusement plus compliqué.

Nous qui sommes convaincus de l'utilité sociale de la science et de la technique, vous conjurons de relire ce texte, de l'amender ou de vous en désolidariser. Il en va de l'image et de la crédibilité des scientifiques dans les débats qui traversent notre monde d'aujourd'hui.

*Global Chance\*/Groupe de Vézelay\*\**

\*Global Chance, association de scientifiques qui s'est fixé pour but de promouvoir les chances d'un développement mondial équilibré à partir de la prise de conscience des menaces sur l'environnement global (86, bd Port Royal, 75005 Paris).

\*\*Groupe de Vézelay, groupe de réflexion, d'évaluation et de proposition (rue Bonnette, 89450 Vézelay).

reçue en date du 8 juin. (cf. encadrés "L'appel à la raison..." du groupe de Vézelay et la réponse de Paul Germain).

Je regrette l'expression "idéologie irrationnelle" inutilement insultante; j'aurais préféré "prise de position déraisonnable". Je regrette les majuscules N (nature), H (humanité), S (source), T (technologie), I (Industrie). Cela me paraît impliquer un présupposé quelque peu philosophique qui tend à prendre toutes ces entités pour des idoles. J'aurais aimé que bien des développements soient omis et qu'il soit dit simplement que l'expertise scientifique nécessaire reste au service de l'exercice de la démocratie. On aurait évité le qualificatif "scientiste", donné par beaucoup à l'appel. Enfin, dans les grands maux, il n'y a pas que l'ignorance et l'oppression mais aussi l'égoïsme, la volonté de puissance, le désir de jouissance, l'affaiblissement du sens moral, de l'éthique, de la solidarité, etc., qui menacent notre planète.

En résumé, je ne renie pas ma signature mais l'aventure me rendra plus prudent à l'avenir.

\* Lecture faite en la séance solennelle de l'Académie des sciences du 27 novembre 1989. Voir *La vie des Sciences*, tome VII, mars-avril 1990, n°2, p. 161-179.

**Lucien Israël**  
*Professeur, Université  
 Paris XII,  
 Institut d'oncologie  
 cellulaire et moléculaire  
 humaine*

Les raisons pour lesquelles j'ai signé l'appel de Heidelberg :

La première raison découle d'une longue carrière de cancérologue au cours de laquelle j'ai reçu plus d'une centaine de mémoires, contradictoires entre eux daignant m'expliquer ce qu'est le cancer, à quoi il est dû, et comment faire pour le traiter victorieusement. Il aura fallu néanmoins attendre les progrès de la génétique moléculaire pour entrevoir des parades thérapeutiques prometteuses. Les intuitions des amateurs n'auront pas permis de faire l'économie d'études scientifiques rigoureuses. Autant je pense légitime le mouvement visant à peser sur les décideurs pour qu'enfin soient pris en compte les problèmes d'environnement, autant je pense que les remèdes ne peuvent être élaborés que par une démarche scientifique de décodage de la réalité et de comparaison objective de diverses approches. Les prises de position des intellectuels "avancés" en faveur du lyssenkisme, qui eux aussi taxaient de scientifiques les généticiens

classiques, reposaient sur un mélange douteux d'ignorance et de mauvaise foi.

Cette référence au lyssenkisme me conduit à une deuxième raison. Il a été révélé que le KGB avait largement infiltré et subventionné des mouvements dits écologistes, tant dans les sociétés industrielles que dans le tiers monde, dans le but de destabiliser les sociétés occidentales. Dans la préparation de la conférence de Rio, il n'a pas toujours été fait mystère de ces attaches. Il est piquant de constater du reste que le pays qui avant leur effondrement avaient supporté ces tendances sont ceux où on a laissé advenir les plus grands désastres écologiques. C'est pourquoi, les déclarations des intellectuels avancés d'aujourd'hui qui laissent entendre que les signataires de l'appel de Heidelberg seraient liés à des puissants groupes occultes, ont cessé de m'émouvoir depuis assez longtemps.

La liaison entre la solution des problèmes de l'environnement et la lutte pour renverser ou modifier les régimes politiques occidentaux n'est que trop clairement voulue par certains. Contrairement à Marx et à ses successeurs attardés, je considère - mais c'est une opinion purement personnelle - que le moteur de l'histoire n'est ni la lutte des classes, ni la lutte contre "l'impérialisme", mais le développement par la science de la maîtrise sur le monde et sur nous mêmes.

**La réponse de Paul Germain  
 au groupe de Vézelay**

J'ai été tenté, après avoir lu votre "Appel à la raison" du 8 juin 1992, de n'en tenir aucun compte selon le principe que ce qui est excessif est insignifiant. Convient-il de répondre à des jugements sommaires et injurieux : "scientisme totalement dépassé"... "régression intellectuelle considérable"... ou à des mises en demeure comminatoires "nous vous conjurons de relire ce texte, de l'amender ou de vous en désolidariser", et à des menaces "il en va de l'image et de la crédibilité des scientifiques..." ? Si je ne m'en tiens pas à cette première réaction, c'est en raison de l'estime que je porte à Pierre Calame en raison de son action à la présidence de sa "Fondation pour le Progrès de l'Homme". Malgré vos insultes, je veux encore espérer qu'un dialogue en vue du bien de l'Homme, des hommes et de l'Humanité sera encore possible.

Je ne passerai pas beaucoup de temps sur l'"appel de Heidelberg". L'avez-vous lu ? (...)

Les objectifs sont clairs ; pour le reste nous demandons de participer au dialogue. Un adjectif peut être pris en mauvaise part en raison de son ambiguïté, c'est "irrationnel". En ce qui me concerne, j'aurais préféré "déraisonnable". Encore faut-il tenir compte du contexte : l'alternative que vous relevez "entre les critères scientifiques et les préjugés irrationnels" s'applique dans l'appel de Heidelberg au "contrôle et à la préservation des ressources naturelles". Est-ce vraiment critiquable ?

J'ai reçu votre "appel à la raison" peu après avoir lu avec attention des documents que Pierre Calame m'avait récemment adressés (...). De ces textes à votre "appel à la raison", je crois saisir une focalisation sur des points très particuliers "les risques technologiques" et une déviation à ne voir comme seul responsable que le développement scientifique et technique. Vous semblez oublier l'égoïsme des nations occidentales, leur volonté de puissance, leur désir de jouissance, l'affaiblissement du sens moral, de l'éthique, de la solidarité, l'exaltation de l'individualisme. A mon sens, il faut prendre un peu de hauteur et répondre à quelques questions simples.

*Destruction des énergies et des matières non renouvelables*

Il me semble que les générations futures nous considéreront comme des sauvages qui auront brûlé les réserves de pétrole qui sont les sources des matériaux de l'avenir. Vous n'en parlez pas ou, à mon avis, pas assez. Les sources d'énergie "douces" - vent, soleil, géothermie... - sont intéressantes mais ne peuvent répondre qu'à une fraction infime des besoins. Le nucléaire, actuellement, est la source principale répondant aux besoins et aux impératifs de respect des générations futures. Aucune industrie n'a autant fait pour la maîtrise de la sécurité : il faut encore la développer et l'imposer à tous.

...

**Jean-Marie Lehn**  
*Prix Nobel de chimie,  
Professeur au Collège  
de France*

Je n'ai pas grand chose à ajouter à l'appel dit de "Heidelberg". Comme tout texte élaboré en commun par un groupe de personnes, il ne représente que l'opinion moyenne de ceux qui l'ont élaboré, je n'en persiste pas moins et résigne !

C'est un appel à raison garder. Il faut raison garder étant donné les ressources humaines et financières mises en jeu. Il faut raison garder car d'autres auraient besoin de notre sollicitude. Il faut raison garder car c'est la seule façon de ne pas trop nous cogner aux aspérités de la réalité.

Beaucoup n'ont retenu de l'appel que ce qui les arrangeait et, en particulier, les passages concernant nos responsabilités envers d'autres pays ont été fort peu cités ! Si cet Appel a suscité de fortes réactions, serait-ce peut-être parce qu'il visait juste ? Il aura au moins joué son rôle. On peut aussi constater combien les réactions ont été hexagonales. Dans les autres pays, l'appel n'a pas soulevé des débats de la même ampleur qu'en France. On peut se réjouir de l'intérêt suscité, mais cette fébrilité de la plume et de la parole montre aus-

si combien un assagissement par la réflexion rationnelle et l'analyse des faits est nécessaire, afin de s'opposer aux affirmations gratuites, aux opinions mal étayées dont on se nourrit, aux présomptions qui deviennent des certitudes. Il faut, ici comme ailleurs, raison garder !

**Guy Ourisson**

*Professeur à l'Université  
Louis Pasteur de Strasbourg,  
Membre de l'Académie  
des Sciences*

Le titre de ce commentaire sur les critiques qui s'élèvent contre l'appel de Heidelberg est emprunté à un article de Bruce N. Ames[1]. Il résume ce que sera ma thèse : les signataires de l'appel demandaient que l'on cesse de s'attaquer à des fantômes plutôt qu'aux faits, mais les opposants à cet appel ont cru pouvoir y retrouver leurs fantasmes, sans accepter de s'abaisser à considérer les faits. Je le regrette d'autant plus que je connais, et estime, plusieurs de ces opposants ; je ne m'étonne pas des positions qu'ils ont prises, mais seulement qu'ils aient voulu les justifier par le texte d'un appel qui ne les justifiait pas.

Je sais bien que nous, signataires de l'appel, sommes sans aucun doute aussi prisonniers de nos préjugés, de notre

vision du monde, de nos idéologies, et que notre signature ne reflète pas nécessairement la position que doivent prendre tous les scientifiques parce qu'elle serait la seule vraie ; j'aurais souhaité que ce soit sur cela que le débat se soit engagé : qu'y a-t-il dans l'appel qui soit déformé par ces préjugés ? Un texte signé par plus de 2 000 scientifiques de tous les pays du monde méritait au moins d'être lu avant d'être déformé et critiqué ; il méritait mieux qu'une lecture myope, avant d'être caricaturé comme s'il s'agissait d'un "Manifeste" rétrograde, rédigé et signé par des experts "scientistes" comme on croyait qu'il n'en existait plus, "cyniques" ou "naïfs", en plein "désarroi", "ultralibéraux" à en faire honte au Président Bush, "ignorant le citoyen" puisque s'adressant aux responsables politiques, "responsables d'avoir étouffé en France l'écologie scientifique", et se présentant comme "gardiens de la connaissance" ; tous ces adjectifs sont repris *verbatim* de lettres récentes publiées ici ou là.

"Que l'on cesse de s'attaquer aux fantômes plutôt qu'aux faits". Il me semble pourtant que c'est là l'essentiel de l'appel ; c'est en tout cas ce que j'y ai lu avant de le signer. Fantôme, que le mirage d'un État de Nature à retrouver. Fantôme, que l'espoir que la vie, la vie humaine en particulier, puisse être débarrassée de tout risque. Fantôme, que la confiance dans l'innocuité de mesures réglementaires prises sur la base

*Recherche de nouvelles pratiques de l'économie mondiale*

Ce pillage des réserves pétrolières est une conséquence directe des pratiques économiques capitalistes. La "guerre économique" entre les nations développées et ses conséquences désastreuses pour les nations en développement n'est pas la solution. La "loi du marché" doit être revue pour tenir compte des conséquences irréversibles. Ceci demande une concertation internationale allant bien au-delà du G7 ou du G8.

*Compte tenu de l'égoïsme des nations riches, les progrès ne peuvent venir que d'une vue prospective du monde en 2020-2050*

Comment imaginer l'équilibre entre les nations riches (10 à 20 % de la population mondiale) et les autres nations ? D'où la nécessité de s'y préparer dès maintenant, ne serait-ce que par égoïsme intelligemment compris. Début : remise progressive de la dette des pays du tiers monde.

*Cette réflexion de type économique pose la question : quel humanisme ?*

Solidarité avec tous les hommes, ce qui implique l'universalité du respect des autres. Ou "progrès de l'Homme", réalisation dans les pays avancés, quitte à écraser et détruire les masses des pays du tiers monde le jour où elles deviendraient trop menaçantes. Je connais des gens très bien qui envisagent cette éventualité assez froidement. Le titre de la Fondation de Pierre Calame n'évite pas cette ambiguïté.

Les vraies questions sont donc en définitive d'ordre éthique. Elles renvoient aux valeurs, aux droits de l'homme. Quels fondements sur lesquels les bâtir ?

Je n'ai aucune objection au programme de votre groupe (...). Mais il me paraît conduire à des discussions bien abstraites et sans grande portée tant que les décideurs n'y sont pas convoqués.

Les connaissances scientifiques, pour se formuler et se développer, ne font appel à aucune considération religieuse, philosophique, politique, sociale, économique, morale... et ne nous apprennent rien sur ces domaines culturels. Les mettre en cause est une facilité qui évite de s'attaquer aux vrais problèmes. Certes, il y a un problème qui mérite d'être éclairé, c'est celui de l'expertise scientifique et l'exercice de la démocratie. Notre Académie essaie de ne jamais dépasser son domaine de compétence et de favoriser cet exercice lorsqu'elle est consultée.

Je veux espérer que le groupe de Vézelay évitera à l'avenir des jugements sommaires, intempestifs et non fondés comme il vient de le faire. Cette longue lettre montre que j'espère être entendu.

Paul Germain

d'arguments pseudo-scientifiques catastrophistes. Fantôme, que l'espoir de voir les pays pauvres - la majorité de la planète - se développer sans aide scientifique et technique. Fantôme, que la perspective de surmonter la surpopulation, la famine et les maladies endémiques sans science, technologie et industrie. Fantôme enfin qu'une action écologique efficace fondée sur des préjugés irrationnels.

La nature même des problèmes mondiaux, "globaux" au sens propre, rend leur analyse scientifique difficile ; il n'est donc pas étonnant que des positions contradictoires soient prises : c'est ainsi qu'à toujours avancé la science. Il est d'autre part normal que le pouvoir politique prenne des décisions fondées non seulement sur la certitude de ce que réserve le lendemain, mais aussi sur une analyse intuitive ou idéologique, inspirée par l'histoire, la psychologie sociale, les engagements pré-électorales ou la volonté de pouvoir : c'est ainsi qu'à toujours fonctionné la politique. Ce que les signataires de l'appel de Heidelberg ont demandé, avant Rio, aux chefs d'Etat et de gouvernement, c'est de ne pas fonder leur politique sur des incertitudes présentées comme des certitudes péremptoirement présentées comme démontrées. D'autre part, les signataires de l'appel insistaient sur l'urgence de prise en compte des besoins de développement des pays pauvres.

Je voudrais prendre quelques exemples simples, s'adressant à des chimistes, de ces incertitudes péremptoires. Je sais que ce n'est pas là l'essentiel du débat, mais je crois aussi que parfois l'essentiel est dans les détails.

Tout le monde sait que l'amiante provoque des cancers ; il était bon que l'amiante soit interdit dans la construction. Mais quel amiante ? Il y en a plusieurs variétés. Et on en vient à se demander si cet effet nocif n'est pas simplement mécanique - ce qui serait raisonnable - et, par conséquent, si on ne va pas voir apparaître le même danger dans les fibres de remplacement de l'amiante, si elles sont suffisamment fines. Alors, faut-il interdire et l'amiante et les fibres de remplacement ? Oui peut-être, en sachant qu'on prendra probablement ainsi la responsabilité de davantage d'incendies, comme c'est déjà le cas avec les vaporisateurs à laque ou peinture, devenus de petites bombes portatives depuis qu'on a remplacé les CFC par le butane.

Pour en revenir à l'amiante, non seulement il est interdit, mais on en vient à démolir des bâtiments où il avait été utilisé, sans que l'on sache encore comment procéder à cette destruction sans poussières et sans faire courir de vrais risques au voisinage.

Autre exemple, les pyralènes. A force de chercher, il semble bien que l'on ait maintenant démontré qu'ils ont des effets toxiques réels sur l'animal ; cette formulation suffit à elle seule à indiquer qu'il ne s'agit pas de

produits très toxiques. Ils le sont en tout cas bien moins que beaucoup de produits naturels, que nous mangeons tous les jours - à faible dose - dans nos légumes frais. Par contre, les pyralènes sont écotoxiques, par suite de leur concentration progressive dans les chaînes écologiques. Il ne fallait donc pas continuer à les épandre dans la nature, et la société Monsanto avait bien fait d'en réserver la vente à des utilisations en systèmes clos, bien avant toute réglementation. Vient la réglementation, et l'interdiction des pyralènes mêmes dans des systèmes fermés, en particulier sur la base d'analyses fausses réalisées lors de l'incendie de transformateurs à Reims et rectifiées depuis. Résultats : des transformateurs qui seront plus dangereux en cas d'incendie (jusqu'à ce que des produits de remplacement soient largement utilisés), et des décharges sauvages dans nos fleuves : la destruction contrôlée de produits dont l'avantage essentiel était d'être résistants coûte cher.

Autre exemple : les insecticides chlorés, DDT et Dieldrine/Aldrine. Là aussi, produits écotoxiques se concentrant en bout de chaîne écologique. On a eu raison de les interdire. Mais le prix est payé par la recrudescence de la malaria dans les pays où les moustiques avaient été traités insuffisamment avant l'interdiction ; et raisonnerions-nous de la même façon si les nuages de sauterelles fondaient sur nos cultures - alors que les autres insecticides disponibles sont insuffisamment actifs ?

Enfin, un dernier exemple : celui des lessives. On se rappelle les campagnes publicitaires d'il y a quelques années. La conséquence en est que la majorité des lessives sont maintenant sans phosphates, et qu'on n'en parle plus, croyant le problème résolu alors qu'il était ailleurs ! La pollution par les phosphates des lessives ne représentait qu'environ 1/3 de ce que nous déversions dans nos rivières, le plus souvent sans traitement tant est grand le retard, en France, à traiter les eaux usées (l'usine d'Achères, qui traite les eaux de Paris, en renvoie à la Seine environ la moitié directement, sans aucun traitement). L'avenir dira s'il est préférable de verser, avec l'eau de la lessive, des argiles, même douces, au lieu de phosphates, et de continuer à ne pas traiter une proportion plus élevée de nos eaux usées. En tout cas, phosphates dans les lessives ou pas, le présent montre que, quand un fleuve comme le Rhin cesse d'être souillé par les déchets des grandes villes riveraines qui, elles, sont maintenant équipées d'usines de traitement correctes, il peut ressusciter (oui, je sais, "on ne meurt pas seulement en salle de réanimation", mais enfin, en être revenu au niveau de pollution des années 50, c'est un premier pas).

Alors, ne rien faire ? Non : mais continuer à faire, à chercher et à trouver, et à se tromper, et à recommencer, et ne pas croire que les solutions fondées sur les analyses les plus

pessimistes soient en tout cas sans danger ; elles peuvent être perverses.

Ne rien faire ? Non, mais repérer les vraies priorités. La surpopulation ? Certainement le problème n° 1, celui qui sous-tend le plus dangereusement les relations Sud-Nord. Ce n'est pas un problème scientifique, mais un problème politique (pas au sens de politique des partis, mais au sens de taux des impôts, de répartition de leur affectation, de priorités économiques, de nature de l'aide économique, etc.) : on sait bien qu'il suffit que le niveau de vie s'élève pour que le taux de natalité diminue et que plus on attend, plus on garantit à nos enfants une Terre invivable. L'effet de serre ? Qu'on doute des dangers pesant sur notre climat ou qu'on en soit convaincu, comment ne pas être convaincu que tout gaspillage d'énergie est nocif, et on sait bien que les remèdes sont là aussi politiques : carburant cher, développement des transports route/rail, des transports en commun, des constructions bien isolées, c'est autant de CO<sub>2</sub> en moins. La pollution des villes ? On sait aussi comment faire pour la diminuer, mais on sait aussi à quel point il faudra s'éloigner des systèmes qui prévalent, et ce que cela coûte : transports électriques, centrales nucléaires...

Il est intéressant de noter que beaucoup des signataires de l'appel de Heidelberg ont également donné leur approbation à un appel lancé par l'Union of Concerned Scientists, que j'ai suggéré à la SFC de reproduire. Je l'ai fait, après m'être convaincu que ces deux appels étaient simplement complémentaires.

[1] Bruce N. Ames, *Science and the Environment : Facts versus Phantoms, Projections*, 1992, n° 7-8, 17-21.

N.D.L.R. - Nous reproduisons volontiers dans sa version originale, sur suggestion de Guy Ourisson, "l'avertissement à l'Humanité" lancée en août 1992 par l'Union of Concern Scientists. *Union of Concern Scientists, 26 Church Street, Cambridge, Mass. 02238 Etats-Unis*, dont le président est Henry W. Kendall (MIT). Parmi les nombreux signataires de cet "avertissement" nous avons noté les titulaires de Prix Nobel suivants :

Christian Anfinsen (Johns Hopkin U.)  
 Norman Borlough (Mexico)  
 Murray Gell-Mann (Cal. Tech)  
 Henry W. Kendall (MIT)  
 Rita Levi-Montalcini (Inst. Neurology, CNR)  
 John C. Polanyi (Toronto)  
 Frederick Sanger (Medical Research Council)  
 Jack Steinberger (Center for European Nuclear Research)  
 James Tobin (Yale U.)  
 Susumu Tonegawa (MIT)



## World Scientists' Warning to Humanity

Human beings and the natural world are on a collision course. Human activities inflict harsh and often irreversible damage on the environment and on critical resources. If not checked, many of our current practices put at serious risk the future that we wish for human society and the plant and animal kingdoms, and may so alter the living world that it will be unable to sustain life in the manner that we know. Fundamental changes are urgent if we are to avoid the collision our present course will bring about.

### THE ENVIRONMENT

The environment is suffering critical stress :

#### *The Atmosphere*

Stratospheric ozone depletion threatens us with enhanced ultra-violet radiation at the earth's surface, which can be damaging or lethal to many life forms. Air pollution near ground level, and acid precipitation, are already causing widespread injury to humans, forests and crops.

#### *Water Resources*

Heedless exploitation of depletable ground water supplies endangers food production and other essential human systems. Heavy demands on the world's surface waters have resulted in serious shortages in some 80 countries, containing 40 % of the world's population. Pollution of rivers, lakes and ground water further limits the supply.

#### *Oceans*

Destructive pressure on the oceans is severe, particularly in the coastal regions which produce most of the world's food fish. The total marine catch is now at or above the estimated maximum sustainable yield. Some fisheries have already shown signs of collapse. Rivers carrying heavy burdens of eroded soil into the seas also carry industrial, municipal, agricultural, and livestock waste - some of it toxic.

#### *Soil*

Loss of soil productivity, which is causing extensive land abandonment, is a widespread byproduct of current practices in agriculture and animal husbandry. Since 1945, 11 % of the earth's vegetated surface has been degraded - an area larger than India and China combined - and per capita food production in many parts of the world is decreasing.

#### *Forests*

Tropical rain forests, as well as tropical and temperate dry forests, are being destroyed rapidly. At present rates, some critical forest types will be gone in a few years, and most of the tropical rain forest will be gone before the end of the next century. With them will go large numbers of plant and animal species.

#### *Living Species*

The irreversible loss of species, which by 2100 may reach one third of all species now living, is especially serious. We are losing the potential they hold for providing medicinal and other benefits, and the contribution that genetic diversity of life forms gives to the robustness of the world's biological systems and to the astonishing beauty of the earth itself.

Much of this damage is irreversible on a scale of centuries or permanent. Other processes appear to pose additional threats. Increasing levels of gases in the atmosphere from human activities, including carbon dioxide released from fossil fuel burning and from deforestation, may alter climate on a global scale. Predictions of global warming are still uncertain — with projected effects ranging from tolerable to very severe — but the potential risks are very great.

Our massive tampering with the world's interdependent web of life - coupled with the environmental damage inflicted by deforestation, species loss, and climate change - could trigger widespread adverse effects, including unpredictable collapses of critical biological systems whose interactions and dynamics we only imperfectly understand.

Uncertainty over the extent of these effects cannot excuse complacency or delay in facing the threats.

### POPULATION

The earth is finite. Its ability to absorb wastes and destructive effluent is finite. Its ability to provide food and energy is finite. Its ability to provide for growing numbers of people is finite. And we are fast approaching many of the earth's limits. Current economic practices which damage the environment, in both developed and underdeveloped nations, cannot be continued without the risk that vital global systems will be damaged beyond repair.

Pressures resulting from unrestrained population growth put demands on the natural world that can overwhelm any efforts to achieve a sustainable future. If we are to halt the destruction of our environment, we must accept limits to that growth. A World Bank estimate indicates that world population will not stabilize at less than 12.4 billion, while the United Nations concludes that the eventual total could reach 14 billion, a near tripling of today's 5.4 billion. But, even at this moment, one person in five lives in absolute poverty without enough to eat, and one in ten suffers serious malnutrition.

No more than one or a few decades remain before the chance to avert the threats we now confront will be lost and the prospects for humanity immeasurably diminished.

### Fiche "Catalyse" parues en 1992

- N° 31 : Les enzymes fixées en catalyse hétérogène (mars-avril 1992).
- N° 32 : Aspects industriels de la nitration aromatique (mai-juin 1992).
- N° 33 : Le réformage catalytique des fractions pétrolières/Catalytic Naphtha Reforming (septembre-octobre 1992)

Ces fiches sont disponibles à la Société Française de Chimie au prix unitaire de 20 F TTC

## WARNING

We the undersigned, senior members of the world's scientific community, hereby warn all humanity of what lies ahead. A great change in our stewardship of the earth and the life on it, is required, if vast human misery is to be avoided and our global home on this planet is not to be irretrievably mutilated.

## WHAT WE MUST DO

Five inextricably linked areas must be addressed simultaneously :

1. We must bring environmentally damaging activities under control to restore and protect the integrity of the earth's systems we depend on.

We must, for example, move away from fossil fuels to more benign, inexhaustible energy sources to cut greenhouse gas emissions and the pollution of our air and water. Priority must be given to the development of energy sources matched to third world needs — small scale and relatively easy to implement.

We must halt deforestation, injury to and loss of agricultural land, and the loss of plants, animals and marine species.

2. We must manage resources crucial to human welfare more effectively.

We must give high priority to efficient use of energy, water, and other materials, including expansion of conservation and recycling.

3. We must stabilize population. This will be possible only if all nations recognize that it requires improved social and economic conditions, and the adoption of effective, voluntary family planning.

4. We must reduce and eventually eliminate poverty.

5. We must insure sexual equality, and guarantee women control over their own reproductive decisions.

The developed nations are the largest polluters in the world today. They must greatly reduce their overconsumption, if we are to reduce pressures on resources and the global environment. The developed nations have the obligation to provide

aid and support to developing nations, because only the developed nations have the financial resources and the technical skills for these tasks.

Acting on this recognition is not altruism, but enlightened self-interest : whether industrialized or not, we all have but one life-boat. No nation can escape from injury when global biological systems are damaged. No nation can escape from conflicts over increasingly scarce resources. In addition, environmental and economic instabilities will cause mass migrations with incalculable consequences for developed and undeveloped nations alike.

Developing nations must realize that environmental damage is one of the gravest threats they face, and that attempts to blunt it will be overwhelmed if their populations go unchecked. The greatest peril is to become trapped in spirals of environmental decline, poverty, and unrest, leading to social, economic and environmental collapse.

Success in this global endeavor will require a great reduction in violence and war. Resources now devoted to the preparation and conduct of war — amounting to over \$1 trillion annually — will be badly needed in the new tasks and should be diverted to the new challenges.

A new ethic is required — a new attitude towards discharging our responsibility for caring for ourselves and for the earth. We must recognize the earth's limited capacity to provide for us. We must recognize its fragility. We must no longer allow it to be ravaged. This ethic must motivate a great movement, convincing reluctant leaders and reluctant governments and reluctant peoples themselves to effect the needed changes.

The scientists issuing this warning hope that our message will reach and affect people everywhere. We need the help of many.

We require the help of the world community of scientists — natural, social, economic, political ;

We require the help of the world's business and industrial leaders ;

We require the help of the world's religious leaders ; and

We require the help of the world's peoples.

We call on all to join us in this task.

## Bulletin de la Société Chimique de France

Le numéro de mai/juin 1993 sera dédié au Professeur Marc Julia.

Il contiendra une série d'articles sur invitation en provenance des plus grands laboratoires internationaux spécialisés dans la synthèse organique.

A ce jour, sont acceptés les articles des professeurs Danishefsky, Curran, Corriu, Fraser-Ride, Kochi, Mori, Mukaiyama, Trost...

Ce numéro constituera en quelque sorte un épilogue à la très brillante journée scientifique qui s'est tenue à la Sorbonne, le 4 novembre dernier, en l'honneur de Marc Julia.

Bulletin de la Société Chimique de France, SFC, 250 rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : (1) 43.25.20.78 (télécopie : (1) 43.25.87.63).

## P. Pigniol

*Ancien délégué général à la recherche scientifique et technique*

Il existe des écologistes remarquables, soucieux de tenir compte de tout ce que l'on sait, de définir nos ignorances et de les réduire par des efforts de recherche appropriés. Ils savent qu'il est des ignorances dont nous ignorons jusqu'à l'existence, ce qui les rend prudents dans le choix des actions à mener. De ceux-là je me sens solidaire, ainsi que de leurs hésitations et parfois même de leurs éventuelles erreurs.

Il existe des scientifiques étroits, convaincus du caractère absolu de leur savoir et peu soucieux de l'intégrer dans leurs ignorances. Je n'en suis pas solidaire, mais leur nombre est infime car la recherche impose modestie, doute et prudence.

Malheureusement, j'ai l'expérience de nombreux débats sur des thèmes essentiels pour l'évolution harmonieuse de nos cadres de vie qui m'ont consterné, puis révolté. Il m'est difficile d'admettre le refus de tenir compte des éléments assurés de nos savoirs, ainsi que le manque de passion pour les recherches susceptibles d'éclairer nos décisions. Plus difficile encore d'admettre les procès d'intention, notamment à l'égard d'ingénieurs ou d'industriels parmi lesquels je sais, certes, qu'il existe comme partout des êtres peu scrupuleux, mais parmi lesquels aussi on trouve ceux qui ont réfléchi à l'éthique de leurs responsabilités, et qui ont largement contribué à créer la réflexion prospective.

Donc je tiens à ce que s'instaurent des discussions ouvertes, sans a priori, marquées par la volonté de comprendre, par l'acceptation de nos doutes, par l'acceptation des efforts à accomplir. Et c'est pourquoi j'ai signé l'appel de Heidelberg.

Je suis persuadé que la majorité des signataires partage mon désir d'objectivité, de compréhension, et de modestie devant les problèmes à résoudre. La forme de l'appel permettra à certains des interprétations discutables. C'est pourquoi j'ai tenu - trop brièvement - à préciser ma position. En fait elle est dictée par des considérations plus graves.

Notre "culture" me paraît inadaptée au monde physique et humain qui nous entoure. La non-intégration de la culture scientifique dans la culture tout court commence à porter ses fruits empoisonnés. La montée de l'antiscience, même dans certains pays dits développés, et corrélativement celle de l'intolérance et des divers intégrismes a de quoi inquiéter. Un pavé dans la mare, a-t-on dit de l'appel de Heidelberg. Eh bien tant mieux ! J'accepte qu'on lui donne avec quelque malveillance toutes les interprétations que l'on voudra, pourvu qu'il provoque la réflexion et incite à l'effort commun.

## Maurice Tubiana

*Professeur, Membre de l'Institut, Directeur honoraire de l'Institut Gustave Roussy*

Les réactions provoquées par l'appel de Heidelberg paraissent pouvoir être rangées sous plusieurs rubriques :

1) Méprise sur les motivations. L'appel de Heidelberg n'était nullement une attaque contre l'écologie en tant que telle mais de la nécessité de fonder toute protection de l'environnement sur des données objectives et quantitatives ; il était aussi l'expression de nos préoccupations devant des inquiétudes injustifiées suscitées par une certaine forme d'écologisme, inquiétudes qui peuvent avoir à leur tour des conséquences nuisibles.

Prenons l'exemple du cancer. Contrairement à ce que beaucoup pensent, la fréquence de cancer, à âge égal, n'a pas varié depuis un siècle. Certes, on meurt davantage de cancer qu'autrefois, mais c'est l'effet des victoires remportées sur les autres maladies.

Grâce à celles-ci, l'espérance de vie des Français est passée de 44 ans en 1900 à 77 ans aujourd'hui ; or, la fréquence des cancers augmente rapidement avec l'âge à partir de 60 ans. Si l'on entre dans le détail des différents types de cancers, on constate que la forte augmentation de la fréquence des cancers dus au tabac est compensée par la diminution de la fréquence d'autres cancers, en particulier, celui de l'estomac. Or, ce viscère est le premier à être au contact des aliments ; si les additifs alimentaires étaient nuisibles, si les engrais, herbicides, insecticides, etc. présents dans l'alimentation étaient aussi dangereux que certains le prétendent, on aurait dû constater une augmentation de la fréquence des cancers de l'estomac ; au contraire, celle-ci a diminué des trois quarts depuis 50 ans. En réalité, la qualité de la nourriture s'est grandement améliorée depuis un demi-siècle, notamment grâce au réfrigérateur, et l'on voit les heureuses conséquences dans tous les pays industrialisés. Ce n'est que dans les régions les plus pauvres d'Europe, les plus rurales, que le cancer de l'estomac continue à être aussi fréquent qu'il l'était en France avant-guerre. D'autres cancers, tels ceux du col utérin, ont également diminué de fréquence grâce à une meilleure hygiène gynécologique.

Ces résultats bénéfiques sont dus aux avancées techniques et aux travaux des comités d'experts, toxicologues et cancérologues qui ont su bannir les composés dangereux et autoriser les autres. Entretenir l'idée que le cancer est essentiellement dû aux

pollutions, aux produits chimiques, suscite des phobies injustifiées et dangereuses.

Nous vivons dans un monde où existent des centaines d'agents cancérigènes. La lutte contre ces agents doit tenir compte non des fantasmes, mais des faits : quels sont les composés véritablement dangereux et à partir de quelles doses ? quel est le coût des moyens de lutte envisagés et leur efficacité ? Par exemple, le tabac est à l'origine de 30 % des cancers humains, le tabagisme passif de 0,3 %, la pollution de l'air de moins de 1 % ; dans les trois cas, une réduction du risque peut être obtenue mais le coût et l'efficacité sont différents. Autre exemple, les rayonnements ionisants : ceux naturels (rayons cosmiques, radioactivité naturelle) sont à l'origine de 1 % des cancers, l'irradiation d'origine médicale (radiodiagnostic), qui survient en moyenne à l'âge adulte, d'environ 0,1 % et celle d'origine industrielle (électronucléaire, radioéléments artificiels) de l'ordre de 0,002 %. On ne peut pas faire grand chose contre les rayonnements naturels (une étude anglaise montre que la réduction de la concentration de radon dans les habitations coûterait environ 3 milliards de francs/an pour un bénéfice aléatoire au mieux, une faible réduction du nombre des cancers du poumon), l'irradiation médicale peut être réduite grâce à de meilleures techniques et en faisant la chasse aux examens inutiles, mais il ne faut pas risquer de remettre en cause les examens utiles car la campagne deviendrait nocive ; l'irradiation d'origine industrielle n'a qu'un effet négligeable en temps normal, le risque est celui d'un accident, il est très faible mais c'est contre lui qu'il faut se prémunir au lieu d'aborder de façon subjective le problème des déchets radioactifs.

La lutte contre les peurs irrationnelles passe par le développement d'une écologie scientifique. Nous n'avons pas assez, dans les universités françaises, de spécialistes des sciences de l'environnement capables d'évaluer les risques de façon quantitative, de les comparer, de hiérarchiser les actions à entreprendre. Laisser se développer des craintes sans fondement risque d'entraîner le jour venu une mésestimation de dangers réels. A force de trop crier au loup, on risque de provoquer un scepticisme global. Contrairement à ce disent beaucoup de ceux qui ont protesté contre l'appel de Heidelberg, on peut, dans la plupart des cas, évaluer objectivement et quantitativement les risques. Quand cela est impossible ou plus exactement quand l'évaluation reste imprécise, des recherches complémentaires devraient être effectuées pour augmenter la précision.

Il y a certes des désaccords entre les scientifiques dans certains cas, comme pour le trou d'ozone ou l'effet de serre, mais ces désaccords entre experts compétents sont généralement plus limités qu'il ne paraît et, de toute façon, on peut les réduire. La

controverse est saine en science, à condition que les arguments restent scientifiques ; elle a toujours existé, de Copernic à Newton ou Pasteur. Le mérite de la méthode scientifique est justement de permettre de diminuer peu à peu les désaccords grâce à la mise en évidence des faits. Le seul véritable problème est, comme par exemple pour l'effet de serre, quand on ne peut attendre indéfiniment et que l'on est amené à prendre une décision sur des données encore incertaines. C'est une situation que les médecins connaissent bien, ils sont alors obligés de faire un pari, par exemple d'effectuer une opération de l'appendicite sans être certains que celle-ci est vraiment nécessaire ; une telle décision est prise après avoir pesé les risques des différentes attitudes possibles, notamment de l'abstention, et non pas une simple impression. Cette approche prudente, aussi objective et quantitative que possible, est celle qui devrait s'imposer, d'autant que la masse d'argent disponible pour la lutte pour la santé et l'amélioration de la quantité de vie est limitée. Certaines opérations à but écologique peuvent avoir des coûts gigantesques, soit directs (par exemple pour l'exclusion de certains agents cancérigènes très répandus tels les produits de la combustion de la houille ou du pétrole), soit indirects, du fait de l'interdiction de certains produits, utiles malgré leur nuisance (l'interdiction du DDT aux Indes y a causé plusieurs dizaines de milliers de morts par paludisme).

Dans un monde où les besoins du tiers monde sont gigantesques, toute mauvaise utilisation des moyens disponibles peut obérer des actions plus efficaces, donc avoir des conséquences nocives.

2) L'objection qui consiste à dire qu'une telle exigence de rationalité signifie que l'on veut que le monde soit gouverné par des scientifiques et à accuser l'appel de scientisme n'est pas justifiée. Le scientisme est enterré depuis longtemps et n'a jamais été le fait de scientifiques. De tout temps, les hommes d'État se sont entourés de comités d'experts, mais, dans un régime démocratique, c'est à l'État (gouvernement, parlement...), quand il a été éclairé, de prendre les décisions. Certes, des scientifiques se trompent mais d'autres sont capables de rectifier les erreurs.

Parmi les réactions provoquées par l'appel, les critiques contre la science et la méthodologie scientifique me paraissent relativement théoriques et ne visent que certains aspects de la physique particulière. Se demander si la connaissance scientifique appréhende la réalité des phénomènes, ou l'image de cette réalité est une question académique, l'important est qu'elle permette de raisonner et d'agir efficacement. Pour un biologiste, par exemple, la fin de la croyance en la génération spontanée représente un des plus grands acquis de l'esprit car il en est sorti la lutte contre les

infections. On peut, certes, concevoir des conditions où la vie apparaîtrait à partir de la matière inerte, mais en pratique, devant une maladie, la question ne se pose pas.

3) Certaines réactions sont l'expression d'un courant anti-science, qui a toujours existé, mais est aujourd'hui à la mode. Nous n'avons pas à rougir de la science, elle a donné à l'homme une méthode d'une extraordinaire puissance pour faire avancer des connaissances ainsi qu'une maîtrise de la nature qui prolonge et amplifie celle qui a débuté à la préhistoire avec l'apparition des premiers outils et de l'agriculture. La connaissance, la technique, la science, sont des outils au service de l'homme. C'est lui qui en fait un bon ou mauvais usage. La Bible disait déjà "avec le même acier ils ont forgés des glaives et le soc des charrues".

Quels que soient les critères retenus (longévité, mortalité infantile, niveau de vie, proportion de sujets malnutris ou franchement sous-alimentés, etc.), la situation est aujourd'hui incomparablement supérieure à ce qu'elle était il y a 20, 100 ou 1000 ans.

L'industrialisation a augmenté la qualité de vie, elle ne l'a pas diminuée. Ce qui a changé est que, grâce aux moyens modernes de communication, chacun est au courant de ce qui va mal partout dans le monde d'où ce sentiment d'un monde dangereux, agressif, en perdition ; mais quelles auraient été les réactions au XVIIIe et au XIXe siècle si l'on avait eu les mêmes informations ? En fait, rarement dans l'histoire, on a bénéficié d'une aussi longue période de paix et, au moins pour l'Occident, de prospérité. Il est d'ailleurs frappant que les régions les plus belleuses soient parmi les plus pauvres et les moins industrialisées de l'Irlande du Nord à la Bosnie ou à la Somalie. Il existe, certes, des menaces sur ce monde, comme à toutes les périodes de l'histoire, mais on ne les vaincra que par un surcroît de technique et non pas en renonçant à elles. Les véritables menaces viennent de l'homme lui-même, du découragement, de la perte de foi en l'avenir, du conformisme de la morosité dont l'écologisme exprime un des aspects.

4) L'écologie, la lutte pour l'environnement recouvrent de tendances fort diverses allant de préoccupations purement esthétiques (défendre la beauté de certains paysages), à la défense d'intérêts particuliers d'ailleurs souvent légitimes (les associations pour la défense d'un littoral sont souvent le groupement des possesseurs de villas ayant vue sur mer qui ne veulent pas que d'autres viennent leur prendre cette vue), en passant par des craintes pour la santé, l'équilibre des espèces ou même une déification de la nature. Cette dernière tendance, qui plonge ses racines dans les religions primitives, notamment germaniques, peut aller jusqu'à considérer que l'homme n'est qu'un élément de perturbation d'une nature

sanctifiée (la déesse mère) qui est d'autant plus noble qu'elle n'est pas souillée par l'homme. De tels courants écologistes évoluent vers une dangereuse misanthropie. Cette attitude est évidemment radicalement opposée au credo judéo-chrétien qui met l'homme au centre d'une nature qui permet son épanouissement. Dans notre culture, l'homme et la nature ne s'opposent pas, l'homme doit respecter la nature pour permettre à d'autres hommes (vivants ou à naître) d'en bénéficier, mais l'exigence primordiale est le respect de l'homme.

Or, respecter l'homme aujourd'hui, c'est essentiellement penser aux déshérités, notamment dans le tiers monde, lutter pour leur redonner une dignité. Le problème de notre temps est le développement du tiers monde car on ne peut vivre indéfiniment dans un univers où existent de telles disparités de niveau de vie et de niveau de santé. Le développement, l'éducation sont indispensables pour y parvenir. Ces objectifs sont prioritaires par rapport à la lutte contre une pollution, parfois mythifiée. Le problème est de concilier développement et respect de l'environnement, c'est difficile mais constitue un objectif autrement motivant que les réflexes d'enfants nantis qui donnent plus d'importance au respect intransigeant de certaines forêts qu'au devenir des habitants de ces pays. Plus démotivants encore sont les sentiments passéistes qui prônent le retour aux modes de vie anciens en oubliant la masse de souffrances qu'induisaient au XIXe siècle encore, en France, les mauvaises conditions de vie et leurs conséquences : la mortalité infantile, le travail des enfants, la misère, l'abrutissement, les inégalités, les préjugés. Il n'est que de relire Zola pour constater combien nous avons fait de progrès.

Il ne faut ni idéaliser le passé, ni condamner le présent, ni craindre l'avenir ; il faut lutter pour améliorer la difficile condition humaine, il faut le faire lucidement en se gardant de ces débats irrationnels où l'on remplace les arguments factuels par l'appel à des peurs, au regret du passé et qui ont pour effet d'accroître l'anxiété. Nous avons plus progressé pendant les trois derniers siècles que pendant les 7 000 années qui les ont précédés. Ces succès n'ont été possibles que grâce à l'introduction de la méthode scientifique, au courage, à l'originalité de pensée, à la logique, au respect des faits, au rejet des préjugés et des peurs ancestrales de quelques scientifiques et philosophes qui ont libéré l'homme, de Galilée à Newton et Einstein, d'Harvey à Pasteur, de Gutenberg à Maxwell, de Descartes à Diderot.

A toutes les époques, on a observé la résurgence de l'obscurantisme, de l'irrationalité, du refus du réel. Lutter contre elle n'est pas sous-estimer les problèmes de l'environnement, c'est au contraire resituer ceux-ci dans un cadre cohérent.

## CFC : 7 bonnes raisons de revenir sur le protocole de Montréal

S'opposant au protocole de Montréal, 92 scientifiques\* ont présenté aux chefs de délégations à la Conférence de Copenhague (17-25 novembre 1992) sur les substances détruisant la couche d'ozone, une résolution intitulée "7 bonnes raisons de revenir sur le protocole de Montréal".

Cette résolution, lancée à l'initiative du volcanologue français Haroun Tazieff, souligne que la culpabilité des CFC n'est pas prouvée.

C'est très certainement le 5e point de la pétition minimisant les effets néfastes des ultraviolets, qui est la plus remarquable, étant donné le nombre de signataires membres de la communauté scientifique médicale, comme le cancérologue Georges Mathé ou José Uriel, directeur de recherches à l'Institut de Recherches sur le Cancer et de nombreux membres de l'Académie de médecine.

En effet, quand l'on prédit une augmentation des cancers de la peau causée par l'augmentation des ultraviolets, on oublie souvent de dire que, lorsque l'on passe des pôles à l'équateur, la dose moyenne d'ultraviolets reçue est multipliée par 50. Ainsi, un Européen qui se déplace de 1 000 km vers le sud va doubler approximativement la dose d'ultraviolets qu'il reçoit. Or, même dans l'hypothèse la plus pessimiste envisagée par les scientifiques catastrophistes, l'augmentation des ultraviolets

provoquée par une éventuelle diminution de la couche d'ozone serait au maximum de 20 %. Ceci correspond à l'augmentation d'ultraviolets subie par une personne qui déménagerait de Paris à Nevers !

### \*Liste (partielle) des signataires

D.H.R. Barton, prof. Department of Chemistry, Texas A and M University, États-Unis.  
 P. Beckmann, prof. émérite, U. du Colorado, Boulder, États-Unis.  
 P. Bellet, Académie de pharmacie, France.  
 E.F. Bertaut, Académie des sciences, Dir. de recherche, CNRS, France.  
 Prof. émérite P Berthet, U. Catholique de Louvain, Belgique.  
 P. Buser, Académie des sciences, neurophysiologiste, U. P. et M. Curie, France  
 J.C. Chottard, prof. de chimie, U. René Descartes Paris V, France.  
 R. Corriu, Académie des sciences, prof. U. de Montpellier, France.  
 J. Coursaget, prof. Hôpitaux de Paris, France.  
 A. Deshayé, dir. de recherche, Inra, France.  
 A. Dodin, prof. chef du département d'écologie, Institut Pasteur, France.  
 H.W. Ellsaesser, météorologiste, Lawrence Livermore National Laboratory, États-Unis.  
 R. Erickson, prof. depart. of Forest Products, U. of Minnesota, États-Unis.  
 J.P. Escande, prof. médecine, hôpital Cochin-Tarnier, France.  
 R. Ferrando, prof. ancien président de l'Académie de médecine, France.  
 P. Froussard, biologiste, Institut Pasteur, France.

E. Grenier, rédacteur en chef de Fusion, France.  
 P. Groulade, Académie des sciences vétérinaires, Académie de médecine vétérinaire, France.  
 H. Laborit, biologiste, hôpital Boucicaud, France.  
 D. Lamy, Transgène SA, France.  
 D. Lee Ray, biologiste, ancien président de l'US Atomic Energy Commission, États-Unis.  
 J. Le Goff, historien, École des Hautes Études en Sciences Sociales, France.  
 H. Lestradet, Académie de médecine, France.  
 F. Lhermitte, Académie de médecine, neurologue, U. Paris VI, France.  
 G. Mathé, prof., cancérologue, France.  
 J. Polonowski, prof. de biochimie médicale, France.  
 P. Potier, Académie des sciences, dir. de recherche, CNRS, France.  
 A. Prochiantz, dir. de recherche, CNRS, France.  
 P. Rabischong, prof. Inserm, France.  
 R. Reiter, ancien dir du Frannhofer Institut. for Atmosph. Environ. Research, Allemagne.  
 J.H. Scharf, prof., dir. du Deutsche Akad. der naturforscher Leopoldina, Allemagne.  
 I. Solomon, Académie des sciences, dir de recherche, École polytechnique, France.  
 C. Starr, président émérite, Electric Power Research Institute, États-Unis.  
 H. Tazieff, volcanologue, ancien ministre, ancien dir. de recherche, CNRS, France.  
 J. Tennenbaum, mathématicien, dir. Fusion Energy Fondation Europe, Allemagne.  
 P.A. Toynbee, scientifique, Nouvelle-Zélande.  
 J. Uriel, dir. de recherche, CNRS, Institut de Recherche sur le Cancer, France.  
 etc.

### Les 7 raisons

1 - On ne peut négliger le chlore d'origine naturelle

Il est vrai que l'immense majorité des 650 millions de tonnes de chlore émises chaque année par la nature (à comparer à 0,75 million de tonnes dues aux CFC) retourne rapidement à la mer par lessivage. Mais il existe des processus d'échange troposphère-stratosphère qui permettent à une partie du chlore naturel de parvenir à la stratosphère. Les éruptions volcaniques importantes (comme celle du Pinatubo), ou situées dans des régions particulières (Mont Erebus) peuvent aussi injecter directement du chlore.

2 - Il n'y a pas de baisse à long terme de l'épaisseur de la couche d'ozone

Si certaines stations de mesure font apparaître une légère baisse, il existe aussi des cas documentés (comme à Tromsø, en Norvège) où la stabilité de la couche d'ozone depuis 1935 est avérée.

3 - Il existe des puits pour les CFC dans l'atmosphère

On a pu montrer qu'il existait des bactéries détruisant les CFC, dans les rizières ou dans les termitières, par exemple. On a pu mon-

trer également que le volume de CFC-12 émis par les feux de forêt permet de rendre compte de la moitié des Freons contenus dans l'atmosphère. Tous les CFC, molécules très lourdes, ne montent donc pas au ciel !

4 - Des "trous d'ozone" ont été observés bien avant l'utilisation généralisée des CFC

Deux chercheurs français du CNRS, P. Rigaud et B. Leroy, ont récemment réanalysé les données de 1958 obtenues à la station polaire française de Dumont d'Urville. Ils obtiennent des chiffres comparables à ceux d'aujourd'hui.

5 - Le danger représenté par l'augmentation des ultraviolets a été largement surévalué

Dans la pire des hypothèses envisagées, la diminution de la couche d'ozone provoquerait une augmentation de 10 à 20 % de l'insolation ultraviolette dans les zones habitées. Soit l'équivalent de l'augmentation subie par une personne déménageant de Paris à Nevers, ce qui n'est pas vraiment cataclysmique. Par ailleurs, les (rares) mesures disponibles de la quantité d'UV arrivant sur la terre indiquent plutôt une tendance à la baisse.

6 - Le protocole de Montréal coûte cher à l'Occident et provoquera des morts dans le tiers monde

Rien que pour le secteur du froid industriel et commercial, le coût du protocole est évalué à 45 milliards de francs pour la France, 200 milliards de francs pour l'Europe. Dans le tiers monde, la désorganisation des chaînes du froid vitales pour certaines économies va appauvrir encore des pays qui sont à la limite de la simple survie, et donc provoquer des morts.

7 - Le protocole de Montréal a été signé dans la précipitation, pour des raisons essentiellement politiques

En admettant un instant que les CFC puissent attaquer légèrement la couche d'ozone, le problème représenté par cette attaque pouvait très bien être traité dans le calme, avec des délais beaucoup plus longs permettant d'aller jusqu'au bout de la durée de vie des installations existantes. Cela aurait permis de réduire énormément le coût de cette transformation industrielle et la désorganisation provoquée par la précipitation. Au lieu de cela, les hommes politiques en mal de popularité ont voulu donner des gages aux écologistes...

# INFORMATIONS

## SUBSTITUTS AUX CFC

Elf Atochem a démarré en novembre sur son site de Pierre-Bénite (Rhône) deux importantes unités de production de substituts aux CFC. Elf Atochem devient ainsi le plus gros producteur mondial dans ce domaine.

Un premier ensemble permet de produire 40 000 t/an de 141b et 142b, principalement pour l'expansion des mousses d'isolation. Cette unité approvisionne également Pierre-Bénite pour la fabrication du polyfluorure de vinylidène (PVDF), plastique technique commercialisé sous les marques Forafon et Kynar.

Un second ensemble, d'une capacité de 9 000 t/an de 134a, permet de mettre ce substitut à la disposition de l'industrie du froid. Le 134a est utilisé en réfrigération, notamment domestique (réfrigérateurs) et industrielle ainsi que pour le conditionnement d'air des automobiles.

Les nouveaux substituts aux CFC sont commercialisés au plan mondial sous la marque Forane, par Elf Atochem SA et Elf Atochem North America, qui dispose déjà à Calvert City (Kentucky) de deux unités d'une production globale de 50 000 t/an pour les 141b et 142b. Les dernières installations de Calvert City ont démarré mi-1991.

## RECHERCHE D'INFORMATIONS SUR L'ÉLIMINATION DES SUBSTANCES DESTRUCTRICES DE LA COUCHE D'OZONE

Ayant été désigné comme l'une des agences d'exécution du Fonds multilatéral provisoire pour l'application du Protocole de Montréal, le PNUE s'est vu confier la mission de collecter des données, effectuer des travaux de recherche et mettre en place un service d'information sur les questions relatives à l'élimination des substances destructrices de la couche d'ozone (SDO), réglementées en vertu du protocole. Ces SDO incluent, entre autres, les chlorofluorocarbures (CFC), les Halons, le tétrachlorure de carbone et le méthylchloroforme\*.

Dans le cadre de sa mission d'information, le CA/PIE du PNUE met en place un système d'échange d'informations appelé Centre d'Information ActionOzone. Le CA/PIE du PNUE publie également en anglais, français, espagnol, arabe et chinois un bulletin d'information trimestriel, intitulé *ActionOzone*.

Le CA/PIE du PNUE est à la recherche d'informations diverses qu'il souhaiterait inclure dans le centre d'information ActionOzone et dans son bulletin. Il est plus particulièrement intéressé par les aspects suivants :

- technologies de substitution permettant de réduire ou de supprimer l'usage des substances réglementées,
- équipements, produits et/ou services permettant de réduire ou de supprimer l'usage des substances réglementées,
- programmes et/ou initiatives des associations professionnelles et industrielles,
- programmes, politiques, dispositions législatives et/ou règlements d'initiatives national, régionale ou municipale,
- programmes et/ou initiatives d'organisations non gouvernementales,
- efforts de recherche déployés par les industriels, les gouvernements, les académies,
- publications, bases de données, centres d'information et autres sources d'information,
- renseignements sur les experts publics et privés qui peuvent être consultés,
- ateliers, conférences, réunions et autres manifestations.

Ces informations sont à adresser au Programme ActionOzone CA/PIE-PNUE, tour Mirabeau, 39-43 quai André Citroën 75739 Paris Cedex15. Tél. : (1) 40.58.88.50 (télécopie : (1) 40.58.88.74).

*\*Bien que le bromure de méthyle ne soit pas encore réglementé dans le cadre du Protocole, le même type d'informations pour cette substance est recherché.*

## NOUVEAU CALENDRIER POUR LA SUPPRESSION DES CFC

Lors de la quatrième rencontre des signataires du protocole de Montréal sur l'élimination des substances susceptibles de détruire la couche d'ozone, le calendrier a de nouveau été avancé. Les délégués de 90 pays présents à Copenhague ont décidé de fixer au premier janvier 1996, soit quatre ans plus tôt que prévu, la date d'arrêt pour la production et la consommation des CFC. Pour le Halon, cette date est fixée au 1er janvier 1994. Quant à la production de HCFC, des substituts aux CFC certes imparfaits, mais en moyenne 20 fois moins nocifs pour la couche d'ozone que les CFC, elle est désormais également réglementée. Plafonnée jusqu'en 2004, cette production

sera progressivement réduite jusqu'à l'élimination en 2020. Un problème important pour les industriels comme Atochem, Du Pont et Solvay, pour n'en citer que quelques uns, qui ont fortement investi dans la production de ces substituts. Les délégués présents n'ont en revanche par réussi à fixer un calendrier précis pour la réduction de l'utilisation du bromure de méthyle, un pesticide. Il a cependant été décidé de geler sa consommation en 1995 au niveau de 1991 et envisagé une possible réduction de 25 % en l'an 2000.

Quelques jours avant l'ouverture de la Conférence de Copenhague, le ministre français de l'Environnement avait signé un décret imposant la récupération des CFC lors des opérations d'entretien et d'installation des entreprises frigorifiques. La récupération des CFC permettra, souligne Dehon Services, le premier distributeur et récupérateur français de CFC, d'éviter de changer du jour au lendemain l'ensemble du parc d'installations frigorifiques quand les CFC disparaîtront du marché dans trois ans. Ce qui permet à la fois de réaliser une économie - on compte 45 milliards de francs pour changer l'ensemble des installations industrielles - et d'attendre l'arrivée de matériels fonctionnant avec des substituts. Ce qui est encore aujourd'hui une rareté. De son côté Atochem a annoncé qu'il allait s'engager dans le recyclage et la destruction des CFC usagés.

Source : *Chimie Actualités*, n° 439, 1992.

## TRAITEMENT DES DÉCHETS INDUSTRIELS : SITA ET RHONE-POULENC S'ASSOCIENT AUX CIMENTIERES

SITA, pôle propreté du groupe Lyonnaise des Eaux-Dumez, et Rhône-Poulenc s'associent aux industriels cimentiers en prenant une participation majoritaire de 66 % dans le capital de SCORI, jusque là détenu par Ciments Français, Ciments Lafarge et Vicat.

A vocation européenne, ce rapprochement au sein de SCORI entre les Cimentiers, Rhône-Poulenc et SITA offrira aux industriels une gamme complète de services dans le traitement des déchets industriels spéciaux liquides grâce à des capacités de prétraitement des déchets et des méthodes d'incinération appropriées (les fours à ciment ont de nombreux atouts : 2 000 °C dans la flamme, temps de séjour des gaz à haute températures très court, lavage des gaz acides).

Cette association marque une deuxième étape dans la constitution d'un nouveau pôle français de traitement de déchets industriels spéciaux par incinération, dont la première fut la création, par Rhône-Poulenc et SITA, d'une société commune dénommée TERIS (capacité : 35 000 t/an de brûlage de résidus à Pont-de-Claix et 30 000 t/an à Rieme (Belgique)).

Ce nouveau pôle, qui s'appuie sur SCORI et TERIS, dispose ainsi de deux filières de traitement performantes et largement complémentaires :

- 16 cimenteries, réparties sur les territoires français et belge, équipées pour l'élimination des déchets liquides, assurant la meilleure valorisation énergétique et permettant l'économie de 120 000 tonnes équivalent pétrole,

- deux incinérateurs à Pont-de-Claix (France) et à Rieme (Belgique), spécialisés dans l'incinération des déchets fortement chlorés et soufrés.

Par ailleurs, ce rapprochement consolide les relations de partenariat entre le groupe SITA et SCORI dans l'exploitation de plates-formes de prétraitement de déchets industriels collectés auprès des PME/PMI, et la commercialisation des centres de stockage de déchets industriels (classe 1).

SCORI, un des leaders européens du traitement des déchets industriels spéciaux, (après Sarp Industries, filiale de la Générale des Eaux, et devant TREDI, filiale du Groupe Entreprise Minière et Chimique (EMC), développe, en outre, des activités originales de valorisation pour une large gamme de déchets (huiles usagées, déchets d'hydrocarbures...).

### LES ÉLASTOMÈRES THERMOPLASTIQUES RECYCLÉS CONSERVENT DES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES ÉLEVÉES

Une étude réalisée par Advanced Elastomer Systems (AES), une joint venture entre Exxon Chemical Company et Monsanto Chemical Company, démontre que des élastomères thermoplastiques techniques, recyclés après utilisation dans des pièces automobiles, conservent des propriétés mécaniques très élevées : plus de 80 % des propriétés du matériel vierge.

L'étude montre également que l'addition d'élastomères thermoplastiques techniques recyclés à des oléfines thermoplastiques vierges améliore de façon sensible certaines propriétés de ces oléfines thermoplastiques, en particulier la déformation rémanente après compression et la résistance à l'huile. Il semblerait donc que la meilleure méthode pour recycler les élastomères thermoplastiques techniques consiste à les mélanger avec des oléfines thermoplastiques vierges.

### DU PONT ÉTUDIE LE RECYCLAGE DU NYLON

Dans le cadre de son programme visant à rendre les polymères plus respectueux de l'environnement, Du Pont met en œuvre des techniques pour recycler le nylon. Un procédé de recyclage pour le nylon 6.6 et le nylon 6 est actuellement à l'essai. Cette technologie s'appliquera aussi bien aux pièces plastiques moulées qu'aux fibres.

L'une des préoccupations de l'industrie des plastiques concerne la logistique des infrastructures de collecte et de tri des polymères en fonction de leurs caractéristiques intrinsèques ou spécifiques. Un procédé de Du Pont peut traiter le nylon 6 et le nylon 6.6 en même temps et, ensuite, les séparer (simplifiant ainsi les problèmes de collecte et de tri).

Les nylons 6 et 6.6 ainsi chimiquement recyclés peuvent être ensuite directement utilisés pour la production de polyamides de haute qualité. Le procédé fait l'objet d'un dépôt de brevet.

L'unité pilote de Glasgow (Delaware, Etats-Unis), de 200 t/an de capacité, sert actuellement à tester et à évaluer le procédé de recyclage des déchets en collaboration avec les acheteurs directs ou indirects de nylon en Europe et aux Etats-Unis. Du Pont envisage d'installer ultérieurement des usines de récupération de polymères en Europe.

Du Pont est actuellement engagé dans plusieurs projets de recyclage de pièces nylon automobiles en Europe (par regranulation et recyclage) et attend des résultats très prometteurs de projets pour le développement de grades de nylon à base de matériaux recyclés.

Ces études viennent compléter les technologies, déjà annoncées, de recyclage d'autres polymères, y compris les polyesters pour l'emballage, les composites à base de polyester et les élastomères copolyester. Du Pont a déjà investi plus de 130 millions de dollars dans des projets de recyclage des plastiques.

### VALORISATION DE DISQUES COMPACTS CHEZ BAYER

Afin de valoriser des disques compacts, en priorité à partir de déchets de production et de disques invendables, Bayer AG, premier producteur mondial de polycarbonate pour ce domaine d'application, a développé un système spécial de recyclage.

Les disques compacts sont, après broyage, traités pour séparer le vernis et la couche d'aluminium déposée par évaporation. Après lavage et séchage, on obtient une matière broyée actuellement à l'étude dans plusieurs applications.

### POUR LA VALORISATION DES EMBALLAGES : ECOFUT

Six fabricants français d'emballages plastiques rigides (Mauser France, Schutz, Seprosy, Sotralentz, Van Leer Fibre et Plastique France Werit) et six producteurs de polyéthylène haute densité-HPM (BASF, BP, Fina, Hoechst, Nestlé, Solvay) se sont réunis pour créer ECOFUT, une association pour apporter aux détenteurs d'emballages une réponse concrète au problème posé par l'élimination des contenants vidés et rincés en vue de la valorisation du matériaux d'emballage, tout en respectant les contraintes réglementaires.

ECOFUT a pour objectifs principaux d'informer les industriels et les utilisateurs sur les législations existantes, les aider au respect des lois ou directives sur l'environnement, de rationaliser les méthodes de valorisation matière au meilleur coût et de proposer au détenteur final la meilleure solution de valorisation des emballages, compte tenu de leur emploi antérieur.

Actions programmées sur 1993 : inventaire et évaluation des opérateurs industriels en vue d'un agrément soit en qualité de reconditionneurs, soit de recycleurs PEHD-HPM, soit d'incinérateurs agréés spécialisés ; mise au point de contrats avec les spécialistes de la valorisation énergétique du type cimenteries, fonderies ; rédaction de cahiers des charges ; assistance à la récupération de fûts sur gisement...

Dans une deuxième phase, ECOFUT participera à la classification des produits avec les ministères concernés et aux négociations avec les partenaires européens sur la reprise des emballages.

### AFINEGE : 3616 DÉCHETS SUR MINITEL

AFINEGE (Association Francilienne des Industries pour l'Etude et la Gestion de l'Environnement) a mis en place un service Minitel traitement des déchets, le 3616 déchets.

L'objectif visé dans cette démarche est de mieux faire connaître les moyens disponibles en matière de traitement des déchets, d'en faciliter et d'en optimiser l'usage. Ce service permet :

- de dresser la liste des acteurs opérant dans ce nouveau secteur d'activité,
- de proposer des aides à l'identification des déchets, mais également au choix des filières d'élimination,
- d'indiquer les montants des subventions consenties aux industriels par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie en vue de l'élimination et du transport des déchets.

**DÉCHETS RADIOACTIFS**

Une récente livraison de la *Revue Générale Nucléaire* est consacrée à la gestion des déchets radioactifs (*RGN*, septembre-octobre 1992, 5). Tous les aspects de cette question qui conditionne le développement industriel de l'énergie nucléaire sont abordés. La préoccupation écologique sur les conséquences d'un accroissement de l'"effet de serre" ne peut logiquement pas manquer de redonner à cette source énergétique une grande priorité dans les pays développés puisqu'elle ne s'accompagne d'aucun dégagement de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

Nous extrayons de cette excellente revue le tableau suivant qui met en évidence la part proportionnellement croissante prise par les pays en développement dans les émissions de CO<sub>2</sub> d'origine énergétique. Dans ces conditions il est irréaliste de penser pouvoir stabiliser la production de CO<sub>2</sub> au niveau mondial 1990.

Voir tableau ci-contre.

Tableau - Émissions de CO<sub>2</sub> par les combustibles fossiles (équivalent carbone).

	Émissions (millions de tonnes)		Émissions (mondiales (%))		Augmentations entre 1973 et 1987	
	1973	1987	1973	1987	Millions de tonnes	%
Pays industriels	2 663	2725	61,1	48,7	62	5,0
Pays en développement	698	1 477	16,0	26,4	779	62,7
Ancienne URSS et Europe orientale	995	1 396	22,9	24,9	401	32,3
Total mondial	4 346	5 488	100,0	100,0	1 242	100,0

Source : Estimation de la Banque de développement du Japon d'après les bilans énergétiques des pays de l'OCDE.

**RÉGIONS AUSTRALES ET FORET ÉQUATORIALE : DEUX ACTIONS DE LA FONDATION ELF POUR L'ENVIRONNEMENT**

Deux grandes actions intéressant l'environnement ont bénéficié du concours de la Fondation Elf. Une expédition vers le pôle Sud et une exploration du sommet de la forêt équatoriale au Cameroun ont apporté l'une et l'autre une moisson d'informations scientifiques dont le dépouillement se poursuit.

**Antartica**

"Antarctica", voilier motorisé de 36 mètres, équipé pour la navigation dans les

mers proches du pôle et aménagé pour l'étude géographique, océanographique, climatique et biologique de la région, a emmené des équipes scientifiques internationales vers le continent antarctique. L'expédition, dirigée par le docteur Jean-Louis Etienne, s'est déroulée de juin 1991 à juin 1992. Elle avait notamment pour objet de sensibiliser la jeunesse aux réalités et aux problèmes du pôle Sud. En liaison avec le ministère de l'Éducation nationale et les chaînes de télévision, une information très abondante a été dispensée dans plus de 3000 établissements scolaires. Ce programme éducatif est poursuivi et amplifié en 1993.

Le continent antarctique est protégé depuis 1956 par la Convention de Madrid qui interdit toute recherche ou exploitation à visée économique, principe auquel le groupe Elf apporte son entière adhésion. Les spécialistes embarqués à bord d'"Antarctica" ont conduit leurs observations depuis les archipels situés à l'extrême-sud du continent américain, jusqu'aux abords des terres australes.

Ils ont pu ainsi recueillir de nombreuses indications sur l'histoire géologique mou-

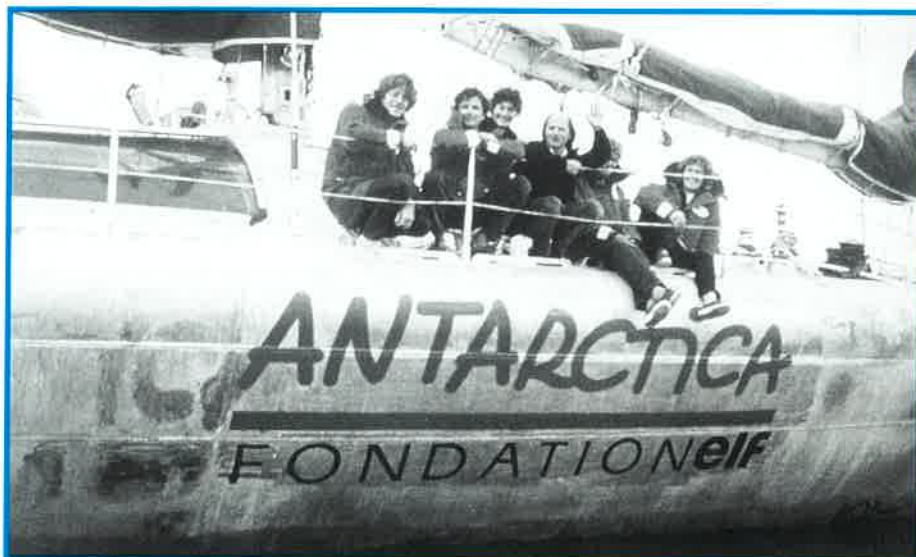
vementée de ce continent, sur les divers aspects de la nature, avec une attention particulière à la faune aquatique et à la flore, ainsi qu'à la vie des derniers autochtones de la Terre de Feu et des insulaires. Ils seront ainsi en mesure d'apporter des éléments de réponse aux questions soulevées par le programme EASIZ (Ecology of the Antarctic Sea-Ice Zone) lancé en 1990 par le SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research). L'un des résultats remarquables et immédiats de l'expédition est la constatation, sur la base de recensements comparés, d'une expansion modérée mais certaine des espèces animales de la zone australe.

**Recherche fondamentale et applications pratiques**

C'est une toute autre navigation qu'a accomplie le Radeau des Cimes, ancré au sommet de la forêt de Campo, au Cameroun, réputée la plus haute du monde. Ce radeau, déjà utilisé dans différentes opérations similaires, constitue une base et un habitacle à partir desquels les scientifiques peuvent effectuer des prélèvements et des observations.

Il s'agissait pour l'essentiel d'étudier l'écosystème de la canopée, interface entre la forêt et le ciel. 76 chercheurs de 12 nationalités différentes ont pu, au cours de cette opération, conduire 29 programmes de recherche. Les objectifs tenaient à la fois à une meilleure connaissance de la flore et de la faune, à des études de climatologie et à des exploitations pratiques de certaines ressources ainsi inventoriées. Les observations scientifiques sont actuellement analysées dans plusieurs universités et centres de recherche, en Europe et aux Etats-Unis. Un rapport de mission sur la "Biologie d'une canopée de forêt équatoriale" a été publié par la Fondation Elf en novembre 1991, avec le parrainage du ministère de la Recherche et de la Technologie.

L'expédition "Cameroun 91" voulait aussi favoriser, dans l'intérêt même des populations locales, une meilleure exploitation





des richesses de la forêt. Les observations recueillies visent d'abord l'exploitation forestière proprement dite, en particulier celle des azobés ou "arbres au bois de fer", mais aussi le recensement et l'étude des végétaux parasites et des insectes, parfois totalement inconnus jusqu'alors, pouvant être utilisés en pharmacologie ou en cosmétologie, voire en horticulture.

Une expédition analogue sera conduite cette année sur le continent asiatique.

Pour l'avenir, la Fondation envisage de poursuivre ses programmes en faveur de l'environnement dans deux directions. L'une serait la recherche et l'enseignement des facteurs de l'environnement agissant sur la santé humaine. L'autre, d'un type plus traditionnel, viserait principalement la protection de la nature. Elle pourrait porter sur le reboisement, le nettoyage des rivières et des lacs, la création, l'entretien et l'animation de parcs naturels, la sauvegarde des paysages.

Quelle que soit l'orientation retenue, la permanence tient à l'esprit qui marque les actions de la Fondation : apporter son concours à l'épanouissement de l'homme.

Fondation Elf, 23, rue Galilée, 75116 Paris. Tél. : (1) 40.70.12.17 (télécopie : (1) 40.70.10.25).

**LE PRIX INTERNATIONAL DE L'ENTREPRISE POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT AU PRÉSIDENT DE LA BERD.**

Jacques Attali, président de la Banque européenne pour la Reconstruction et le Développement (BERD), a reçu en décembre le prix international de l'entreprise pour son leadership dans le domaine de l'environnement.

Ce prix est décerné chaque année par le Bureau International de l'Environnement, une division spécialisée de la Chambre de Commerce Internationale. Il récompense une personnalité ayant affirmé son leadership et son engagement en faveur de la protection de l'environnement.

M. Attali, à la tête de la BERD, a été choisi pour son attention marquée à l'importance des facteurs écologiques en tant que critères d'investissement lors de l'évaluation des projets et des financements.

**L'INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT INTERNATIONAL**

Il a été fondé en 1982, sous le sigle d'IIG-GE (Institut International de Gestion et de Génie de l'Environnement), par une quinzaine de personnalités rhonalpines représentatives de l'administration, de l'industrie, de l'université et des collectivités territoriales, réunies par une foi alors peu partagée en l'approche globale et intégrée des problèmes environnementaux.

Devenu en 1990 IEI, pour les besoins de l'internationalisation (Institut de l'Environnement International et International Environment Institute), l'institut est aujourd'hui un réseau international de communication dans le domaine environnemental et une plate-forme, d'échange et de travail, indépendante, pluraliste et pluridisciplinaire associant les familles d'origine (administration, industrie, écoindustrie et professionnelles, universités et experts) pour répondre aux préoccupations environnementales, collectivement ou individuellement.

Collectivement, ce sont des groupes de travail se saisissant d'un thème complexe et controversé pour, après un "état des lieux"

et une réflexion commune, déboucher sur des propositions présentées à l'autorité compétente, très souvent communautaire aujourd'hui (Commission ou Parlement). C'est ainsi que sont traitées des questions telles que les sols contaminés, la réglementation des installations industrielles, les transferts de déchets, la gestion des déchets, les éco-outils.

En réponses individuelles, c'est un ensemble de services reposant sur l'information, la communication, l'appui et le conseil dans des domaines très variés, notamment le juridique. L'Institut neutre et indépendant est un excellent terrain de rencontres dans les cas de conflits. Un atout de poids : le partenariat entre l'IEI et le salon international français de l'environnement, Pollutec.

Le réseau de l'IEI est aujourd'hui très international, surtout quant à ses partenaires institutionnels, le membership restant majoritairement français. Dans le cadre d'un club international sont menées des opérations spécifiques vers des secteurs géographiques particuliers : Europe du Centre et de l'Est, pays méditerranéens, Amérique du Nord (Etats-Unis, Canada), Pacifique (Corée, Japon), Amérique du Sud (Mexique) et, bien sûr, l'Europe (régions)

L'appareil permanent de l'IEI est concentré sur trois bureaux : Aix-les-Bains (siège), Lyon (services techniques), Bruxelles. Deux délégations à vocation relationnelle sont installées à Paris et à Washington.

Pour en savoir plus : contacter M J. Laporte, vice-président de la délégation générale, Institut de l'Environnement International, 2, boulevard de la Roche-du-Roi, 73101 Aix-les-Bains Cedex. Tél. : 79.88.20.00 (télécopie : 79.88.22.12).

**POLLUTEC 92**

L'édition 1992 de ce "Salon international de l'environnement et des Éco-Industries" a connu un succès remarquable, confirmant l'intérêt croissant accordé à cette manifestation biennale les années précédentes.

Qu'on en juge : voir tableau ci-dessous.

Les fiches signalétiques des visiteurs ont mis en évidence que plus de 50 % d'entre eux s'intéressent aux déchets et/ou à l'eau, 20 % à l'air, 20 % au nettoyage et

15 % au bruit. 39 % des visiteurs travaillent dans des entreprises industrielles et 30 % dans des collectivités ou dans l'administration.

Les colloques, conférences et réunions organisés en parallèle au salon ont accueilli plus de 2 600 participants au total.

Conséquences du succès : Pollutec devient annuel et "montera" à Paris une année sur deux, tout en restant fidèle à Lyon en alternance.

Le 9e Salon Pollutec se tiendra au Parc des expositions de la Porte de Versailles (Paris) du 12 au 15 octobre 1993. Il sera placé sous la présidence de M Jean-René Fourtou, PDG de Rhône-Poulenc et Président de l'association Entreprises pour l'Environnement.

Pollutec 93 sera couplé avec Énergies 93 dont le thème sera "Maîtrise de l'énergie, énergies renouvelables".

Plus de 40 000 visiteurs sont attendus, ce qui, probablement, ferait de ce salon le premier rendez-vous mondial du marché des éco-industries pour les entreprises et les collectivités territoriales.

Informations Sepfi-Technologies, 8, rue de la Michodière, 75002 Paris. Tél. : (1)

	1986	1988	1990	1992
Exposants	220	337	694	1200
dont étrangers	71	112	231	533
Surface du salon m <sup>2</sup>	8000	16000	30 000	50 000
visiteurs professionnels	14078	20352	25913	36337

# Pourquoi suis-je chimiste ?

**Olivier Kahn\***  
*Directeur de l'ICMO*

J'ai eu la chance, la grande chance dont beaucoup de mes camarades d'étude n'ont pas bénéficié, de faire de la chimie par choix positif. Autant que je me le rappelle, ma première interrogation concernant la chimie - j'étais alors en première - fut la suivante : pourquoi deux atomes d'hydrogène, deux atomes absolument identiques, s'associent-ils pour donner un édifice plus stable, la molécule ? Il me semblait alors que cette stabilisation en énergie, ce supplément d'âme dirais-je, aurait été plus évidente si les atomes avaient été différents, chacun apportant dans l'escarcelle commune ce qui lui était spécifique. Est-ce cette naïveté originelle qui m'a conduit, dix ans plus tard, à m'intéresser à des édifices hétéropolymétalliques ? Je ne saurais l'affirmer. Il est par contre évident que cette idée de synergie entre centres métalliques différents au sein d'une même entité moléculaire a été une idée force dans ma démarche scientifique. Il est également clair que cette interrogation juvénile sur la substantifique moëlle de la liaison chimique était un signe avant-coureur de mon intérêt pour les concepts théoriques en chimie, de mon souci de comprendre le mécanisme des phénomènes étudiés et de puiser dans cette compréhension une arme toujours mieux affûtée pour synthétiser de nouveaux composés présentant avec une force accrue les propriétés que je recherchais.

La recherche, c'est d'abord le choix d'une démarche scientifique. parce que cette idée simple est parfois négligée, je voudrais brièvement donner quelques informations sur ce qu'est ma démarche. L'acte premier, dont tout le reste va dépendre, est le choix du but. Ce but, c'est plus qu'un objectif, c'est quelque chose comme un objectif auquel est associé un rêve de dépassement. C'est dire que ce but peut n'être pas atteint. En quelque sorte, il joue le rôle de lumière éclairant le chemin à parcourir. Il indique la direction dans



laquelle les efforts doivent être déployés. Le progrès dans la recherche, c'est le cheminement vers ce but. Ce cheminement, bien sûr, est rarement linéaire. Des barrières de potentiel se présentent à tout instant : certaines sont si escarpées qu'il faudra faire un détour. Ce qui me paraît essentiel, c'est que ce but soit ambitieux. Ce n'est que dans ce cas qu'il éclaire un champ scientifique suffisamment vaste. Le but étant choisi, l'acte second consiste à définir une stratégie. J'ai fait part de mon goût pour la dimension conceptuelle de la chimie. Mais ce dont il s'agit ici n'est pas de définir une théorie infiniment ciselée, prenant en compte tous les facteurs, mais plutôt d'extraire quelques facteurs essentiels, particulièrement pertinents, qui régissent les phénomènes auxquels on s'intéresse et de chercher à les contrôler. Définir une stratégie, c'est chercher à connaître l'essentiel et les moyens de contrôler cet essentiel.

Et puis, nous parvenons à l'acte trois, l'acte central de la pièce qui se joue. Il s'agit de faire. Il faut construire l'objet chimique qui

présentera les propriétés que l'on recherche. On dispose pour cela de notre expérience, c'est à dire, dans une large mesure, de la somme de nos échecs passés, et de cette stratégie dont j'ai parlé. On dispose aussi de ce qui fait la spécificité de notre discipline, de ce qui lui imprime son immense beauté, à savoir ce jeu infiniment subtil avec les atomes, les liaisons, les groupements, cette possibilité de ciseler des objets chimiques. La vie du chercheur est, me semble-t-il, une vie plutôt austère. Le chimiste, cependant, a cette joie de pouvoir façonner son objet, de créer une contrainte entre deux atomes, ou de relâcher cette contrainte, d'imposer des rotations permettant d'ajuster des recouvrements, de greffer des tunnels au cœur desquels s'engouffrent les effets électroniques. Sa boîte à outils recèle mille secrets.

Notre pièce est très classique ; elle se déroule en cinq actes et nous en sommes à l'acte quatre. L'objet est créé, et cela non pas pour allonger une liste déjà longue d'objets créés par d'autres, mais parce qu'on espère que cet objet aura un comportement singulier, qu'il nous rapprochera du but que l'on s'est assigné. Mais cet objet, a-t-il cette vertu ? L'acte quatre consiste, précisément, à tester le nouvel objet, à voir en quelque sorte si, d'objet, il peut devenir sujet, élément actif d'un processus. La pièce qui se joue, bien souvent, est décevante. Notre objet est terne, ou s'il est esthétiquement séduisant, il reste objet. Mais, même dans ce cas, tout n'est pas perdu. Comprendre ce qui lui manque, situer ses faiblesses, discerner où le ciseleur a fauté, cela peut permettre de sauver la pièce. Plus encore, cela enrichit l'expérience, atout puissant dont dispose le chimiste. Et puis, parfois, notre objet sujet se pare de mille séductions. Il se comporte comme nul autre objet ne s'était pas encore comporté. Il devient, pour un court instant, source d'une joie profonde. Cet instant est court, parce que le chercheur puise dans ce suc-

\*Institut de Chimie Moléculaire d'Orsay, bât. 410, Faculté d'Orsay, 15, rue Georges Clémenceau, 91400 Orsay.

Ce texte est extrait de l'allocution prononcée le 17 décembre 1992 par O. Kahn, lors de la remise par F. Bazile, directeur général d'Elf Atochem, du Prix Raymond Berr-Atochem qui lui a été attribué par la Société Française de Chimie.

cès le besoin irrésistible d'aller plus loin, d'écrire bientôt une autre pièce. Dira-t-on jamais assez combien le chercheur reste réservé, au fond de lui-même, vis-à-vis de ce que la communauté lui attribue comme succès. Lui, il connaît dès les premiers instants les limites de ce succès.

La pièce, jusqu'ici, s'est heureusement déroulée. L'acte quatre a intéressé les spectateurs, qui sont en l'occurrence les lecteurs de journaux scientifiques. Est-il alors besoin d'ajouter un acte cinq ? Et que va-t-on y raconter ? Un nouvel édifice chimique a été construit, qui, dans un domaine donné - la réactivité, les propriétés physiques, le comportement thérapeutique, apporte quelque chose d'original. Pourquoi ne pas chercher à aller plus loin, à donner vie à ce résultat, au-delà de la sphère scientifique proprement dite. C'est à mes yeux une évolution profondément positive qui conduit un nombre croissant de chercheurs, tout particulièrement en

chimie, à établir des contacts avec le monde industriel. Les relations scientifiques que j'ai nouées avec des collègues industriels à tous égards ont été une source d'enrichissement pour moi. Pour être plus précis, je dirai que, traduites dans mon langage, des informations prodiguées par des collègues du groupe Elf ou des ingénieurs du laboratoire d'électronique Philips, devenaient des idées originales, parfois dans des domaines très en amont de tout souci d'application.

Il peut sembler banal, aujourd'hui, d'insister sur cette nouvelle synergie entre concepts fondamentaux et application de résultats de recherche. Nous sommes en présence d'un acquis sur lequel il serait difficile de revenir. Ce qui est plus intéressant sans doute, c'est de témoigner de ce que jamais la distance entre ces concepts fondamentaux et le souci de valorisation d'un résultat positif n'a été aussi courte. Oui, c'est une dimension nouvelle qui s'offre à

nous, permettant aujourd'hui de trouver les états et valeurs propres d'une molécule système et, demain, de dialoguer avec un chercheur industriel pour définir le type de dispositif qui pourrait contenir cette molécule élément active. Durant la première partie de ma vie scientifique, j'ai ressenti, presque physiquement, l'avènement d'une telle ère. On ne peut en surestimer l'importance.

Pour terminer cette réflexion sur notre discipline, ou à tout le moins sur la façon dont je la vis, je voudrais mettre en relief l'importance de l'équipe. On parle aujourd'hui beaucoup, et à juste titre, d'environnement. Ce terme revêt de multiples acceptions. Et pour ce qui nous concerne ici, l'environnement, c'est l'ensemble des collègues de tous âges, de toute qualification qui, dans une relation dialectique quasi permanente, concourent de façon déterminante à la création scientifique. ■

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



## CNRSFormation

au service de l'Entreprise

### **Les risques chimiques au laboratoire**

du 23 au 25 juin 1993 à AUBIÈRE (63)

### **Application de la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier à l'étude des propriétés de surface des solides divisés**

du 6 au 10 septembre 1993 à CAEN (14)

### **Les techniques chromatographiques**

du 13 au 17 septembre 1993 à GIF-SUR-YVETTE (91)

### **RMN haute résolution homo et hétéronucléaire : méthodes multi-impulsionnelle et 2D**

du 20 au 23 septembre 1993 à STRASBOURG (67)

### **Analyse quantitative de gaz par spectrométrie de masse**

du 4 au 8 octobre 1993 à VILLEURBANNE (69)

Catalogue, programmes et inscriptions :

### **CNRSFormation**

1 place Aristide Briand - 92195 MEUDON Cedex  
Tél. : (33-1) 45 07 56 72 - Fax : (33-1) 45 07 59 00

# L'exobiologie ou recherche de vie extraterrestre

**Jacques Reisse\***  
(Professeur)

L'exobiologie a pour objet principal la recherche de vie extraterrestre. Elle est pratiquée surtout par des chimistes et biochimistes, des astrophysiciens, des astronomes, des planétologues. Elle fascine, elle irrite mais laisse peu de gens indifférents.

Dès l'Antiquité déjà, des penseurs, tel Lucrèce, envisagent l'existence d'une vie extraterrestre. Bruno au XVI<sup>e</sup> siècle, Huygen au XVII<sup>e</sup> siècle, Kant au XVIII<sup>e</sup> siècle défendent eux aussi l'idée que la vie existe ailleurs dans l'Univers. Toutefois, l'exobiologie en tant que science naît au XIX<sup>e</sup> siècle. En effet, la chute de plusieurs météorites de type chondrites carbonées (Alais, Orgueil) offre à Berzelius, Wöhler, Cloez, Berthelot et d'autres, l'occasion d'analyser de la matière extraterrestre. Ils y découvrent des substances organiques et ces découvertes semblent conforter l'hypothèse selon laquelle d'autres objets porteurs de vie existent dans le système solaire.

Ce même XIX<sup>e</sup> siècle voit des astronomes comme Schiaparelli et surtout Lowell s'intéresser à la planète Mars et y déceler (du moins le croient-ils) des preuves d'une activité humaine et de végétations changeantes avec les saisons.

Enfin, le XIX<sup>e</sup> siècle voit aussi naître la théorie de la panspermie. Ses auteurs Kelvin et Arrhenius considèrent que la vie sur Terre provient d'un ensemencement originel compte tenu de ce que, selon eux, la vie existe partout dans l'Univers.

Le XX<sup>e</sup> siècle se caractérise, dans un premier temps, par une attitude sceptique vis-à-vis du caractère endogène de la matière organique trouvée dans les chondrites. Par ailleurs, Bernal, Oparine, Haldane reprennent, en les développant, des idées déjà émises par Darwin et reprises par ses successeurs : selon ces scientifiques, la vie sur Terre trouve son origine dans un phénomène de "complexification" croissante au départ d'une "soupe" prébiotique initiale. Dans les années 50, Ury et Miller apportent un argument en faveur de l'hypothèse de la "soupe" prébiotique par leur expérience de synthèse d'acides aminés au départ d'un mélange de gaz réducteurs. Observons au passage que rien n'indique que, jamais, l'atmosphère terrestre ait été réductrice.

Dans les années 60, l'intérêt pour l'origine de la vie sur Terre reste élevé mais nombreux sont les scientifiques qui insistent sur l'extraordinaire complexité du plus simple des procaryotes. La probabilité d'un passage "par hasard" de la non-vie à la vie apparaît infime pour quelqu'un comme Monod qui écrit : "L'Univers n'est pas gros de vie, ni la biosphère de l'homme. Notre numéro est sorti au jeu de Monte Carlo".

1969 est une grande date pour l'exobiologie. Deux chondrites carbonées tombent sur Terre (Allende et Murchison) et, par ailleurs, les laboratoires sont équipés pour analyser les échantillons lunaires. Les techniques d'analyse les plus modernes sont appliquées à l'analyse de nombreux échantillons de la météorite de Murchison et les résultats passionnent la communauté scientifique. Berzelius et ses collègues avaient raison : il y a de la matière organique dans les chondrites et, qui plus est, une matière diversifiée. On y trouve notamment des hydrocarbures, des acides carboxyliques, des cétones mais aussi des acides aminés. Très vite, on conclut que cette matière organique est d'origine abiotique : les acides aminés chiraux existent sous forme racémique. Ainsi donc, l'analyse des chondrites fournit des résultats intéressants montrant sinon l'existence de vie ailleurs, du moins l'existence des "matériaux de construction", "des briques élémentaires" des êtres vivants. En revanche, l'analyse des échantillons lunaires effectuée à la même époque est elle décevante. Ces échantillons contiennent anormalement peu de carbone organique (moins d'un ppm) et la polémique, née de l'obligation de quarantaine imposée aux cosmonautes ayant foulé le sol lunaire, s'éteint très vite. La Lune paraît vraiment très inhospitalière.

Déjà des regards sont tournés vers Mars. En effet, dès 1965, Mariner 4 rapporte des informations importantes sur l'atmosphère martienne. La pression atmosphérique est faible (quelques mbar) et le CO<sub>2</sub> prédomine. L'eau sous forme de vapeur est présente mais peu abondante.

Les diverses missions Mariner apportent une foison de résultats : calottes polaires, grandes variations de température entre le jour et la nuit, absence de canaux creusés par des êtres intelligents, splendeur du Mont Olympus, ce volcan géant aux flans parfois couverts de nuages blancs. Toutefois, la grande surprise arrive en 1971. Mariner 9 nous fournit des images où apparaissent clairement des vallées, vallées creusées en des temps anciens (il y a 2 à 3 milliards d'années) par de l'eau. De l'eau qui, aujourd'hui, se trouve où ? Sans doute piégée dans le sol et conférant à celui-ci des caractéristiques de permafrost. Ces observations permettent de rêver. La vie existe peut-être sur Mars. Pour s'en assurer, il faut y aller voir. Ce sera chose faite en 1976. Le 20 juillet de cette année, la sonde Viking I se pose en douceur en un lieu situé à 22,5° N et 48° O. Le 3 septembre Viking II se pose en un lieu situé à 47,5° N et 226° O. Les rétrofusées à l'hydrazine ultrapure ont été conçues pour polluer le moins possible l'aire d'atterrissage. Très rapidement, les observations se multiplient. Les images d'abord : Mars est rouge (on le savait déjà) mais les caméras ne

\* Membre correspondant d' l'Académie Royale des Sciences, des Arts et des Lettres de Belgique, Université libre de Bruxelles (CP 165), avenue F.-Roosevelt 50, 1050 Bruxelles. Tél. : + 32 2 650 3605 (télécopie + 32 2 650 3606).

laissent voir aucun animal, aucun trou à allure de terrier. Il faut reconnaître que personne n'est vraiment étonné même si Tyler avait déclaré que, pour mettre en évidence une éventuelle vie martienne, il suffisait de déposer sur Mars un appareil photo et une souricière ! A défaut de souricière, Viking I et Viking II ont à leur bord un appareillage scientifique très élaboré. Rapidement l'appareil GC-MS (spectrométrie de masse couplée à la chromatographie gazeuse) indique l'absence de composé organique réduit en  $C_1$  et  $C_2$  dans les substances volatiles obtenues par chauffage à 500 °C d'un échantillon de sol martien.

En revanche, d'autres expériences visant à détecter l'existence dans le sol martien de micro-organismes aptes à métaboliser une solution nutritive soigneusement élaborée donnent des résultats peu concluants.

Qu'il s'agisse de la "Gas Exchange Experiment" ou de la "Labelled Release Experiment", les résultats partiellement positifs peuvent être interprétés en tenant compte du caractère oxydant du sol martien (caractère sous-estimé par les concepteurs de l'expérience).

La "Pyrolytic Release Experiment" donne elle aussi des résultats ambigus à cause, sans doute, aussi du caractère oxydant de l'environnement martien. Cependant, l'expérience est extraordinaire. Elle consiste à :

- 1) enrichir un échantillon d'atmosphère martienne avec du  $CO_2$  et du CO marqués,
- 2) incubé, pendant 120 h, du sol martien sous cette atmosphère et sous irradiation d'une lampe xénon destinée à simuler l'ensoleillement martien alors que toute l'expérience est évidemment conduite dans la station Viking,
- 3) éliminer l'atmosphère, puis pyrolyser l'échantillon du sol martien jusqu'à 625 °C et absorber les gaz sur une colonne tout en éliminant CO et  $CO_2$ ,
- 4) chauffer la colonne à 640 °C et oxyder les gaz qui s'en échappent par  $Cu_2O$ ,
- 5) Doser le  $CO_2$  marqué provenant de l'oxydation.

Conduire une telle expérience dans un laboratoire bien équipé, sur Terre, n'est pas chose aisée. Effectuer une telle expérience sur Mars, éloignée de plusieurs minutes-lumières de la Terre, est une prouesse technique incroyable.

La répéter 9 fois force l'admiration. Malheureusement et ainsi que cela a déjà été dit, les résultats obtenus sont non concluants, peu reproductibles. Force est de conclure que la vie n'existe probablement pas sur Mars mais les missions Viking n'apportent pas en la matière de certitude. Les scientifiques en cette fin des années 70 sont un peu déçus mais ils envisagent d'autres possibilités. Où pourrait-on chercher la vie ailleurs dans le système solaire ?

Les planètes géantes et leurs satellites, les comètes, les astéroïdes ? Diverses suggestions, hypothèses plus ou moins audacieuses sont émises. Parfois la science-fiction flirte avec la science. Parfois des scientifiques de renom semblent mal résister au plaisir de faire les titres de la presse à sensation.

Par ailleurs, les années 70 et 80 voient des développements importants en thermodynamique. La complexification, loin de l'équilibre, au sein de systèmes ouverts est de mieux en mieux comprise. Entre le Hasard et la Nécessité de Monod, le fléau de la balance se déplace. Pour certains, la nécessité s'impose, pour d'autres plus prudents, le hasard recule doucement. Les astronomes et astrophysiciens font eux aussi d'importantes découvertes. La radio-astronomie, relayée bientôt par l'astronomie infrarouge au départ de satellites, livre une ample moisson de molécules organiques interstellaires.

Le carbone, apte à se lier de manière covalente à de très nombreux autres éléments, apte à former de longues chaînes, s'impose de plus en plus comme élément sans lequel aucune forme de vie n'est possible. Ce qui était déjà très probable pour beaucoup devient quasi-certitude : si une vie existe ailleurs elle est à base de carbone. Mais où est-elle cette vie ? Où la chercher ? Dès 1959, des scientifiques avaient eu l'idée de détecter l'existence de formes de vie intelligente et technologiquement développées en se mettant à l'écoute du cosmos pour y déceler des signaux codés. Dès que l'on sort du système solaire, les distances sont telles que toute exploration par engins automatiques et, a fortiori, par engins habités est actuellement impossible. Une sonde de type Pioneer qui progresse à la vitesse de 10 km/s mettrait 120 000 ans pour atteindre l'étoile la plus proche ! Les messages emportés par Pioneer et par Voyager ont une infime probabilité d'être reçus un jour et nous ne saurons jamais laquelle des musiques de Bach ou de Chuck Berry plaît le plus aux "oreilles" extraterrestres.

Pour en revenir aux messages radio à envoyer ou à capter, il convient de choisir une fenêtre spectrale. La région des 1 420 MHz est jugée la plus prometteuse. D'hypothétiques extraterrestres intelligents devraient, tout comme nous, être capables de détecter la raie de l'hydrogène atomique qui apparaît dans cette zone. Quelle est la probabilité pour que nous percevions des messages volontairement envoyés par des êtres intelligents cherchant à faire connaître leur présence ? Infime pour les uns, grande pour les autres.

L'estimation du nombre N de sociétés technologiquement avancées existant au sein de notre galaxie varie selon les spécialistes consultés et il est amusant de comparer les opinions suivantes : "N is very small" (Hart), "N is very large" (Kuiper), "N is neither very small, nor very large" (Drake). "N is either very large or very small" (Papagiannis). Cette pluralité d'opinions démontre simplement qu'il n'est pas possible encore d'apporter une réponse scientifique à la question. Ceci n'enlève rien à l'intérêt du problème mais prouve, au contraire, qu'il convient de l'aborder sérieusement.

Le premier à se mettre à l'écoute du cosmos est Drake, qui, en avril 60 déjà, initie le célèbre projet Ozma en orientant un radio télescope de près de 30 mètres dans la direction de deux étoiles "proches" et semblables au Soleil (Epsilon Eridani et Tau Ceti, toutes deux à plus de 10 années-lumière de nous). Au départ, ce type de recherches n'est pas pris très au sérieux par la communauté des astronomes mais la situation évolue peu à peu. Dès les années 80, le projet SETI (Search for extraterrestrial intelligence) est soutenu par l'Académie des Sciences des États-Unis d'Amérique et la NASA, en 82, obtient la permission de financer le projet à raison de 1,5 à 2.10<sup>6</sup> dollars par an. Le projet SETI voit ses moyens croître grâce, notamment, à l'extraordinaire dynamisme de la "Planetary Society" américaine. Celle-ci réussit à motiver l'opinion publique et les moyens financiers ainsi rassemblés conduisent, aujourd'hui, au projet de radio télescope BETA 2. Ce dernier permettra de couvrir une zone de 300 MHz (le célèbre "trou de l'eau") avec une définition spectrale de 10<sup>-3</sup> Hz. Il devrait être opérationnel dans six ans.

Le projet SETI est, aujourd'hui, considéré comme un grand projet scientifique et comme une grande aventure de l'humanité. Il y a probablement encore quelques scientifiques sceptiques ou railleurs comme il y avait probablement des balards sceptiques et railleurs qui regardaient partir les caravelles de Colomb. Il est vrai que personne aujourd'hui ne peut, sur base d'arguments scientifiques, affirmer que la vie existe ailleurs dans l'Univers mais, ainsi que le faisaient remarquer Cocconi et Morrison dès 1959 : "The probability of success is difficult to estimate but if we never search, the chance of success is zero". ■

# Électrodéposition cationique de polymères à partir d'émulsions aqueuses *(revue bibliographique)*

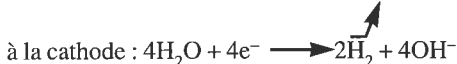
Rossitza Dobрева \* (*maître de conférence*), Joseph Sledz \* (*maître de conférence*), François Schué \* (*professeur*), Jean-André Alary \*\* (*chef du service Recherche*)

A l'heure actuelle, le prix élevé des solvants organiques, l'augmentation du coût de l'énergie, le souci de ne pas polluer l'atmosphère ont induit le développement de technologies nouvelles dont les revêtements à partir de solutions ou d'émulsions aqueuses, les réactions de réticulations sous irradiation, etc. Chacune de ces technologies visent à réduire ou à éliminer les solvants organiques présents dans les systèmes de revêtements conventionnels et à les remplacer par l'eau, de coût faible, non toxique et ininflammable.

Ces techniques nouvelles ont eu leur essor dans la protection des pièces métalliques par des peintures applicables par électrodéposition. Mais c'est l'électrodéposition cationique (ou cataphorèse) qui a donné aux peintures électrodéposables un essor sans précédent [1-8]. Apparue vers 1975 aux États-Unis, elle est utilisée, aujourd'hui, sur plus de 90 % des véhicules produits dans le monde. Ce succès est particulièrement dû à l'utilisation des peintures polymères polycationiques en solution ou en émulsion dans l'eau. Ces résines pour cataphorèse sont en général à base d'amines tertiaires  $-NR_3$  insolubles dans l'eau et quaternisées par un acide aqueux afin de la solubiliser [9].

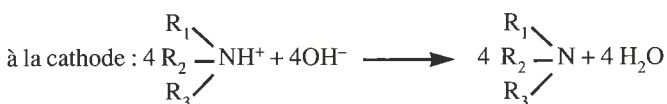
Si, on applique une différence de potentiel entre les deux électrodes plongées dans l'eau, et si le liquide contient une résine ionisée, l'électrolyse s'accompagne du dépôt de celle-ci sur l'électrode de signe opposé. Les réactions aux électrodes lors d'une électrodéposition cationique sont donc :

Électrolyse de l'eau



Il y a donc acidification au voisinage de l'anode et alcalinisation au voisinage de la cathode.

Déposition



D'autres groupements cationiques sont aussi utilisés, à savoir, les groupements tertiaires sulfonium et phosphonium. Les propriétés du film déposé à la cathode dépendent largement de la nature chimique de R. Ce dernier peut être un polymère époxydique ou acrylique.

Le principal avantage du dépôt cathodique est la passivation du substrat en l'absence de dépôt métallique, ce qui permet une meilleure protection contre la corrosion, même sous faible épaisseur [13].

Par ailleurs, le dépôt cathodique permet une meilleure résistance aux attaques basiques en raison de la présence des groupements carboxyliques [8].

## LES POLYMERES CATIONIQUES

Les polymères pour cataphorèse renferment des composés aminés ou soufrés pouvant être quaternisés pour former un polymère cationique. Les principaux groupements cationiques utilisés sont les groupements ammonium quaternaire, les groupements sulfonium et phosphonium tertiaire. Des résines époxy et acryliques servent de support pour ces groupements ionisés.

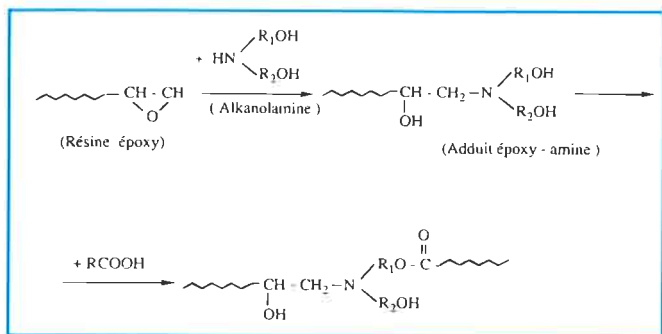
Dans ce qui suit, nous allons décrire les différentes méthodes trouvées dans la littérature en vue de la synthèse de polymères pour cataphorèse.

### Résines époxy

a. Ces résines peuvent être obtenues par réaction de groupements époxy avec des amines secondaires, en particulier des alkanolamines telle la diéthanolamine. L'adduit époxy-amine ainsi obtenu, insoluble dans l'eau, est neutralisé par un acide afin de le solubiliser, mais il est impossible de le réticuler. Pour cela, il doit être estérifié par un acide gras insaturé ou un acide polyacrylique [11, 14-20].

\* Laboratoire de chimie macromoléculaire, Université de Montpellier II, place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 05. Tél. : 67.14.47.57 (télécopie : 67.14.38.88).

\*\* Secteur Élaboration des matériaux, Centre de recherche et développement de Voreppe, Pechiney, BP 27, 38340 Voreppe. Tél. : 42.65.21.24 (télécopie : 42.58.31.81).



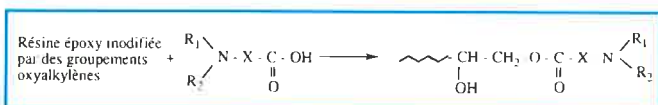
Ainsi M. Ramasari et coll. [21] ont préparé des liants cationiques, solubles dans l'eau et thermodurcissables, en traitant l'araldite avec de la diéthanolamine et un acide gras d'huile de castor déshydraté. L'épaisseur du film obtenu est de 20 à 25 µm pour une immersion de 2 minutes sous 50 V. De même I.P. Khart et coll. [22] ont étudié des liants cationiques solubles dans l'eau, obtenus par réaction d'une résine époxy et de la diéthanolamine à 170°C en présence de 5 % de MeOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OAc suivie d'une estérification partielle en présence d'un acide gras d'huile de castor déshydraté.

Des solutions aqueuses claires sont obtenues pour un rapport époxy-amine 1-2 et des couches 12 µm peuvent être atteintes par cataphorèse. Ces couches présentent une bonne résistance aux solvants ainsi qu'une bonne dureté, flexibilité et adhérence.

**b.** Des résines comportant des groupements époxy ainsi que des structures oxyalkylènes en vue d'augmenter leur caractère hydrophile sont mises en réaction avec des esters de l'acide borique [22-25].

Malheureusement, ni le mécanisme réactionnel, ni la structure exacte des produits résultants ne sont connus de manière précise.

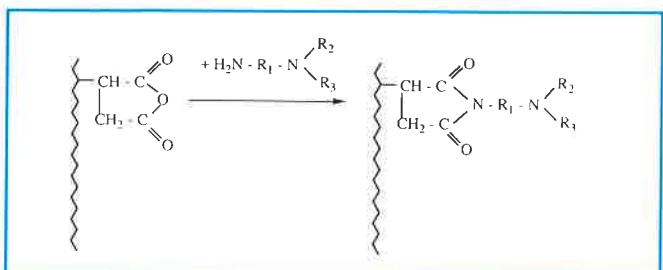
**c.** Des résines époxy modifiées par des groupements oxyalkylènes sont mises en réaction avec des amines tertiaires portant des fonctions alcools, acides carboxyliques ou esters [26]. Exemple :



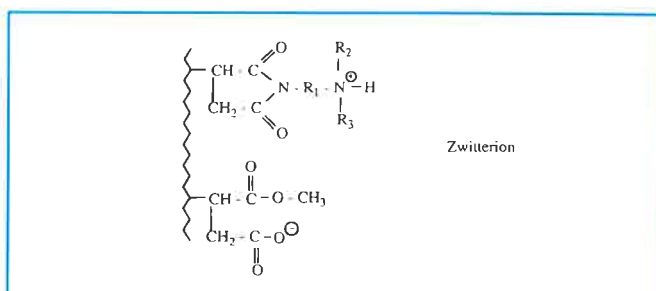
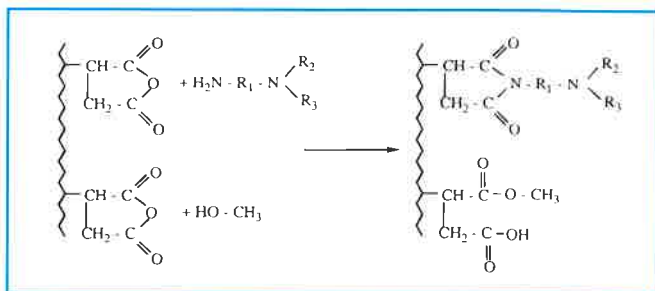
Dans cette optique, W. Daimer et coll. [27] ont préparé des liants cationiques, solubles dans l'eau, par réaction de résines époxy avec des carbonates de polyhydroxyalkylamine, en vue de la formation de sels d'ammonium quaternaire.

De même Basso [28] a préparé des polymères cationiques par polymérisation par voie aqueuse de monomères vinyliques en présence de polymères aminés quaternaires préparés par réaction de polyépoxydes avec des amines tertiaires insaturés.

**d.** Une autre possibilité, en vue d'introduire des atomes d'azote basiques, implique la réaction d'anhydrides d'acides avec des diamines comportant un atome d'azote primaire et tertiaire [29-31].

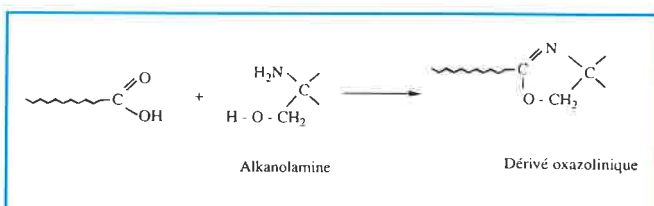


Si un excès d'anhydride d'acide réagit avec des groupements aminés, il est possible d'obtenir des zwitterions. Ces derniers, neutralisés par des acides ou des bases, permettent la solubilisation des polymères sur lesquels ils sont greffés et donc leur dépôt à l'anode ou à la cathode.



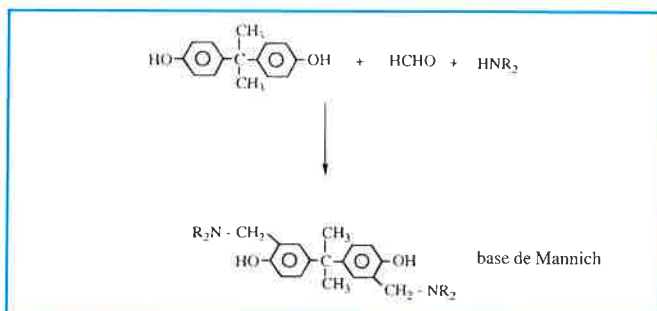
**e.** Des liants cathodiques possédant d'excellentes propriétés de résistance au jaunissement peuvent être obtenus par réaction d'un acide carboxylique aliphatique avec un amino-alcool, tel le diéthanolamine, permettant la formation d'un cycle oxazoline [33-35].

L'azote de ce cycle est basique et permet donc la formation de sels solubles dans l'eau.

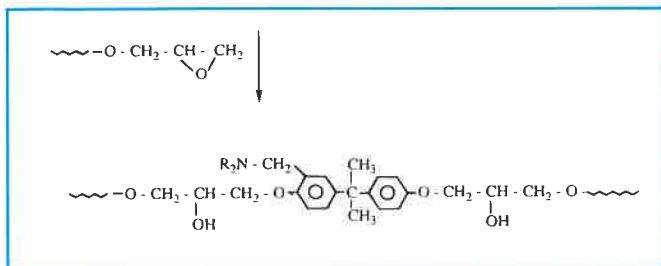


Parrwillibaed [36] a préparé des esters de résines époxy contenant des groupements oxazolidine obtenus par réaction d'une résine époxy avec un monoester d'un acide dicarboxylique et d'un (hydroxyalkyl) oxazolidine, suivie d'une neutralisation par un acide.

**f.** Une autre possibilité d'introduction de l'azote réside dans l'utilisation des bases de Mannich [13, 37].

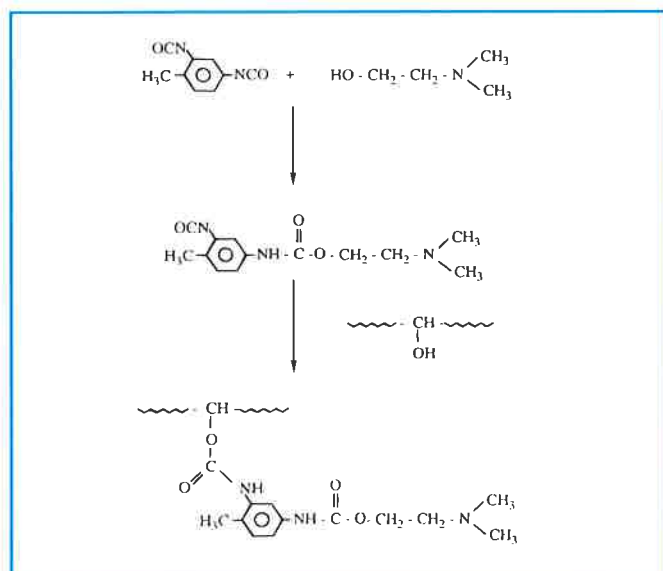


Les bases résultantes peuvent réagir avec des groupements époxy terminaux de polyépoxydes,



et former ainsi des polymères solubilisables dans l'eau.

g. La réaction d'un uréthane contenant un groupe amine avec un polymère hydroxylé constitue une autre voie d'accès à des polymères solubilisables dans l'eau [38-43].



Sanyo Chemicals Ind. Ltd ont eux aussi mis au point une résine pour cataphorèse permettant le dépôt d'une couche possédant de bonnes propriétés de flexibilité et de résistance à l'impact, en faisant réagir le groupement époxy de polyépoxydes avec une base forte aminée et un polyisocyanate. Le produit résultant est mélangé avec de l'acide acétique afin de le dissoudre dans l'eau [44].

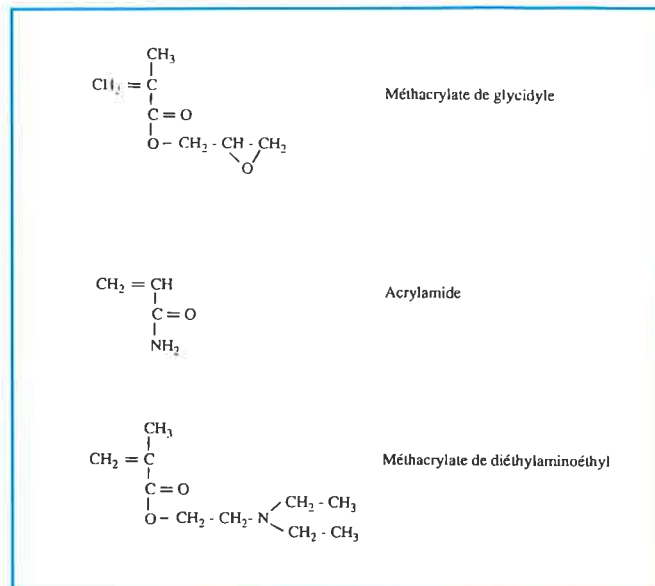
Pampouchidis et coll. [39, 45] ont préparé des liants thermodurcissables en condensant des polymères hydroxylés avec des amines tertiaires contenant des groupements  $-N=C=O$ . Une acidification ultérieure permet la solubilisation du polymère dans l'eau.

Ramasri et coll. [21] ont préparé des liants pour électrodéposition cationique en modifiant des résines époxy avec des phénols bloqués par des isocyanates. Ces liants présentent une bonne résistance aux agents chimiques et aux solvants. Ce sont aussi d'excellents adhésifs.

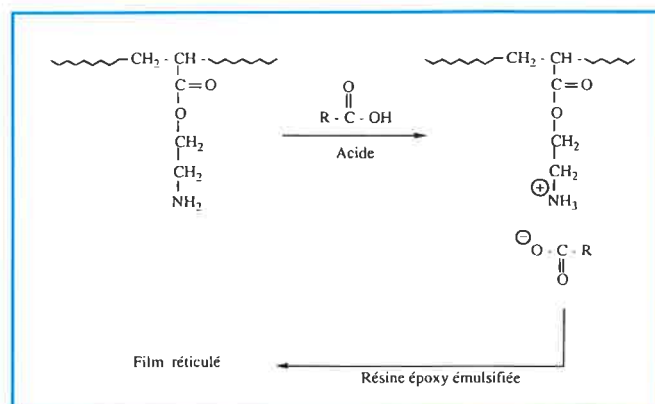
### Liants acryliques

Des polymères cationiques solubles dans l'eau peuvent aussi être obtenus en utilisant des dialkylamino acrylates et méthacrylates. D'autres méthodes mettent en œuvre la réaction du groupement époxy d'un méthacrylate ou d'un acrylate de glycidyle avec une amine primaire ou secondaire ou un dialkylamino alcool [46-48].

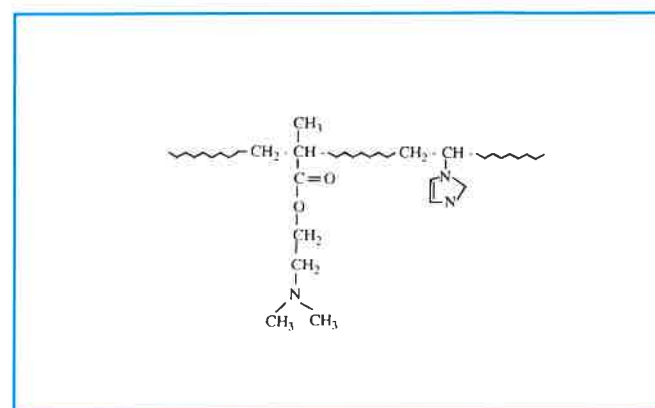
Les structures de quelques monomères fonctionnels utilisables dans le cas présent sont données ci-après :



Un système soluble dans l'eau et réticulable par la suite a été mis au point. La réaction peut être décrite comme suit :

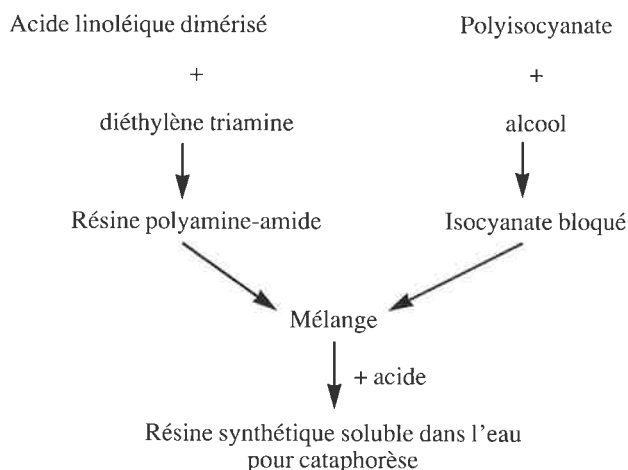


La polymérisation en solution permet aussi l'introduction de monomères basiques. On peut, ainsi, polymériser le méthacrylate de N, N'-diméthylaminoéthyle avec la N-vinylimidazole ou des aminoalkylamides de l'acide acrylique [49-58, 58a].



Un procédé décrit la formation d'un film par polymérisation à la cathode de monomères vinyliques. Pour ce faire, le bain consiste en un mélange de méthacrylonitrile avec d'autres monomères vinyliques dans un solvant organique polaire. De plus, des électrolytes sont rajoutés en vue d'augmenter la conductivité [59-65].





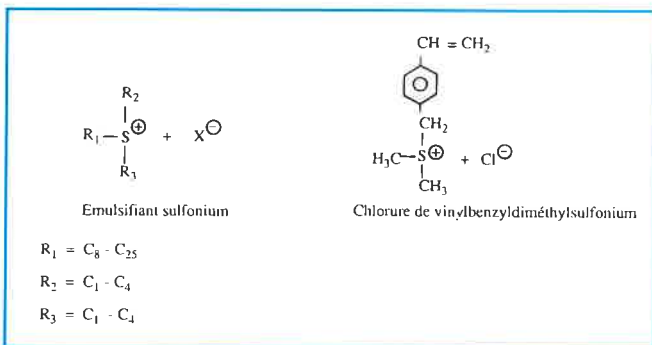
Si à présent, le courant passe dans la solution, un film de polymère se forme à la cathode. Après polymérisation, le film est réticulé à une température située au-dessus du point d'ébullition du solvant polaire.

### LES DISPERSIONS

Un groupe spécial de liants cathodiques sont les dispersions, qui sont stabilisées avec des émulsifiants cationiques, alors que le polymère dispersé lui-même ne porte pas de charges ioniques.

Dans la littérature, on mentionne des dispersions acryliques contenant des composés "sulfonium" en tant qu'émulsifiants cationiques, ou des dispersions contenant des copolymères à base de vinylsulfonium [29-31].

En vue d'augmenter la conductivité, des électrolytes auxiliaires sont nécessaires, et la dispersion est coagulée lors du dépôt de l'émulsifiant.



### LES AGENTS DE NEUTRALISATION

Les acides organiques les plus utilisés sont les acides formique, acétique, propionique, lactique, malonique, tartrique et citrique. Il est possible d'utiliser deux ou plusieurs acides simultanément. Des acides inorganiques tels les acides phosphorique, sulfurique et chlorhydrique peuvent être utilisés. Mais, pour des raisons pratiques, il est préférable d'utiliser des acides volatils de faible masse tels que les acides formique et acétique [48, 66].

### RÉTICULATION ET VULCANISATION DES DÉPÔTS OBTENUS PAR CATAPHORÈSE

Le film obtenu par cataphorèse est un produit basique ne permettant pas les réactions classiques de vulcanisation catalysées par les protons. Aussi, s'est-il avéré nécessaire de trouver de nouveaux agents de réticulation efficaces sous l'action catalytique de bases. Une méthode possible semble être l'emploi de

substances très acides qui, lors du dépôt, peuvent être transférées à la cathode avec les pigments et catalyser ainsi la réaction de réticulation de la manière usuelle. De telles substances pourraient, par exemple, être des esters d'acide sulfonique aromatique, saponifiables dans le film basique par chauffage et susceptible ainsi de libérer l'acide sulfonique.

Un autre moyen de réticulation serait d'utiliser des composés à base d'isocyanates bloqués solubles dans l'eau ou d'inclure des groupements isocyanates bloqués dans une chaîne polymère afin de produire des polymères solubles dans l'eau et autoréticulables. Les isocyanates bloqués pourront être des diuréthanes obtenus par réaction du toluène diisocyanate avec, par exemple, l'éthyl-2-hexanol. La réaction de réticulation se produira par chauffage à 180°C pendant 45 minutes.

### ÉLECTRODÉPOSITION CATIONIQUE DES POLYIMIDES

Les films de polyimides ont d'excellentes propriétés thermiques et électriques permettant leur utilisation dans l'industrie électronique [67]. Les méthodes conventionnelles de dépôt des films, par pulvérisation, sur tournette ou par laminage, peuvent être mises en œuvre pour ces polymères, mais ces méthodes s'appliquent, plus particulièrement, aux substrats plans. Aussi, le dépôt électrophorétique est-il une méthode importante sur le plan commercial pour disposer des films sur des surfaces non planes, et l'adaptation de cette méthode aux polyimides permettrait d'ouvrir de manière conséquente le champ d'application de ces derniers.

En fait, la littérature fait déjà état de quelques études sur l'électrodéposition des polyimides. Ainsi, D.C. Philips [68], W.M. Alvino [69, 70] et L.C. Scala [71] reportent le dépôt électrophorétique d'un acide polyamique précurseur du polyimide, à partir d'une dispersion non aqueuse. Cette technique a l'avantage d'utiliser le polyimide préparé à partir du dianhydride pyromellitique et du 4-aminophényl éther, dans sa forme soluble d'acide polyamique.

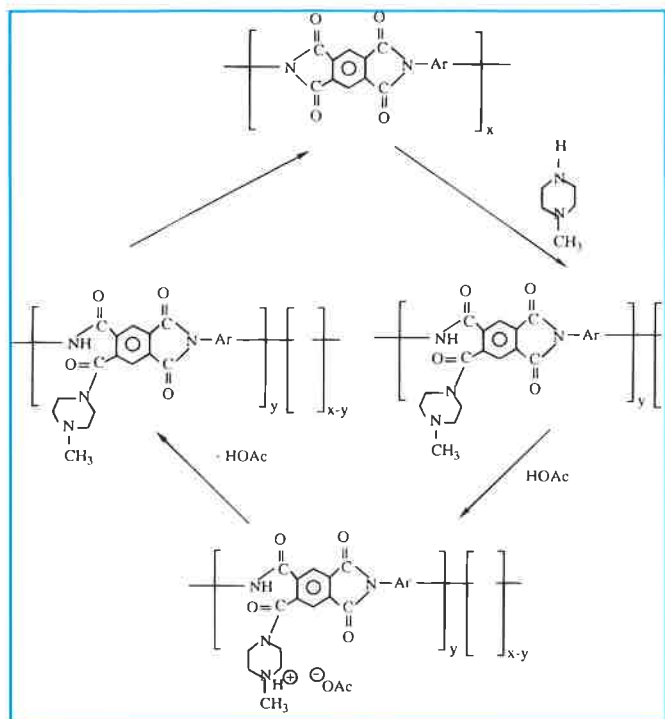
Mais ces travaux présentent toutefois quelques inconvénients. Le plus important concerne le dépôt à l'anode, et il est connu que, dans ces conditions, un peu de métal est incorporé dans le film formé [68].

Pour ces raisons, l'électrodéposition cathodique des résines époxy a été développée.

Un deuxième inconvénient lors de l'utilisation de l'acide polyamique est la formation d'un film conducteur et dont l'épaisseur ne sera pas auto-limitante.

Aussi, en vue de réaliser une électrodéposition à partir d'une émulsion aqueuse d'un polyimide, a-t-il fallu rechercher la valeur optimale des groupements chargés sur le polymère. Cet optimum se trouve dans une zone relativement étroite permettant, de ce fait, une bonne stabilité de l'émulsion ainsi qu'un bon dépôt du film (schéma ci-après).

C'est ainsi que S.L. Buchwalter [72] a réalisé la modification de plusieurs polyimides du commerce (Upjohn PI-2080, M et T Chemicals 2065, 3500, 5000, Ciba-Geigy Matrimid 5218, National Starch et Chemicals Thermid IP-630) à l'aide de N-méthylpipérazine. Ce dernier permet l'ouverture du cycle avec formation d'un groupement amine tertiaire pendant. Ce dernier peut être quaternisé par addition d'acide et permettra ainsi la préparation d'une émulsion aqueuse. Mais un certain nombre de paramètres dont la nature du cosolvant et de l'acide, les pourcentages de modification et de quaternisation, le degré de dilution, les paramètres de l'électrodéposition (tension et intensité du courant, temps) doivent être optimisés afin d'obtenir un bon dépôt cathodique.



Cette revue, sans être exhaustive, montre que, actuellement, grâce aux nombreuses possibilités de modifications chimiques des polymères, la gamme des produits polymères intéressante pour la cataphorèse, y compris les émulsions aqueuses, s'enrichit de plus en plus. Certains de ces produits (cas des polyimides, par exemple) présentent non seulement un intérêt dans la lutte anti-corrosion, mais également dans le domaine des membranes. Le dépôt cataphorétique de films fins, denses et uniformes donne des possibilités potentielles pour révolutionner les techniques connues d'élaboration de films à propriétés séparatives et ouvre un nouveau champ d'application de la cataphorèse pour les besoins de l'industrie membranaire.

## RÉFÉRENCES

- [1] P.L. Bonora, R. Calvillo, G. Trombetti et G. Bianchini, *Fatiproc Congr.*, The electrochemical processes of the electrodeposition of resins on metals 2<sup>e</sup> cataphoresis, **1978**, *14*, 171-6.
- [2] R. Ott, *Kataphoretische klarlackierung und galvanotechnik*, *Metallberflaechen*, **1983**, *37*, 140-3.
- [3] W. Rausch, Chemical treatment of automobile bodies before cataphoretic painting, *Pint Acabados Ind.*, **1984**, *26*, 29-32, 35-37, 39-44.
- [4] V.M. Polyakova, Y.K. Deinega, L.N. Aleksandrova, L.A. Sirota, A.I. Gavriyluk, Cataphoretic precipitation of phenol-formaldehyde oligomer dispersions from concentrated electrolyte solutions, *Ukr. Khim. Zh.* (Russ. Ed.), **1982**, *48*, 379-83.
- [5] De 3642 16 4 A 1 88 06 23 ; ger. Offen., 9 pp. BASF AG, **1988**, Removing acids from cathodic electrocoat bath by electrodialysis.
- [6] R. Rouillet et B. Mirabel, Utilisation industrielle de l'ultrafiltration dans le procédé de peinture par électrophorèse, *Informations Chimie*, **1988**, *296*, 117-9.
- [7] D. Sellick, Electrocoating and its application in general industry, *Mater. Australas.*, **1988**, *20*, 16-17.
- [8] V.M. Polyakova, Y.F. Deinega, Electrophoresis as a method for preparation of polymer coatings, *Khim. Tekhnol. (Kiev)*, **1988**, *6*, 3-12.
- [9] J. Delcour, Electrodeposable paint in the automobile industry, *Double liaison-Chim. Peint.*, **1988**, *35*, 55-59.
- [10] US Pat. 3894922, **1974**.
- [11] E.L. Gerchanova, Z.I. Manitcheva, M.F. Sorokin, Liants dilués dans l'eau et déposés par cataphorèse, *Lakokras Mater IRH Primen*, **1980**, n° 1, 14-15.
- [12] EP 0131721 (n° de dépôt), **1985**.
- [13] V.M. Polyakova et Y.F. Deinega, Use of an electrophoretic method for application of coatings, *Tekhnol. Organ. Proizvod*, **1988**, *4*, 37-9.
- [14] W.J. van Westrenen, Modern developments in aqueous industrial coatings, *J. Oil Col. Chem. Assoc.*, **1979**, *62*, 246-55.
- [15] US Pat. 4468307, **1984**.
- [16] BR 8306308 A 840619 ; Braz. Pedido PI ; **1984**, 24 pp., Imperial Chemical Industries (UK), Coating a conductive substrate, coating composition adequate for this use, and this coated substrate.
- [17] American cyanamid Co., DT Pat. 1 669 593, **1966**.
- [18] BASF AG, DT Pat. 1 930 949, **1969**.
- [19] BASF AG, DT Pat. 2001 232, **1970**.
- [20] Shinto Paint Co - Ltd, DT Pat. 2 325 177, **1972**.
- [21] M. Ramasari, G.S. Srinivasa et Shrisalkar, *Paint Resin*, **1985**, *55*, 14.
- [22] PPG Industries Inc., DT Pat. 2003 123, **1970**.
- [23] PPG Industries Inc., DT Pat. 2 142 449, **1970**.
- [24] PPG Industries Inc., DT Pat. 2 163 143, **1970**.
- [25] PPG Industries Inc., DT Pat. 2 339 398, **1972**.
- [26] PPG Industries Inc., DT Pat. 2 033 770, **1969**.
- [27] W. Daimer, H. Verdino et G. Pampouchidis, AT Pat. 348 637, **1979**.
- [28] PPG Industries Inc., US Pat. 4 294 741, **1981**.
- [29] Bayer AG, DT Pat. 1 570 594, **1965**.
- [30] Sinclair Research Inc., US Pat. 3 415 745, **1966**.
- [31] Sinclair Research Inc., US Pat. 3 444 151, **1965**.
- [32] I.B. Ivanenko, V.I. Podol'Skaya et Z.R. Ul'Berg, Formation of electrically conducting metal - filled polymer primers based on zinc and copper, *Lakokras Mater. Ikh. Primen.*, **1988**, *4*, 32-4.
- [33] Vianova Kunsthartz AG, OE Pat. 309 624, **1971**.
- [34] Vianova Kunsthartz AG, OE Pat. 314 695, **1972**.
- [35] Vianova Kunsthartz AG, OE Pat. 318 105, **1972**.
- [36] Vianova Kunsthartz AG, OE Pat. 696 768, **1983**.
- [37] V.M. Polyakova, Y.F. Deinega, L.N. Aleksandrova, L.A. Sirota et A.I. Gavriyluk, Cataphoretic precipitative of phenol-formaldehyde oligomer dispersions from concentrated electrolyte solutions, *Ukr. Khim. Zh.*, **1982**, *48*, 379-83.
- [38] US Pat. 3925180, **1974**.
- [39] OE Pat. 346987, **1978**.
- [40] V.M. Polyakova, T.A. Nesmeyanova, A.P. Grekov, Matériaux anticorrosifs et la technique moderne de la peinture, *M. : MDNTP*, **1983**, p. 36-40.
- [41] US Pat 3922253, **1973**.
- [42] US Pat. 4452681, **1984**.
- [43] Kokai Tokkyo Koho JP Pat. 88249652, **1988**.
- [44] Sanyo, Chemical Ind. Ltd., Jpn. Kokai Tokyo Koho JP Pat. 6009, 571, **1985**.
- [45] G. Pampouchidis, W. Daimer et H. Verdino, AT Pat. 76, 9, 270, **1976**.
- [46] Nippon Paint Co. Ltd., EP Pat. 274 389, **1987**.
- [47] M.F. Sorokin, E.L. Gershanova et T.P. Skopina, Nitrogen - containing acrylic copolymers as binders for electrodeposition on a cathode, *Lakokras. Mater. Ikh. Primen.*, **1984**, *4*, 4-6.
- [48] R.V. Isakina, L.N. Lyulina et I.A. Krylova, Technological aspects of selective of a neutralizer for cataphoretic film-forming agents, *Lakokras, Mater. Ikh. Primen.*, **1985**, *1*, 25-7.
- [49] BASF AG, DT Pat. 1 276 260, **1965**.
- [50] BASF AG, DT Pat. 1 546 846, **1965**.
- [51] BASF AG, DT Pat. 1 546 847, **1965**.
- [52] BASF AG, DT Pat. 2 002 756, **1970**.

[53] BASF AG, GB Pat. 1 139 837, 1965.  
 [54] BASF AG, GB Pat. 1 159 812, 1965.  
 [55] BASF AG, GB Pat. 1 172 727, 1966.  
 [56] BASF AG, US Pat. 3 455 806, 1965.  
 [57] BASF AG, US Pat. 3 458 420, 1965.  
 [58] BASF AG, US Pat. 3 703 596, 1971.  
 [58a] BASF AG, Fr. Pat. 1 486 212, 1967.  
 [59] PPG Industries Inc., DT Pat. 2 131 060, 1971.  
 [60] PPG Industries Inc., DT Pat. 2 252 536, 1971.  
 [61] Reichhold-Albert Chem., AG DT Pat. 2 235 002, 1972.  
 [62] Grace and Co, GB Pat. 1 134 387, 1966.  
 [63] Toyota Jidosha Kogyo K.K., G.B. Pat. 1 329 348, 1970.  
 [64] Toyota Jidosha Kogyo K.K., G.B. Pat. 1 330 212, 1970.  
 [65] Toyota Jidosha Kogyo K.K., G.B. Pat. 1 348 819, 1970.  
 [66] R.V. Isakina, G.N. Shanina, L.N. Lyulina, G.F. Kostyuchenko, G.A. Smirnov et A.I. Ivanova, Effect of the degree of acidification and type of acid on the cathodic electrode-

position of an amino - containing acrylic copolymer, *Lakrkras. Mater. Ikh. Primen.*, 1984, 4, 60-2.  
 [67] K. Sato, S. Harada, A. Saiki, T. Kimura, T. Okubo et K. Mukai, *IEEE Trans.*, Parts, hybrid and packaging, 1973, 1973, 176.  
 [68] D.C. Phillips, *J. Electrochem. Soc.*, 1972, 119, 1645.  
 [69] W.M. Alvino et L.C. Scala, *J. Appl. Polym. Sci.*, 1982, 27, 341.  
 [70] W.M. Alvino et L.C. Scala, *J. Appl. Polym. Sci.*, 1983, 28, 267.  
 [71] L.C. Scala, W.N. Alvino et T.J. Fuller, *In Polyimides : Synthesis, Characterization and Applications*, edited by K.L. Mittac, 1984, 2, 1081.  
 [72] S.L. Buchwalter, Electrophoretic deposition of polyimide : electrocoating on the cathode, *Polymeric materials science and engineering*, 1988, 59, 61-67.

## INFORMATIONS

### LES COMPLEXES DU PLATINE ET LA CHIMIOTHÉRAPIE DU CANCER.

Depuis plus de 20 ans, le cisplatine est administré aux malades du cancer. Depuis près de 10 ans, le carboplatine est au stade de l'étude chimique. Les dérivés organiques du platine sont l'objet d'un important programme de recherche justifié par leur relative efficacité, mais aussi par leurs effets secondaires et les phénomènes de résistance observés au niveau des cellules tumorales.

Un grand nombre de substances analogue au cisplatine sont étudiées dans le monde entier. Une brève revue de ces travaux a été récemment présentée par *Platinum Metals Review*, excellente publication de la société Johnson Matthey\*.

Le tableau ci-contre est extrait de cet article qui comporte une liste de 23 publications très récentes.

R.H.

[1] L.R. Kelland, S.J. Clarke, M.J. Mc Keace "Advances in Platinum Complex Cancer Chromatography, *Platinum Metals Review*, 1992, 36, (4) 178-184.

\**Platinum Metals Review*, Public Ltd Company, Hatton Garden, Londres EC1N 8EE, Grande-Bretagne.

### CRÉATION DU GROUPEMENT DE RECHERCHE SUR LES FLUIDES EN MICROGRAVITÉ

Le CNES (Centre National d'Études Spatiales) et le CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique, département des sciences pour l'ingénieur) viennent de créer un groupement de recherche sur les

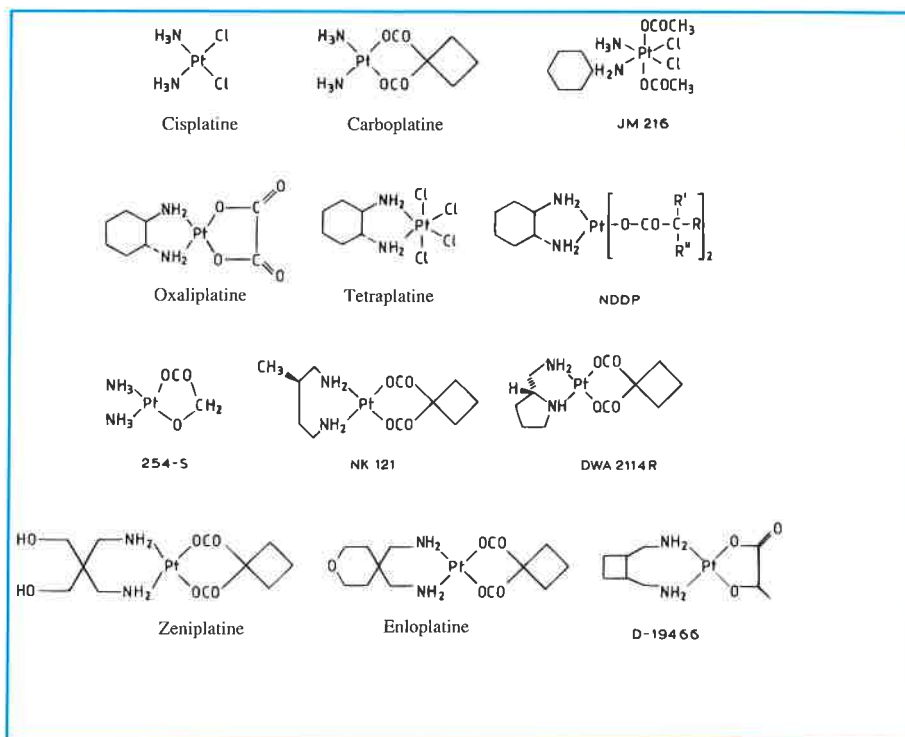


Figure 1 - Structures chimiques du cisplatine, du carboplatine et des substances analogues actuellement en phase de développement clinique [1].

fluides en microgravité. Ce groupement constitue un laboratoire "sans mur" réunissant une dizaine d'unités de recherche du CNRS qui travaillent sur le comportement des fluides dans l'espace et utilisent la microgravité pour construire des travaux rigoureusement impossibles à réaliser au sol. C'est ainsi que la combustion, les écoulements diphasiques, les phénomènes au voisinage du point critique et, d'une manière plus générale, les phéno-

mènes physico-chimiques dans la matière mal condensée ont fait l'objet d'expériences soutenues par le CNES, qui ont eu lieu, soit en fusées-sonde ou en vols paraboliques, soit au cours de vols orbitaux effectués en coopération bilatérale avec la Russie, les Etats-Unis ou l'Agence Spatiale Européenne. En permettant une meilleure compréhension des phénomènes intervenant dans les fluides, l'expérimentation en microgravité a donc une

influence certaine sur les recherches entreprises au sol. Le groupement devrait accentuer la réflexion de base et favoriser la naissance de nouvelles idées.

Sept formations de recherche du CNRS participe à ce groupement :

- l'Institut de Mécanique des Fluides de Marseille,
- l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse,
- le Centre de Recherche sur la Chimie de la Combustion à Orléans,
- le Laboratoire d'Aérothermique du CNRS à Meudon,
- le Laboratoire d'ingénierie des matériaux et de hautes pressions de Villeneuve,
- le Laboratoire de modélisation avancée des systèmes thermiques et des écoulements réels de Bordeaux,
- le Laboratoire de chimie physique de la combustion de Poitiers,

**INSTALLATION À GIF D'UN EXTRACTEUR PILOTE À FLUIDE SUPERCRITIQUE**

Le Laboratoire d'extraction et de fermentation de l'Institut de Chimie des Substances Naturelles (ICSN) du CNRS, à Gif-sur-Yvette, vient d'acquiescer une installation pilote d'extraction par fluide supercritique, installation qui a été inaugurée le 3 décembre dernier.

Pour certains gaz, il existe une température dite "critique" - égale à 347°C pour l'eau et 31°C pour le gaz carbonique - au-dessus de laquelle ils ne peuvent être liquéfiés, quelle que soit la pression. A la pression atmosphérique, un gaz porté au-dessus de sa température critique - donc dans un état dit "surcritique" - se comporte comme un gaz classique ; en revanche, à haute pression, sa densité se rapproche de celle du liquide et la capacité à dissoudre certaines substances devient considérable.

Les utilisations industrielles des fluides supercritiques paraissent très vaste : extraction, élution, atomisation de solides.

L'extraction par solvants supercritiques offre des avantages remarquables par rapport aux techniques de séparation classiques. Elle permet l'obtention d'un extrait très pur, sans solvant résiduel, et qui n'a pas subi une dégradation par élévation de température ou par oxydation. L'économie d'énergie réalisée est très importante. Enfin, cette méthode offre la possibilité de fractionnement ou de purification selon des critères nouveaux.

Cette installation pilote est destinée en priorité aux laboratoires de l'ICSN, ainsi qu'aux divers instituts du campus de Gif ou du CNRS, laboratoires universitaires, organismes de recherche comme le Commissariat à l'Énergie Atomique, l'Institut

National de la Recherche Agronomique, l'Institut Pasteur, etc. Cet appareil va élargir le champ des prestations en direction des organismes de recherche publics, mais aussi des PME et PMI dans le domaine de la cosmétologie, de la parfumerie, de la pharmacie et de l'alimentation. Le Conseil régional Ile-de-France et de l'Essonne ont subventionné largement cette acquisition.

**PRIX JEUNE CHERCHEUR**

*Appel à candidatures*

La Fondation Georges Deflandre offre, en 1993, un prix de trente mille francs destiné à récompenser les travaux d'un jeune chercheur dans les domaines des sciences exactes ou de la santé.

L'innovation apportée par ces travaux sera appréciée en tenant compte de sa contribution à l'amélioration des conditions de vie des hommes, amélioration allant dans le sens d'un développement durable au niveau planétaire.

Outre les éléments d'identification et de localisation du candidat, le dossier de proposition devra comporter un résumé des travaux soumis, ne dépassant pas une dizaine de pages, les éléments de la bibliographie et, éventuellement, tous documents ad hoc facilitant l'évaluation comparative.

Le dossier doit être adressé, avant le 15 mai 1993, à la Fondation George Deflandre c/o Fondation de France, Programmes scientifiques, 40 avenue Hoche, 75008 Paris.

**CRAFT**

*La recherche européenne à la portée des PME*

CRAFT est une initiative de la Commission des Communautés européennes fonctionnant dans le cadre du programme Brite/Euram II Technologies industrielles et Matériaux, pour faciliter la participation des PME aux activités de la recherche de la communauté.

Basée sur le principe de la recherche coopérative, l'initiative CRAFT permet à des PME de plusieurs états membres de confier à un organisme tiers (laboratoire de recherche, centre technique, entreprise) un problème technologique commun qu'elles ne peuvent résoudre par elles-mêmes. Les projets durent de 1 à 2 ans pour un coût maximal de 1 million d'écus (soit environ 7 millions de francs) dont 50 % pris en charge par la Commission des Communautés européennes.

Doté d'un budget de 57 million d'écus, CRAFT pourra financer d'ici 1994 l'équi-

valent de 150 nouveaux projets, lesquels devraient réunir près de 1 500 PME européennes.

*Françoise Girault, ANRT-Europe. Tél. : (1) 47.04.47.57.*

**LE CRÉDIT D'IMPÔT-RECHERCHE**

Le crédit d'impôt-recherche a été mis en place, il y a 10 ans (1983) pour encourager les PME à accroître leurs activités de R & D. Son coût budgétaire est passé de 400 MF en 1983 à 4 milliards de franc actuellement. Environ 8000 entreprises en bénéficient dont un quart ont un CA inférieur à 500 MF (voir encadré)

**Le crédit d'impôt-recherche**

Le crédit d'impôt-recherche est égal à 50 % de la différence entre les dépenses de recherche et de développement d'une entreprise) pour une année civile - et la moyenne des dépenses de même nature des deux années précédentes, revalorisées de l'indice moyen annuel des prix à la consommation. Son montant est limité à 40 millions de francs par entreprise et par an.

Il vient en déduction de l'impôt sur le revenu ou de l'impôt sur les sociétés dû par les entreprises. Cette imputation se fait au moment du paiement du solde de l'impôt. Si le crédit d'impôt est supérieur à l'impôt, l'excédent est restitué l'année de la déclaration aux entreprises de moins de 5 ans.

Sept types de dépenses ouvrent droit au crédit d'impôt :

- les dotations aux amortissements des immobilisations affectées à la recherche.
- les dépenses de personnel concernant les chercheurs et techniciens.
- les dépenses de fonctionnement fixées forfaitairement à 75 % des dépenses de personnel de recherche,
- les dépenses correspondant à la réalisation d'opérations de recherche et de développement confiées par l'entreprise à un organisme ou à un expert agréé par le ministère de la Recherche et de l'Espace,
- les frais de dépôt et de maintenance de brevets,
- les dotations aux amortissements des brevets acquis en vue de réaliser des opérations de recherche et de développement expérimental,
- les dépenses de normalisation afférentes aux produits de l'entreprise, définies comme suit, pour la moitié de leur montant : les salaires et charges sociales afférentes aux périodes pendant lesquelles les salariés participent aux réunions officielles de normalisation et les autres dépenses exposées à raison de ces mêmes opérations ; celles-ci étant fixées forfaitairement à 30 % de ces salaires.

Source : ministère de la Recherche et de l'Espace, 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05.

**LA RECHERCHE  
DANS LES GRANDES ÉCOLES**

Contrairement à ce qui est souvent affirmé, la recherche est une activité majeure des grandes écoles d'ingénieurs. Une enquête réalisée par la Conférence des Grandes Écoles\* en 1992 montre que le développement, depuis l'enquête analogue de 1987, est très significatif. Celui-ci est attesté par une croissance de 45 % en quatre ans du flux annuel de thèses soutenues par des étudiants formés dans les laboratoires des écoles de la Conférence.

Ainsi, le nombre de 1 950 thèses soutenues en 1991 représente 40 % de l'ensemble des thèses soutenues dans le domaine des sciences. Parmi ces nouveaux docteurs, 1150, soit 60 % d'entre eux, sont des ingénieurs diplômés.

On constate une augmentation de 35 % en francs constants des crédits attribués et des contrats passés avec l'industrie ou avec des institutions diverses. Si les crédits des organismes de tutelle sont stationnaires, les autres sources de crédits ont été diversifiées ; en particulier, la part des crédits régionaux dépasse 12 % de l'ensemble des crédits d'équipement.

Le nombre de chercheurs, de techniciens et d'administratifs rattachés aux centres s'est globalement accru de 10 %. La plus grande partie de ce personnel supplémentaire est constituée de chercheurs rémunérés par les contrats de recherche.

**Tableau 1 - Nombre d'habilitations pour la délivrance des DEA et des doctorats**

	1987	1991
Nombre d'établissements habilités à délivrer un DEA	63	68
habilitation seule	11	8
cohabilitation	52	60
habilités à délivrer un doctorat	28	28
Nombre de DEA habilités	154	224

Le tableau 5 donne les ressources financières disponibles dans les centres ; les salaires des personnels des administrations ou des organismes de recherche ne sont pas inclus ; il est difficile d'en calculer le montant avec précision contrairement aux crédits directement affectés aux différents centres. On pense cependant, suivant les normes couramment admises en 1992, l'estimer à 1 650 MF.

Les ressources disponibles augmentent de 500 MF en francs courants ; en francs constants 1987, cette somme se monte à 415 MF soit une progression globale de 34 % en 4 ans.

Cet accroissement est également réparti entre les crédits divers et les contrats de

**Tableau 2 - La population des étudiants en formation doctorale et en préparation du doctorat.**

Nombre d'étudiants	1987	1991	
DEA : inscriptions	4022	4250	+ 5,5 %
dont étrangers	1141	1260	+ 10,5 %
dont élèves ingénieurs	155	195	+ 25 %
diplômes délivrés	279	3475	+ 25 %
dont étrangers	82	1120	+ 36 %
dont élèves ingénieurs		1490	
THESES : inscriptions	5992	6800	+ 13 %
dont étrangers	2541	2720	+ 7 %
diplômes délivrés	1319	1950	+ 47 %
dont étrangers	298	680	+128 %
dont ingénieurs		1175	

**Tableau 3 - Personnel.**

Personnel de Recherche	Encadrement Scientifique			Techniciens	Administratifs	TOTAL GENERAL	RAPPEL 1987
	Responsables	Assistants	TOTAL				
Administrations de tutelle et contractuels CNRS et org. de recherche	1 655	3 740	5 395	1 185	575	7 155	
Postes écoles	500	1 250	1 745	580	250	2 575	
Divers	340	1 260	1 605	415	195	2 215	
	20	65	85	45	20	150	
<b>TOTAL</b>	<b>2 515</b>	<b>6 315</b>	<b>8 830</b>	<b>2 225</b>	<b>1 040</b>	<b>12 095</b>	
Détachés à l'extérieur	165	430	595	40	15	650	
Personnels des filiales travaillant dans centres			950				
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>2 680</b>	<b>6 745</b>	<b>9 425</b>	<b>2 265</b>	<b>1 055</b>	<b>13 550</b>	<b>12 332</b>

**Tableau 4 - Les thésards attachés aux centres**

Thésards		Français	Etrangers	Total
Boursiers	MRT	1 110		
	CNRS	225		
	CIFRE	450		
	Autres	730		
<b>Total</b>		<b>2 515</b>		
Autres Boursiers	Etat français	1 850		4 365
	Etat origine		1 110	
	<b>Total</b>		<b>2 060</b>	
Autres			975	3 035
<b>TOTAL GENERAL 1991</b>		<b>4 365</b>	<b>3 035</b>	<b>7 400</b>
Répartition		59 %	41 %	
RAPPEL 1987		4 580	1 875	6 455
Répartition		71 %	29 %	

Tableau 5 - Les moyens financiers (en MF)

Moyens financiers Hors salaires publics en MF	DOTATIONS		TOTAL
	Fonction.	Equipem.	
Autorités de tutelle	189	93	282
Organismes gouvernementaux	48	100	148
CNRS	117	34	151
Autres organismes de recherche	40	84	124
Collectivités locales		76	76
Divers	5	9	14
Total 1991 (Rappel 1988)	399	396	795 (566)
Contrats (y compris prog. européens)	622	310	932
Total 1991	1 021	706	1 727
RAPPEL 1987			1 226

recherche. Cependant il faut remarquer la stagnation des crédits provenant des autorités de tutelle. L'augmentation de l'enveloppe globale provient en grande partie de la diversification des sources ; en particulier, la part des crédits d'équipement attribuée par les régions atteint maintenant 10 % de l'ensemble de ces crédits.

Signalons également la forte progression du volume des contrats de la CEE dont le montant atteint 100 MF en 1991, soit 10 % du montant total des contrats, alors qu'en 1987 il n'était que de 35 MF soit 5 % du total de cette année-là.

\*Conférence des Grandes Écoles, 60, bd Saint-Michel, 75272 Paris Cedex 06. Tél. : (1) 40.51.91.98.

**Vient de paraître**

**La sécurité en laboratoire de chimie et de biochimie**

par André Picot, Philippe Grenouillet

préface de Sir Derek Barton

Technique et Documentation - Lavoisier (Paris)

448 p., 1992

**Une formation sur les logiciels dans *L'Actualité Chimique***

De nombreux laboratoires ont été amenés à développer des logiciels pour leurs propres besoins, en synthèse, en spectroscopie, en cinétique, etc. L'activité de mise au point de logiciels, bien qu'elle soit utile au progrès de notre discipline, ne se reflète pas - ou très rarement - dans les publications de notre Société. Cette lacune montrait la nécessité de créer un support autonome pour la circulation des informations relatives aux logiciels. En 1985 parut un répertoire "Logiciels pour la chimie" qui mentionnait 70 logiciels. La réédition de ce répertoire, en 1991, en signale 141. Entre ces deux années, les micro-ordinateurs se sont beaucoup répandus dans les laboratoires de recherche, comme dans nombreux secteurs d'activité des entreprises.

A partir du présent numéro, *L'Actualité Chimique* présentera à ses lecteurs dans chaque livraison une fiche extraite de la base de données de l'Agence Nationale du Logiciel (ANL) relative à la chimie. Chaque fiche présente un logiciel avec ses principales caractéristiques, selon un format éprouvé par l'ANL. A travers une fiche, les lecteurs découvriront une compétence dans un domaine qui s'étend bien au-delà du logiciel décrit. Nous commençons par un logiciel pour micro-ordinateur de type Macintosh, utilisé pour l'interprétation des structures fines des bords d'absorption des spectres de rayons X. Le numéro prochain, nous présenterons un logiciel de modélisation moléculaire, de chimie quantique et de représentation graphique.

Nous espérons que nos lecteurs réagiront vis-à-vis de cette nouvelle rubrique, qu'ils voudront bien en particulier nous faire part de leurs critiques (et, le cas échéant, de leurs encouragements).

**CENTRE DE RECHERCHE PHARMACEUTIQUE Région Ouest de Paris recrute pour sa Division Physicochimie Analytique**

**Technicien DUT ou BTS Mesures physiques**

expérimenté en Méthodes Spectroscopiques en particulier IR et RMN, pour analyse structurale en chimie organique.

Merci d'adresser lettre manuscrite, CV, photo et prétentions sous référence 640 à RSCG CARRIERES 19/21, Boulevard Gambetta 92137 ISSY-LES-MOULINEAUX Cedex qui transmettra.

★ RSCG CARRIERES

# Centre International pour une Écologie Scientifique

## Séminaire sur la relation linéaire

Paris - 10 mai 1993

### PROGRAMME PROVISOIRE

- 8 h 15 : *Allocution de bienvenue*. Pierre Joly (président du Centre pour une Écologie Scientifique).
  - *Allocution d'ouverture*. Prof. Bruce N. Ames (Natl. Inst. of Environmental Health Sciences Center, Berkeley, USA).
  - *Méthodologie des études de prévisions par extrapolation mathématique* (non encore déterminé).
  - *Une approche critique de l'extrapolation mathématique*. Prof. Étienne Fournier (Toxicologue, Hôpital Fernand-Widal, Paris, France).
  - *L'amendement Delaney et ses conséquences sur la réglementation américaine de l'EPA*. Prof. Fred S. Singer (Physicien, ancien Dir., US Weather Satellite Program ; Président, Science & Environmental Policy Project, USA).
  - Études de cas : Prévisions et réalités.
    - *Le cas de l'amiante*. Prof. J. Corbett MacDonald (Épidémiologiste, Unité de Recherche en Epid., Heart and Lung Inst., Londres, U.K.).
    - *Le cas de l'arsenic*. Prof. Gerhard Stöhrer (ancien chef, Dept. des risques chimiques, Inst. de Recherche Sloan-Kettering, USA).
    - *Le cas du chlore et de ses dérivés (VCM)*. Dr. Werner Freiesleben (Dir., European Council of Vinyl Manufacturers).
    - *Le cas du DDT*.
    - *Le cas de la Saccharine*. Prof. Samuel Cohen (Chaire de Pathology, Université du Nebraska) (en attente de confirmation).
    - *Le cas du tabac (fumeur passif)*. Prof. P.N. Lee (Statistics and computing - Sutton - U.K.).
  - Réunion de presse internationale.
  - 19 h 30 : diner de clôture.
- (La traduction simultanée français/anglais sera assurée).

---

### FICHE D'INSCRIPTION

Nom, prénom : .....

Fonction : .....

Société : .....

Adresse : .....

.....

Droits d'inscription : 5 337 FF ( 4 500 HT) ou 850 \$ (pour les étrangers).

Souhaite recevoir une facture  oui  non

Souhaite recevoir une fiche réservation hôtel  oui  non

Attention : nombre de places limité.

Renvoyer ce formulaire, avec le règlement, au Centre International pour une Écologie Scientifique : 10, avenue de Messine, 75008 Paris. Tél. : +33 (1) 45.62.20.03 - Télécopie : +33 (1) 42.89.00.59.

# Fiche logiciel n° 1

## Exafs pour le Mac

Auteurs et/ou diffuseurs : **LURE - LPCS**

### RESSOURCES

Exafs pour le Mac est opérationnel sur :

Apple : toute la gamme Macintosh - Système : MacOS - Configuration : minimum 1 Mo de mémoire vive. Disque dur recommandé

Logiciels associés : tableur grapheur scientifique (ex. : Kaleidagraph) recommandé, mais pas indispensable pour les impressions graphiques. SendPS (domaine public). Hypercard

Périphérique : Laserwriter recommandée pour les graphiques

### RÉALISATION

Auteur : Michalowicz A.- Organismes : LURE (CNRS, CEA, MENJS) et le LPCS

Moyens : un homme\*année

Langage utilisé : Fortran

Volume des instructions : 1 Mo réparti sur 13 modules indépendants

Date de début du projet : 1987

Date de la dernière version : janvier 1991

Organismes ayant participé au financement : CNRS, Université, Apple France (Apple University Consortium)

Etat du logiciel : produit diffusable

Pas de version de démonstration

Développements prévus : évolution des options en fonction de l'amélioration de la théorie de l'Exafs

Utilisation des écrans couleur. Amélioration de la rapidité de calcul (version coprocesseur)

### DIFFUSION

Contacteur Alain Michalowicz au LURE. Tél. : (1) 64.46.81.21

Nature de la diffusion : expérimentale, pédagogique, contacts scientifiques

Support de diffusion : disquette type 3,5 pouces (800 ko)

Format : binaire

Suivi du produit : assistance, maintenance et formation assurées. Produit sélectionné comme support de TP pour plusieurs écoles de formation à l'absorption X

Obligations de l'acquéreur : citation

Particularités techniques d'installation : installation par simple copie

Références d'installation : liste des laboratoires utilisateurs fournie à la livraison et dans la Gazette (plusieurs laboratoires de physique et chimie, CNRS, universités, CEA, Onera et des laboratoires étrangers : Italie, Brésil, Allemagne, Angleterre)

Nombre d'installations : 50 au 01/01/1991

### DOCUMENTATION

Aide en ligne, guide utilisateur, jeux de tests

Le guide utilisation est fourni sous forme de fichier Word 4 (Macintosh) en 4 disquettes. *Gazette Exafs pour le Mac* distribuée aux utilisateurs inscrits. Parution régulière (2 par an)

Références bibliographiques : A. Michalowicz, Structure fine d'absorption X en chimie : logiciels d'analyse. *Exafs pour le Mac*. Volume III. Ecole du CNRS, Garchy : Edts H. Dexpert, A. Michalowicz, M. Verdaguer, 1988

### ADRESSES

Laboratoire pour l'utilisation du rayonnement électromagnétique (LURE)

Université Paris-Sud, bâtiment 209 D, 91405 Orsay Cedex. Tél. : (1) 64.46.80.00

Laboratoire de physico-chimie structurale, université Paris Val de Marne, UFR de sciences et technologie, 94010 Créteil. Tél. : (1) 48.98.91.44, poste 2498



## Fiche logiciel n° 1 - suite

## Exafs pour le Mac

**MOTS CLÉS**

Physico-chimie structurale  
Analyse de données  
Spectre d'absorption  
Rayons X  
Transformée de Fourier

**DÉFINITION**

Chaîne de 13 programmes permettant d'extraire des informations structurales sur des composés non ou mal cristallisés par analyse de la composante Exafs des spectres d'absorption X. Existe en version française et anglaise

**DESCRIPTION**

Exafs pour le Mac est un ensemble de programmes conçus aux normes de l'interface utilisateur graphique du Macintosh (menus déroulants, dialogues et contrôles de réglages, sélection à la souris, interface standard de sélection des fichiers en lecture et en écriture...), destinés à réaliser complètement le traitement et l'analyse de la partie Exafs des spectres d'absorption des rayons X

**Description des modules***Lecture :*

Lecture des données expérimentales et conversion en spectre d'absorption (coefficient d'absorption en fonction de l'énergie des photons). Traitement des spectres à accumuler

*Exafs :*

Conversion des spectres d'absorption  $\mu(E)$  en spectres Exafs  $k$  khi(k)

*Exafstat :*

Détermination statistique du spectre moyen, de sa déviation standard et du rapport signal/bruit d'un ensemble de plusieurs spectres à accumuler

*Fourier :*

Calcul des fonctions de distribution radiales  $F(R) = TF(k$  khi(k))

Détermination préliminaire des distances atome central-atomes voisins par la méthode de transformée de Fourier avec correction de déphasage

*I*

Filtrage de Fourier des contributions Exafs

Extraction de phase et d'amplitudes expérimentales

*Simulation :*

Détermination des paramètres structuraux de la structure locale par comparaison manuelle et pas à pas entre expérience et spectre théorique (dans l'espace réciproque (k) et direct (R))

*Autour de minuit :*

Affinement automatique des simulations manuelles provenant de simulation par ajustement de moindres carrés. Ce module utilise une adaptation pour Macintosh du programme Minuit du Cern (F. James, M. Roos, Cern Computing Center Cern/DD internal report 75/20)

Calcul des incertitudes statistiques sur les paramètres affinés

*Comparaison :*

Utilitaire de comparaison de deux spectres Exafs et de calculs par Fourier différence ou rapports d'amplitudes

*Trace :*

Programme de tracé spécifique des spectres d'absorption X, d'Exafs et de transformées de Fourier. Sert aussi d'interface vers les programmes de tracé commerciaux par conversion des fichiers aux formats binaires internes spécifiques d'Exafs pour le Mac en fichiers ASCII

*ASCBIN :*

Utilitaire de conversion de fichiers Exafs ASCII en fichiers binaires aux formats internes spécifiques d'Exafs pour le mac, McKale et TEO-LEE 89 : programmes de conversion de fichiers de phases et amplitudes en fichiers utilisables pour Exafs pour le Mac

*Table périodique/RX :*

Table périodique sous Hypercard, spécialisée dans les calculs de coefficients d'absorption et de quantité d'échantillon optimale en spectroscopie d'absorption X

Catalogue ANL (Agence Nationale du Logiciel), BP 239, 54506 Vandoeuvre Cedex. Tél. : 83.91.21.58 (télécopie : 83.27.76.43).

# CSC ChemOffice

Cambridge Scientific  
Computing, Inc

CSC

## CSC ChemOffice/Plus

♦ CSC ChemOffice, est une gamme de logiciels intégrés destinés à la représentation, la modélisation et la gestion de formules et de structures chimiques.

♦ CSC ChemOffice exploite des technologies de pointe et fournit une interaction unique à ce jour entre logiciels, notamment avec Microsoft Word.

♦ CSC ChemOffice offre une interface utilisateur très intuitive et un lien direct avec d'autres outils de modélisation tels que Biosyms Insight II, Molecular Simulations CHARMM et Tripos SYBYL.

## CSC ChemDraw/Plus

dessine des structures en 2 dimensions et des réactions chimiques en conformité avec les standards de l'industrie.

## CSC Chem3D/Plus

visualise et analyse des modèles en 3 dimensions.

Les outils de calcul et de modélisation moléculaire comprennent la minimisation d'énergie et la dynamique moléculaire.

## CSC ChemFinder

permet de rechercher et de localiser un modèle à partir de paramètres tels que sous-structures, types d'éléments etc.

CSC ChemFinder gère l'information dans un format graphique et texte pour simplifier sa consultation et sa gestion en temps réel.

## Produits complémentaires, compatibilité

- ♦ Biosym Technologies Files
- ♦ Molecular Design MOLFILE
- ♦ Brookhaven Protein Data bank
- ♦ Cambridge Crystal Data bank
- ♦ Beilstein ROSDAL via Dialog
- ♦ Molecular Simulation MOLFILE
- ♦ Tripos SYBYL MOL/MOL2 File
- ♦ Chemical Abstracts via SMD Files
- ♦ MacroModel & MOPAC Format
- ♦ Daylight SMILES Format

## Configuration

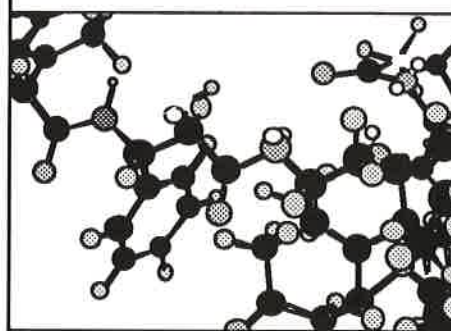
Tout Macintosh équipé du système 7  
4 Mo de RAM conseillé



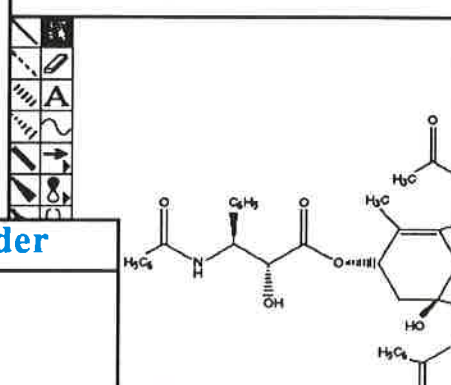
En français

Dessiner,  
Modéliser  
et  
Gérer l'information

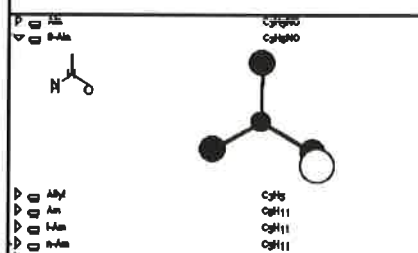
### CSC Chem3D Plus



### CSC ChemDraw Plus



### CSC ChemFinder



EDITION DE STRUCTURES ET REACTIONS CHIMIQUES  
MODELISATION ET CALCUL EN DYNAMIQUE MOLECULAIRE

La chimie intégrée dans tous ses états !

## CSC ChemOffice

Une gamme complète en version française sur Macintosh

du 15 mars au 15 mai 1993

### DECOUVREZ

CSC ChemDraw  
en français  
au prix exceptionnel de  
1 490 F HT

pour la  
**REPRISE**  
de votre logiciel de dessin  
(MacDraw, MacPaint,  
ChemIntosh, etc.)

### LA GAMME

CSC ChemOffice Plus

CSC ChemDraw Plus : 3 900 F HT  
CSC Chem3D Plus : 4 900 F HT  
CSC ChemFinder : 2 900 F HT

La gamme complète  
CSC ChemOffice Plus : 9 900 F HT

### Une disquette de démonstration pour 50 F TTC

Je désire recevoir :

- une disquette de démonstration (50 F TTC) de CSC ChemDraw Plus.....
- une disquette de démonstration (50 F TTC) de CSC Chem3D Plus.....
- une documentation complémentaire sur la gamme CSC.....
- les conditions concernant les mises à jour.....
- les conditions de licence sur site.....

Nom.....Prénom.....  
Organisation.....  
Adresse.....  
Ville.....CP.....Tél.....

Retourner ce bon avec votre règlement par chèque à  
Alsyd, 43 Chemin du vieux chêne 38240 Meylan

Votre revendeur en  
région parisienne  
**INFOPRISM**  
Tél : 64 46 05 85

Distributeur  
exclusif  
**ALSYP France**  
43 Chemin du  
vieux chêne  
38240 Meylan  
Tél : 76 41 85 05

# L'industrie chimique et les formations initiales à la protection de l'environnement

L'industrie chimique est très sensibilisée à la protection de l'environnement comme le montre, en particulier, l'engagement de progrès signé par un ensemble d'entreprises représentant la presque totalité de ses activités ; la formation adéquate de son personnel est une condition nécessaire de l'accomplissement de cet engagement.

Par ailleurs, on assiste, actuellement, à un développement de formations spécialisées, notamment supérieures, en environnement. Ce développement se réfère aux besoins supposés de l'ensemble des activités, pas seulement industrielles, dans ce domaine. Il rencontre l'attrance pour cette matière des jeunes, sensibilisés aux problèmes de la protection de la nature, .

Pour éviter les conséquences néfastes d'effets de mode qui conduiraient les jeunes dans des impasses, et pour que soient effectivement prises dans le dispositif d'enseignement et de formation des orientations qui correspondent aux besoins, il est indispensable que l'industrie chimique précise ses positions.

Il est même nécessaire qu'elle ait une certaine vue d'ensemble des problèmes, car dans les instances de concertation avec les pouvoirs publics, comme par exemple la CPC (Commission professionnelle consultative) "chimie" de l'Éducation nationale, dont le champ d'activité dépasse largement le cadre de l'industrie chimique au sens de l'UIC, celle-ci joue un rôle de leader et peut être amenée à défendre les intérêts d'autres professions qui y sont mal représentées.

L'Union des Industries Chimiques (UIC) a eu déjà l'occasion, pour répondre à des demandes émanant des pouvoirs publics, de prendre position sur cette question, après avoir consulté des entreprises de la branche et après que le problème ait été évoqué dans des groupes de travail, ainsi qu'à la Commission nationale paritaire de l'emploi des industries chimiques. Un rapport récent\* vient, par ailleurs, de préciser de façon claire des orientations dans ce domaine, valables pour l'ensemble de l'industrie, mais auxquelles l'industrie chi-

mique peut pleinement souscrire. L'objectif de la présente note, qui se limitera cependant aux formations initiales à l'environnement est de présenter la position de cette dernière de façon résumée.

On remarquera que les principes dégagés pour les formations à l'environnement sont valables pour les formations à la sécurité, ces deux questions étant très liées.

## Les principales orientations

1 - L'ensemble des personnels d'une entreprise chimique doit se sentir concerné par la protection de l'environnement, qui doit faire l'objet d'une mobilisation. Il est donc souhaitable que les jeunes recrutés dans l'entreprise aient été sensibilisés à ces problèmes d'une manière sérieuse au cours de leur formation initiale et acquièrent le minimum de connaissances pour être plus rapidement opérationnels dans leur métier et prêts à recevoir, ultérieurement, si nécessaire, des formations complémentaires. C'est particulièrement indispensable pour les techniciens et ingénieurs.

2 - Les personnes plus spécifiquement chargées des problèmes de sécurité et d'environnement dans les entreprises chimiques doivent avoir une forte expérience du métier et une bonne connaissance de l'établissement où ils exercent leurs fonctions. Dans les grandes entreprises, il existe une véritable filière sécurité-environnement, avec des personnes à plein temps (certes en nombre limité). De plus en plus, il s'agit de gens à haut potentiel, qui sont avant tout expérimentés dans certains domaines techniques ou de fabrication, et ont acquis les connaissances indispensables en matière de sécurité ou d'environnement par l'expérience et la formation continue. Dans les entreprises plus petites, ce sont des opérationnels qui s'occupent à temps partiel de ces problèmes en s'appuyant, si nécessaire, sur des sociétés de conseil.

Sauf exception, les entreprises ne confieront pas ces fonctions à des personnes recrutées sur la base d'une formation générale à la sécurité et à l'environnement.

Par contre, elles feront appel, pour les titulaires de celles-ci, aux ressources de la formation continue : formations courtes ciblées sur des problèmes précis mais inculquant un état d'esprit sécurité, et donnant une formation à l'application des réglementations existantes.

Ces considérations sont valables, non seulement pour les ingénieurs et techniciens supérieurs, mais aussi pour les opérateurs de base : c'est ainsi, par exemple, que des opérateurs intervenant dans des installations des procédés chimiques proprement dits sont tout à fait aptes, après une formation courte, à conduire des installations d'épuration des effluents, voire de traitements de déchets.

Dans des bureaux d'études, ou dans de très grands établissements de production, il peut être fait appel à des spécialistes plus pointus dans certains domaines de la dépollution, qui peuvent avoir acquis ces connaissances en formation initiale. Mais il ne s'agit là que d'effectifs très réduits. De la même manière, il peut y avoir quelques places, dans les sièges des grands groupes, pour des spécialistes du droit de l'environnement.

3 - La situation peut être un peu différente dans les industries non chimiques, tout au moins dans celles qui n'emploient pas d'ingénieurs chimistes ou techniciens supérieurs dans les processus de production. Elles peuvent être conduites à faire appel à des sociétés de conseil ou à recruter quelques ingénieurs ou techniciens ayant une solide formation technique de base et des formations complémentaires dans les domaines de l'environnement qui les concernent (par exemple le traitement des eaux ou celui des déchets).

Remarque : on n'aborde pas ici les besoins des industries de la dépollution, du "tertiaire écologique" (sociétés d'ingénierie, de conseils, cabinets juridiques, etc.), des collectivités et organismes publics, etc., qui sont souvent surestimés et, en tout cas, de niveau très variable et difficiles à connaître sans des enquêtes fines.

### Les conséquences pour le dispositif de formation

On peut, de ce qui précède, tirer les conclusions suivantes :

1 - Les écoles d'ingénieurs en chimie et génie chimique et, sous une forme adaptée, les formations technologiques de niveau inférieur dans ces spécialités, devraient donner à leurs élèves des notions minimales de base en sécurité-environnement. L'UIC a d'ailleurs fait des propositions de programme minimum de sensibilisation dans ce domaine, pour les écoles d'ingénieurs. (cf. encadré)

Bien entendu, le temps nécessaire pour présenter tel ou tel point du programme serait très variable, mais tous les points listés seraient à prendre en compte au moins pour une sensibilisation à leur existence, leur importance ou leur nécessité.

Selon les orientations des écoles, certains sujets pourraient faire l'objet d'un véritable cours, par exemple :

- la toxicologie pour la chimie fine,
- les études sous l'angle sécurité et environnement lors de la conception des unités et des études d'implantation pour le génie chimique.

2 - Il peut être intéressant que, sous forme d'une option dans une des écoles ou d'une formation complémentaire, ces écoles de chimie et de génie chimique offrent la possibilité à quelques dizaines d'ingénieurs par an (sur le millier qu'elles forment) d'acquérir en formation initiale une compétence dans un domaine ciblé de la lutte contre les pollutions : traitement des eaux usées, traitement et récupération des déchets, épuration des gaz, voire études d'impact et problèmes juridiques.

Cette compétence pourra être valorisée à moyen terme dans l'industrie chimique et, sans doute à plus court terme, dans des industries non chimiques.

3 - Les formations actuelles de 3e cycle, sous réserve d'ajustements de détail, paraissent largement suffisantes pour assurer les besoins en spécialistes pointus qui ont été évoqués plus haut et qui ne sont pas numériquement importants.

4 - Il faut être très prudent dans l'ouverture de nouvelles formations généralistes à l'environnement (prévention des risques industriels, génie de l'environnement, écologie plus ou moins appliquée, etc.) qui ne s'appuieraient pas sur de très solides connaissances dans des disciplines classiques (chimie, génie chimique, analyses physico-chimiques, etc.) susceptibles d'être valorisées en elles-mêmes. C'est bien entendu vrai pour les ingénieurs, mais aussi aux niveaux des techniciens supérieurs : attention aux formations de techniciens hygiène et sécurité et aux formations plus ou moins liées à la biologie...

5 - La question est actuellement posée du lancement d'une NFI (nouvelle formation d'ingénieurs, type "Decomps", en formation continue, pour des techniciens supérieurs ayant quelques années d'expérience professionnelle) dans le domaine de l'environnement et de la sécurité. Ceci devrait, à notre avis, faire l'objet d'une réflexion complémentaire et ne pas donner lieu à une décision rapide : d'une part, la crise actuelle devrait conduire à une très grande prudence dans l'ouverture de formations nouvelles et, d'autre part, un technicien qui accèdera au niveau ingénieur par cette voie des NFI aura beaucoup de chances d'être muté dans un

autre établissement, et n'aura peut-être pas le profil idéal pour remplir rapidement des fonctions de sécurité-environnement qui sont, comme on l'a dit plus haut, confiées à des cadres qui connaissent bien leur usine. ■

*Ce texte a été rédigé par le département scientifique et de formation de l'Union des Industries Chimiques, Cedex 99, 92909 Paris La Défense. Tél. : (1) 46.53.11.00 (télécopie : (1) 46.53.11.05).*

*\*L'environnement et l'emploi. Quelles formations pour quels besoins ? Entreprise et Progrès, septembre 1992.*

### Proposition de l'UIC de programme de sensibilisation des élèves ingénieurs en chimie et génie chimique

#### Notions générales de législation. Droit de l'environnement

- institutions nationales (ministères, SEI, Drire, ...),
- institutions européennes (DG 11) et internationales (ONU, OCDE, ...),
- hiérarchie des textes européens (règlements, directives, ...),
- hiérarchie des textes français : lois, décrets, arrêtés, circulaires, et transposition des textes européens.

#### Sécurité des installations et protection de l'environnement

##### Installations classées

législation spécifique et nomenclature (autorisation, déclaration) ; application de la directive Seveso ; études d'impact, études de dangers ; enquête publique, CDH ; arrêtés d'autorisation ; plan d'urgence (POI, PPI) ; information du public.

##### Analyse des risques technologiques (notions) et prévention

risque incendie (explosion), risque toxique et écotoxique ; risque d'emballage thermique, autres risques particuliers (rayonnement ionisant, radioactivité,...), risques liés aux matériels (appareils à pression, usures, corrosions,...), modélisation de scénarios d'accidents éventuels et conséquences, calculs de conception et extrapolation, sécurités actives et passives, matériels en atmosphère explosive, mises à la terre et liaisons équipotentielles, moyens de détection, de protection et de lutte.

##### Eau

législation et réglementation des eaux, pollution accidentelle ; gestion et protection des ressources (agences de bassin, principe pollueur-payeur) ; autosurveillance ; pollution accidentelle ; analyses (rappels sur DCO, DBO<sub>5</sub>, MES, polluants..., sujets qui doivent avoir été traités par ailleurs ; mais on peut ici donner des exemples ; aperçu sur les techniques de traitement (traiter un exemple) ; conservation des ressources.

##### Air

analyses (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COV (composés organiques volatils), ..., systèmes de taxation, odeurs.

##### Sol

notions sur l'accumulabilité, la perméabilité, la sédimentologie et la pérennité finale des substances minérales résultantes ; nappes phréatiques ; aperçu sur la décontamination et la réhabilitation des sols pollués (lavage, traitement thermique, dégradation microbiologique in situ) ; décharges et tests de lixiviation.

##### Déchets industriels

loi sur les déchets, plan d'élimination ; transport et formalités administratives (rôle de la Drire) ; technologies propres, recyclage, valorisation, élimination ; aperçu sur les technologies d'incinération et d'inertage.

##### Bruit

mesure et niveau des nuisances physiologiques, niveau sonore et niveau de puissance acoustique.

##### Sécurité des produits

notions sur la responsabilité du producteur, notions sur la réglementation spécifique par produits, classification et étiquetage, emballages et récupération, fiches de données de sécurité, réglementation de transport.

##### Sécurité des hommes

La sécurité sur le lieu de travail ; notions sur exposition/hygiène industrielle, VLE, VME, IDLH, DL 50... cancérigènes ; maladies professionnelles ; protection collective et individuelle ; techniques présentant des risques particuliers (radioactivité, ultrasons,...), médecine du travail ; CHSCT (Comité d'hygiène et de surveillance des conditions de travail), inspection du travail ; formation ; retour d'expériences, les méthodes d'analyse (arbres des causes...) ; accidents du travail, taux de fréquence et de gravité ; entreprises intervenantes ; liaisons entre fonctions opérationnelles et la sécurité ; politique générale, prévention, motivation.

Nota : la plus grande partie de ces sujets serait utilement abordée par une visite d'un établissement chimique, pour bénéficier d'exemples concrets.

nique, on peut estimer que les pays industrialisés retenus ont un potentiel de formation voisin, représenté par la fraction de la population totale ayant les qualités requises. On observe alors que la France semble bien tirer le maximum de ce vivier en ce qui concerne les formations longues, mais qu'en revanche elle pourrait pousser au-delà une fraction des étudiants s'arrêtant actuellement au terme de formations courtes de types BTS ou DUT (...).

Le CADAS rappelle un précédent rapport de l'Académie des sciences [2] qui disait : "la croissance du flux annuel des diplômés ingénieurs et techniciens supérieurs, de l'ordre de 5 % par an, paraît globalement satisfaisante. Une augmentation encore plus rapide, qui poserait de graves problèmes en amont, ne paraît pas correspondre à une appréciation réaliste des besoins d'ensemble ; seule une étude de chaque secteur d'activité devrait permettre de définir les formations à développer".

Après ses auditions sur les débouchés professionnels des ingénieurs formés, le CADAS se montre réservé sur une croissance "massive et indifférenciée des flux de formations d'ingénieurs. La demande sociale d'enseignement supérieur n'est pas du tout en cohérence avec le chiffre global des emplois prévisibles, très variable par secteur industriel et par type d'entreprises et d'ingénieurs recherchés. Une augmentation des flux limitée à 4 % par an semble raisonnable à court terme, pour tenir compte des besoins français et internationaux des cadres techniques de haut niveau".

Le CADAS suggère : "la création d'une instance prospective destinée à évaluer les besoins de la formation d'ingénieurs en France dans le cadre européen, associant industriels, syndicats professionnels et institutions académiques, serait souhaitable. Ne pourrait-elle être associée à la CTI, dont la fonction actuelle est essentiellement une fonction de validation des cursus

et qui se trouverait enrichie par la présence, à ses côtés, d'une fonction d'observatoire prospectif, plus spécifiquement ciblé et organiquement lié à elle que ne l'est l'actuel Haut Comité Education-Economie (HCEE) ? A cette fin, le CEFI pourrait voir son rôle renforcé".

R. Hamelin

[1] *La Vie des Sciences, Comptes rendus, série générale, 1992, tome 9, 3, p. 179-203.*

\* CADAS : Comité des Applications de l'Académie des Sciences. Le rapport cité ici a été réalisé par une commission mixte CADAS-Académie, animée par Dominique Peccoud, qui a consulté de nombreuses personnalités extérieures. Le rapport original est disponible au secrétariat de l'Académie des sciences, 16, rue Mazarine Paris 75006.

[2] *La vie des Sciences, 1986, 3, 245.* ■

# Apprendre aux étudiants à innover grâce à l'enseignement pratique

Jean-Charles Giuntini (professeur)\*, Jean-Victor Zanchetta (professeur)\*

La principale fonction éducative des travaux pratiques consiste à montrer aux étudiants comment se servir de leurs savoirs pour résoudre des problèmes concrets. C'est l'occasion de transposer, dans la technique, les théories qu'ils ont découvertes dans les cours.

Une méthode, souvent utilisée, propose aux élèves de se familiariser avec la manipulation de certains instruments typiques de la discipline enseignée. Les développements théoriques qui s'y rapportent, interviennent alors par le biais d'une série de consignes. Cette pratique traduit une conception "behavioriste" de l'éducation, dont on connaît les limites, en particulier au niveau de la créativité. De tels procédés établissent, de surcroît, une dichotomie artificielle entre la théorie et les observations. Ils paraissent inadaptés à l'enseignement supérieur scientifique, dans le contexte actuel.

Une autre approche suggère d'examiner, globalement, comment un étudiant peut traduire, dans le domaine pratique, les nouvelles connaissances acquises. Ce problème rejoint, alors, l'un des objectifs fondamentaux de l'enseignement des sciences expérimentales. Mais, dans ce cas, il est indispensable d'associer étroitement les enseignements théoriques et pratiques, et nous

avons donc essayé de développer une pédagogie expérimentale suscitant, chez les étudiants, "l'apparition d'attitudes qui leur permettent de passer du plan de l'empirisme à celui de l'expérimentation scientifique".

La mise au point d'un enseignement expérimental efficace nécessite donc de déterminer, en tout premier lieu, la finalité qui lui est assignée. Il est ensuite possible d'élaborer des sujets, qui permettent de voir comment les étudiants abordent les applications des théories qu'ils viennent de découvrir.

Dans les exemples présentés dans ce texte, nous avons tenté de mettre l'accent sur l'aptitude des étudiants à résoudre des problèmes pratiques, en utilisant l'ensemble des savoirs qu'ils possèdent.

## ■ L'UNIVERSITÉ

Les interventions pédagogiques se construisent toujours à partir d'une conception de l'université et de sa fonction dans la société. En se fondant sur ce principe, les théories et les doctrines pédagogiques dépendent donc, étroitement, de la mission que nous attribuons à l'université. Dans les sociétés modernes il n'y a pas

\*Université Montpellier II, Laboratoire de physico-chimie des matériaux solides (URA 407), équipe de chimie physique, 34095 Montpellier Cedex 5. Tél. : 67.14.32.44 (télécopie : 67.14.42.90).

# La France manque-t-elle vraiment d'ingénieurs ?

Le rapport du CADAS\* " Sur la formation des ingénieurs et des techniciens" vient d'être publié dans *La Vie des Sciences* [1]. Il constitue une solennelle mise au point sur une question importante dont se préoccupe, notamment, la totalité de la communauté des chimistes français (cf. *L'Actualité Chimique*, novembre-décembre 1992).

Depuis une dizaine d'années, les milieux politiques et les médias répètent à satiété que la France manque d'ingénieurs. Des comparaisons internationales totalement inadaptées sont invoquées. Les initiatives ministérielles induiront dans les prochaines années des mises sur le marché de l'emploi de milliers de nouveaux "ingé-

nieurs" au profil incertain et léger, alors que pour la première fois depuis très longtemps, les diplômés de nos écoles, même les plus renommées, connaissant les difficultés de la recherche d'un emploi.

Le CADAS a effectué une analyse très complète de la situation en France et dans les principaux pays développés prenant en considération les formations longues et les formations courtes, tout en les distinguant (tableaux I et II).

La France a un taux d'ingénieurs de formation initiale longue, comparé à sa population totale, très supérieur à tous les autres pays : 1,52 fois celui de la Grande-Bretagne, qui la suit immédiatement dans le

classement, 1,93 fois celui de l'Allemagne et 2,64 fois celui des Etats-Unis et du Japon qui apparaissent comme derniers à ce classement.

Du fait de l'absence de stages intégrés à la formation initiale et de l'importance des flux à bac + 4, pour les trois pays autres que l'Allemagne, il est plus pertinent, pour se comparer à eux, de considérer le tableau II. La France se trouve alors à un taux inférieur au Japon (0,68), semblable à celui de l'Allemagne (0,92) et légèrement supérieur à la Grande-Bretagne (1,17) et aux Etats-Unis (1,3).

Le CADAS conclut que "par rapport au vivier d'origine pour des candidats à des formations initiales à l'encadrement tech-

**Tableau I - Formation des ingénieurs. Flux de sortie, base 1989. Ratio=Flux de sortie 1989/Populations 1989**  
**A Bac+5 et Bac+6**

Pays	Populations (en milliers) (a)					Classement et ratios ‰			
	Totale	Activité totale	Activité civile occupée	Industrielle	Flux	Totale	Activité totale	Activité civile occupée	Industrielle
France	56 160	24 320	21 484	6 470	16 200 (b)	1 0,29	1 0,67	1 0,75	1 2,50
UK	57 236	28 508	26 457	7 780	11 000	2 0,19	2 0,39	3 0,42	2 1,41
Italie	57 525	24 528	20 833	6 750	9 100	3 0,16	3 0,37	2 0,44	3 1,35
Ex RFA	61 990	29 779	27 208	10 830	9 000 (c)	4 0,15	4 0,30	4 0,33	5 0,83
USA	248 777	125 557	117 342	31 330	27 000	5 0,11	5 0,22	5 0,23	4 0,86
Japon	123 116	62 700	61 280	21 020	13 800 (d)	5 0,11	5 0,22	5 0,23	6 0,66

(a) OCDE en chiffres (édition 1991). Populations 1989.

(b) Flux des diplômés habilités CTI.

(c) Flux des Chartered Engineers et assimilables (moyenne).

(d) Technischen Hochschulen+Technischen Universitäten.

**Tableau II - Formation des ingénieurs. Flux de sortie, base 1989. Ratio=Flux de sortie 1989/Populations 1989**  
**B Bac3 + à Bac+6**

Pays	Populations (en milliers) (a)					Classement et ratios ‰			
	Totale	Activité totale	Activité civile occupée	Industrielle	Flux	Totale	Activité totale	Activité civile occupée	Industrielle
Japon	123 116	62 700	61 280	21 020	87 500	1 0,71	1 1,39	1 1,43	1 4,16
France	56 160	24 320	21 484	6 470	27 000 (e)	3 0,48	2 1,11	2 1,26	1 4,17
Ex RFA	61 990	29 779	27 208	10 830	32 000 (f)	2 0,52	3 1,07	3 1,18	3 2,95
UK	57 236	28 508	26 457	7 780	23 200 (g)	4 0,41	4 0,81	4 0,88	3 2,98
USA	248 777	125 557	117 342	31 330	99 500	4 0,40	5 0,79	5 0,85	2 3,18
Italie	57 525	24 258	20 833	6 750	(h)				

(e) Chiffre inférieur à ceux d'études récentes (- 15 %)

(f) Technischen Hochschulen + Technischen Universitäten .+ Fachhochschulen.

(g) Chartered + gradués non Chartered (estimation).

(h) En cours de redéploiement.

de consensus à propos de cette mission. L'université est le lieu privilégié d'une production sociale spécifique. Elle est le fruit d'une conjoncture sociale, économique et politique, et elle constitue l'enjeu de la lutte que se livrent les forces sociales en présence. Moins on est conscient de l'existence de ces forces et plus il y a de chances qu'elles jouent, à notre insu, sur nos conceptions de l'intervention pédagogique.

L'époque contemporaine est marquée par un resserrement des liens entre l'université et le reste de la société, notamment les pouvoirs publics, d'une part, qui se définissent comme les gardiens de l'intérêt public et l'entreprise privée, d'autre part, qui se veut le moteur du développement économique.

Ainsi, en définissant la politique pédagogique qu'elle met en œuvre, l'université décide de privilégier son rôle d'éducateur et de formateur des cadres de la nation, ou de se cantonner à devenir l'un des portiers du marché du travail.

En proposant une méthode cherchant à stimuler l'aptitude des étudiants à traduire dans la pratique leurs connaissances théoriques, nous contribuons donc, aussi, à préciser le rôle de l'enseignement supérieur au sein de la société. Ce rôle ne peut être véritablement utile à chacun que si l'université sait concilier les exigences de sa position sur le marché du travail avec sa mission essentielle, qui consiste à participer au progrès intellectuel de l'ensemble de la société.

## ■ L'ÉTUDIANT

Face à la mobilité qui caractérise l'avenir des métiers scientifiques, la formation universitaire doit aussi permettre aux étudiants de s'adapter facilement aux nouvelles disciplines qu'il leur faudra maîtriser durant leur carrière. Le but de l'enseignement supérieur ne peut se restreindre à accumuler des connaissances. Il lui faut surtout provoquer, chez les élèves, l'apparition d'attitudes qui suscitent leur curiosité et les incitent à rechercher sans cesse de nouveaux savoirs.

Dans la mission que nous attribuons à l'université, l'étudiant doit être formé, d'une part, pour prendre des initiatives scientifiquement justifiables et pour communiquer, d'autre part, avec ses concitoyens dans l'espoir de remplacer leurs intuitions naïves par des vérités démontrées. Pour tenter d'entraîner les étudiants à manifester de telles attitudes, nous avons choisi d'utiliser des techniques pédagogiques qui favorisent l'éclosion des qualités suivantes :

1. L'étudiant doit devenir capable de découvrir et d'analyser lui-même des informations qui lui permettent de construire et de compléter son savoir.
2. L'étudiant devra pouvoir transmettre efficacement ses connaissances à son entourage pendant sa vie professionnelle.
3. Cela suppose qu'il apprenne, progressivement, à s'évaluer pour estimer correctement son niveau intellectuel, avant de choisir ses sources d'informations, dans le premier cas ou de se placer face à ses interlocuteurs, dans le second cas. Il ne peut y parvenir qu'en exerçant constamment son esprit critique, tout particulièrement vis-à-vis de lui-même.
4. Enfin, il doit pouvoir traduire concrètement son savoir, en manifestant sa créativité : il est donc nécessaire qu'il apprenne à surmonter des obstacles mais aussi ses propres échecs.

On peut espérer qu'un étudiant formé de cette façon, confronté aux difficultés de la vie professionnelle, se révélera inventif et adaptable aux modifications imposées par le progrès scientifique.

## ■ LA RÉALISATION PRATIQUE

Ces deux descriptions succinctes du rôle de l'université et de la formation qu'il nous semble souhaitable d'y donner, nous ont servi de référence quand il s'est agi d'inciter les étudiants à utiliser, dans le domaine pratique, leurs connaissances scientifiques.

Nous avons aussi tenté d'éviter les procédés, qui consistent à reconnaître les manifestations de l'intelligence sur la base de simples critères de ressemblance ou d'imitation.

Nous nous sommes efforcés, au contraire, de donner l'occasion aux étudiants de montrer leur créativité en leur proposant d'imaginer des comportements nouveaux, face à des situations inhabituelles pour eux. Nous avons surtout essayé de faire découvrir aux apprenants la dialectique qu'il est indispensable de développer pour réaliser une expérimentation véritablement scientifique. Son principe fondamental consiste à s'engager dans le présent de l'expérience, tout en conservant une capacité de recul suffisante pour en analyser le déroulement.

L'apprentissage de la démarche expérimentale nécessite donc une synthèse permanente entre l'action et la réflexion. Cette alliance de l'activité et de l'intelligence favorise la créativité et l'innovation. Nous avons choisi deux exemples très différents pour illustrer ce qui précède : un groupe d'étudiants dont l'expérience universitaire est très limitée (1<sup>re</sup> année) et un autre constitué de candidats ayant déjà une large expérience des problèmes posés par l'enseignement supérieur.

### Exemple des travaux pratiques de premier cycle

Dès le premier cycle, il est important d'apprendre aux étudiants à être autonomes quand il s'agit de manipuler. En effet, les travaux pratiques sont considérés par les élèves comme une succession de gestes déjà décrits et l'expérience met simplement en jeu des schémas répétitifs. Lorsque ces étudiants, formés suivant les méthodes "behavioristes" habituelles (qui se traduisent généralement par des travaux pratiques encadrés par des grilles d'évaluation), sont en stages dans des entreprises, les industriels font souvent remarquer qu'ils sont incapables de prendre des initiatives. Ils sont soupçonnés d'avoir des connaissances insuffisantes, alors que leur seul défaut consiste à ne pas savoir traduire dans la pratique les savoirs qu'ils possèdent. Dans une manipulation traditionnelle, chaque geste est prédéterminé par l'enseignant et tout écart au comportement attendu est nécessairement sanctionné. Face au travail à exécuter, la marge de manœuvre de l'étudiant est très limitée. Une telle situation ne lui demande pas de puiser dans ses ressources théoriques, d'autant que, souvent, l'avancement des connaissances théoriques n'est pas lié à la nature de la manipulation à exécuter.

Pourtant, en premier cycle, les travaux pratiques offrent actuellement la seule occasion de solliciter la créativité des élèves, sur des sujets qui nécessitent de mettre en œuvre les théories étudiées en cours.

#### Exemple n° 1

Les élèves ont, en principe, la maîtrise totale des gestes qu'ils auront à accomplir. Ils font à l'aide d'un logiciel, dans l'expérience ainsi conduite, le plan de la manipulation qu'ils souhaitent réaliser (1)

(1) LACSA, logiciel d'aide à la conception des schémas caractérisant l'apprentissage (Logiciel CJNA - Collaboration Univ. Montpellier II), P. Pingand, T. Hiroux, J.C. Giuntini et J.V. Zanchetta - 1st European Conference on Research in Chemical Education (9th JIREC), Montpellier 25-28 août 1992.



**Description du schéma de principe d'une dilution**

Matériel disponible

- 1 litre de mono-acide fort de concentration : 7 M  
 1 pipette de 25 cm<sup>3</sup>                      1 fiole jaugée de 500 cm<sup>3</sup>  
 1 pipette de 20 cm<sup>3</sup>                      1 fiole jaugée de 100 cm<sup>3</sup>  
 1 pipette de 10 cm<sup>3</sup>                      1 fiole jaugée de 50 cm<sup>3</sup>  
 6 béchers de 200 cm<sup>3</sup> (béchers n° 1, ..., n° 6)  
 1 burette graduée de 0,1 en 0,1 cm<sup>3</sup> pouvant contenir 25 cm<sup>3</sup>

Question posée :

Décrire le principe du mode opératoire pour obtenir une solution d'acide de concentration : 0,1 M.

Exemple d'analyses des résultats sur un échantillon de 35 étudiants de DEUG B 1<sup>re</sup> année :

A l'issue du contrôle des travaux réalisés sur cette base à titre d'exemple, on constate que :

- 60 % pensent qu'une fiole jaugée permet de verser, précisément, un volume connu de liquide.
- 10 % introduisent dans une fiole jaugée un volume de liquide inférieur au volume indiqué par le constructeur.
- 70 % utilisent une pipette pour remplir une burette.
- 6 % utilisent un volume inférieur à celui de la pipette utilisée.
- 12 % des principes opératoires sont totalement incohérents (voir graphe typique de la figure 1).

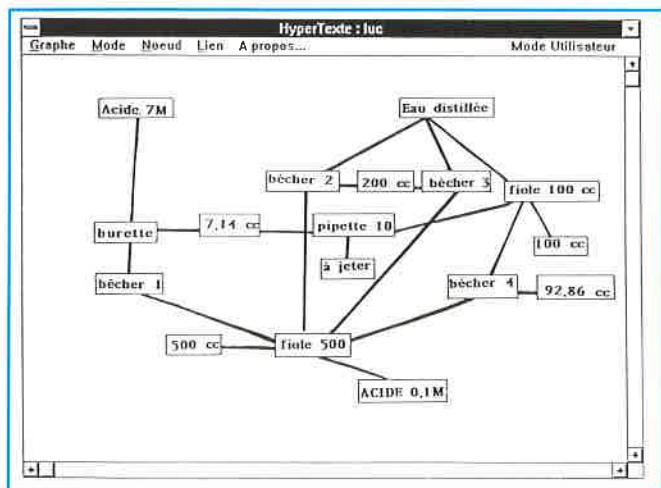


Figure 1. - Exemple représentatif d'un plan de manipulation révélant d'importantes lacunes conceptuelles exécuté à l'aide d'un logiciel informatique (1).

Il n'est pas rare de voir utiliser des volumes fractionnaires du type 92,86 ml ou 7,14 ml. Les étudiants tentent de trouver le chemin le plus court pour aboutir au résultat. Sur le plan expérimental cela conduit à choisir, outre les volumes fractionnaires, un volume à transférer de 1 cm<sup>3</sup>.

Aucun étudiant n'a proposé une évaluation de l'erreur expérimentale. Ce même groupe placé devant une manipulation classique, au protocole imposé, réussit "normalement".

Les protocoles expérimentaux proposés par les étudiants sont révélateurs de l'attitude passive observée lorsqu'ils sont confrontés à une expérience de travaux pratiques rédigée. Imaginer une expérience très simple révèle, également, leur limite conceptuelle et celle liée à l'utilisation du matériel. Les expé-

riences de travaux pratiques traditionnels, qu'ils effectuent par ailleurs, ne semblent donc pas apporter de savoir-faire véritable.

En résumé, les résultats de l'expérience confirment assez largement l'hypothèse de travail qui nous a conduits à proposer ce type d'approche.

### Exemple de travaux pratiques de 2<sup>e</sup> cycle

Il s'agit de déterminer les acquis apportés aux étudiants par des travaux pratiques de chimie physique, dans le cadre de la première année d'une école d'ingénieurs chimistes. L'effectif concerné peut s'élever à une centaine d'étudiants.

Il faut établir, tout d'abord une liste d'entreprises, dont les responsables du laboratoire ont été contactés et ont accepté de participer au contrôle des connaissances à l'université.

Cette liste est communiquée aux élèves à l'issue de la série de travaux pratiques réalisés dans le cadre de la scolarité. Ils doivent :

- 1 - Prendre contact avec le responsable du laboratoire.
- 2 - Solliciter un rendez-vous.
- 3 - Examiner sur place (c'est-à-dire dans l'entreprise) l'activité de ce laboratoire.
- 4 - Choisir les domaines dont ils pensent pouvoir faire une analyse valable.
- 5 - Rédiger un compte rendu critique des branches d'activité dont ils savent décrire le fonctionnement à l'issue du stage.
- 6 - Faire un exposé de vingt minutes devant l'ensemble de la promotion.

Concrètement, l'expérience a été réalisée sur 30 étudiants. Quinze entreprises ont été sollicitées pour les accueillir, couvrant des domaines aussi divers que le Service des eaux, le Service des fraudes, les Salins du Midi, l'agriculture, les industries pharmaceutiques, etc. Ce travail a servi de modèle d'évaluation des travaux pratiques réalisés dans l'année. Un travail représentatif aboutit à une activité au sein de l'entreprise, correspondant à 3 séances de 8 h. Elles servent à évaluer l'acquis obtenu après 30 séances annuelles traditionnelles de 4 h. Les compte rendus, rédigés en une vingtaine de pages, ont été exposés en 15 minutes face au reste de la promotion.

Dans ce cadre, à titre d'exemple positif, un binôme a examiné la méthode de détermination du taux d'azote dans le lait, telle qu'elle était réalisée dans une laiterie. Il a démontré que la procédure expérimentale utilisée conduisait à une marge d'erreur de 4,5 %. Il a proposé un nouveau protocole expérimental pour obtenir une incertitude de 1,5 %.

A contrario, citons un binôme, qui a choisi d'examiner des expériences de résonance magnétique nucléaire (appareil prestigieux de l'entreprise) dans un laboratoire pharmaceutique. Les étudiants ont cru pouvoir analyser, sans connaissance théorique suffisante, une situation précise. Leur échec a été constaté lors de l'exposé et les élèves ont été invités à en rechercher les causes.

### CONCLUSION

En partant d'une définition de la mission de l'université, nous avons pu répertorier quelques-unes des attitudes que devrait posséder chaque étudiant, à l'issue d'une formation universitaire. Après avoir décrit ce profil, nous avons pu tenter d'aborder les enseignements expérimentaux de telle façon que les étu-

dians puissent y mettre en œuvre des qualités qu'il nous semble essentiel de développer dans l'enseignement supérieur.

1 - La capacité de s'évaluer soi-même, car les sujets proposés offrent toujours plusieurs éventualités qui peuvent être classées par ordre de difficulté croissante et l'étudiant doit choisir de traiter un cas qu'il saura maîtriser. Dans le cas contraire, les compte rendus sont très mauvais car ils font référence à des techniques mal connues (utilisation de la technique de RMN sans en connaître le principe ; les élèves ont tenté de séduire en s'appuyant sur une méthode prestigieuse).

2 - La créativité et l'imagination, puisque l'étudiant doit construire sa rédaction en portant, par exemple, un jugement sur le mode opératoire utilisé dans l'entreprise. Les meilleurs élèves ont tenté d'imaginer plusieurs processus expérimentaux. Cette approche n'est pas suggérée explicitement par la rédaction du sujet.

3 - La faculté de faire une synthèse de ses connaissances, parce que le travail proposé à l'étudiant ne consiste pas à reproduire un exercice déjà réalisé. Il s'agit, au contraire, de comparer plusieurs expériences, et de faire appel à son savoir théorique pour examiner de nouvelles manipulations. C'est l'amorce d'un acte créateur qui ne peut être accompli qu'à la suite d'une synthèse.

4 - L'aptitude à réaliser une analyse critique, car, devant les multiples possibilités qui lui sont offertes, l'étudiant doit accomplir un choix. Cela nécessite de faire, au préalable, un recensement de toutes les éventualités pour n'en retenir que la meilleure.

Ce type de travail propose, en outre, de s'exercer à accomplir des démarches souvent suivies dans la vie active.

Le procédé pédagogique, proposé dans ce texte, est bâti sur des fondements éducatifs clairement énoncés. Il place, finalement, les étudiants dans une situation aussi proche que possible de celles qu'ils pourront rencontrer dans la société économique. Il présente l'avantage de mettre en évidence les processus essentiels de l'expérimentation scientifique et de faire apparaître clairement la dialectique qui en constitue le fondement.

C'est, aussi, l'occasion d'offrir aux étudiants la possibilité de manifester leur créativité et leur sens de l'innovation. Cette approche de l'enseignement expérimental leur montre donc quels sont les liens qui existent entre l'enseignement théorique et la vie professionnelle : ce sont les outils intellectuels qui leur permettent de traduire leurs connaissances théoriques en qualités d'expérimentateurs. Notre ambition consiste à leur proposer de les forger au cours des travaux pratiques.

## RÉFÉRENCES

V.G. Mialaret, Nouvelle pédagogie scientifique, PUF, Paris, 1954.

A. de la Garanderie, Pour une pédagogie de l'intelligence, édition du Centurion, Paris, 1990.

A. Dumon, Place et organisation de l'enseignement expérimental de la chimie dans le 1<sup>er</sup> cycle universitaire en France, *Pédagogiques*, 1990, 10, 1, 37-35.

D.A. Kolb and R. Fryn Towards an applied theory of experiential learning, *Theory of group processes*, Wiley and Son, New York, 1975, 33-37.

A. Baby, La relation pédagogique à l'Université, Colloque international de l'AIUP, Nice, 30 mai - 2 juin 1990.

M. Claessens, Les dessous de l'intelligence, IMAGO, Paris, 1990.

J. Fourastié, Les conditions de l'esprit scientifique, NRF, Paris, 1966.

A. Bireaud, Les méthodes pédagogiques dans l'Enseignement Supérieur, Les Éditions d'organisation, Paris, 1990.

D. Bloor, Knowledge and Social Imagery, *Science Studies*, 1975, 5, 4, 382-385.

## INFORMATIONS

### UNIVERSITÉ DES RÉSEAUX D'EXPRESSION FRANÇAISE : RESA ENVIRONNEMENT

L'Université des Réseaux d'Expression Française (UREF) a été créée, en 1987, au sein de l'Association des Universités Partiellement ou entièrement de Langue Française (AUPELF), pour répondre aux attentes des sommets francophones dont le premier a eu lieu à Paris en 1986. Elle a pour objet de mailler (de mettre en réseaux) les universités, les écoles, les instituts, les centres de recherches francophones et leur permettre de travailler ensemble. Au travers son université, l'AUFPELF est l'opérateur des sommets francophones pour l'enseignement supérieur et de la recherche.

L'UREF met en place des programmes d'échange, au travers de ces réseaux, d'information scientifique et technique

(édition de manuels, de monographies, de revues, de nouveaux supports télématiques et diffusion auprès des bibliothèques des pays du Sud) et de formation (bourses d'études et bourses post doctorales). Elle intervient également auprès de centres internationaux francophones de formation et de recherche en Afrique et en Asie.

Une des priorités affichées par le 4<sup>e</sup> sommet de Chaillot (novembre 1991) est l'environnement. L'UREF, par son mandat, se devait de répondre positivement à cette orientation, d'autant plus que nombre de problèmes concernant cette question passent par la formation des individus (prise en compte de l'environnement dans les activités professionnelles ou personnelles des individus) et la recherche.

Dès avril 1991, l'UREF mettait en place un réseau spécifique d'appui à l'enseignement

supérieur (RESA) en environnement. Ce réseau a trois objectifs :

- soutenir des formations dans des centres des pays du Sud ayant une expertise en environnement,
- apporter un appui à ces centres par des dotations en information scientifique et technique et favoriser la production d'information scientifique et technique,
- organiser des séminaires de réflexion et des colloques scientifiques en français.

Parmi les premières réalisations de ce RESA, on peut signaler :

- sa participation aux 2<sup>e</sup> rencontres internationales de l'UREF organisées les 2-4 septembre 1992 à Montréal sur le thème environnement et francophonie. Ces rencontres se sont déroulées sous forme de tables rondes :
- Droit de l'environnement,

- Environnement et développement en agriculture, changements globaux et développement durable,
- Épistémologie et formations,
- Environnement et développement... mythe ou réalité.
- Sa participation à la conférence de Rio (CNUED 1992),
- L'organisation d'un stage de formation dans le domaine du droit de l'environnement à l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE) de Dakar,
- L'appui en information scientifique et technique à l'ISE de Dakar et au département de gestion de l'environnement de l'université Senghor d'Alexandrie (université internationale de langue française au service du développement),
- L'élaboration d'un répertoire sur les centres de formation et de recherche dans les domaines de l'environnement dans le monde francophone,
- La rédaction d'un manuel "Environnement et développement" dont la parution est prévue en 1993. Un réseau thématique de recherche partagée "Droit de l'environnement" a été créé à l'occasion des rencontres internationales de Montréal. Comme tous les réseaux thématiques de recherche partagée de l'UREF, ce réseau a pour objectifs de favoriser les échanges

entre les chercheurs travaillant sur les mêmes thèmes, la production d'information scientifique et technique et d'organiser régulièrement des journées scientifiques en français.

Ces deux réseaux travaillent en relation avec d'autres réseaux de l'UREF qui, compte tenu de leurs spécificités, sont également concernés par les questions environnementales : les réseaux thématiques biotechnologies végétales, biotechnologies animales, télédétection, démographie et les RESA (génie parasécheresse et amélioration des systèmes post récolte).

*AUPELF/UREF, 4, place de la Sorbonne, 75007 Paris.*

*L'Aupelf a son siège à Montréal et des bureaux régionaux à Paris (Europe), Dakar (Afrique), Port-au-Prince (Caraïbe), Montréal (Amérique du Nord), Antananarivo (Océan Indien) et, prochainement, à Beyrouth (Monde arabe) et Hanoï (Asie du Sud-Est).*

**DU PONT LANCE L'OPÉRATION PLANÈTE TERRE**

Sensibiliser les jeunes de 10 à 14 ans au respect et à la protection de l'environnement,

c'est l'idée maîtresse de l'opération Planète Terre présentée par Du Pont de Nemours. Celle-ci comprend un kit éducatif et une exposition au Palais de la Découverte. Ce programme pédagogique a été préparé en partenariat avec le CNDP (Centre National de Documentation Pédagogique), la Fondation Européenne pour l'Environnement et le Palais de la Découverte.

Le kit éducatif propose aux enseignants des cours moyens et des collèges (disponible au printemps prochain) :

- un dossier pédagogique,
- des travaux pratiques,
- des suggestions d'enquêtes et d'expériences,
- une vidéo de 50 minutes regroupant sept thèmes.

L'exposition au Palais de la Découverte, du 8 février au 8 avril 1993, présente, sur un espace de 300 m<sup>2</sup>, les grands mécanismes qui régissent notre planète et sans lesquels la vie terrestre n'aurait pu être possible.

*Isabelle Maurin, Du Pont de Nemours, 137, rue de l'Université, 75007 Paris. Tél : (1) 45.50.60.46 (télécopie (1) 44.18.02.63).*

**INDEX DES ANNONCEURS**

BIOEXPO 93 .....	3 <sup>e</sup> de couv.
CENTRE INTERNATIONAL POUR UNE ÉCOLOGIE SCIENTIFIQUE .....	70
CNRS FORMATION .....	58
CONGRÈS MONDIAL DE L'ÉMULSION .....	26
CSC CHEMOFFICE.....	73-74
EUROCOAT 93 .....	6
GUIDE DE LA CHIMIE.....	88
ISOP 93 .....	8
RHONE-POULENC .....	2 <sup>e</sup> de couv.
SALON DU LABORATOIRE 93.....	4 <sup>e</sup> de couv.
SALON INTERCHIMIE 93 .....	4
TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR.....	83-84

## Marian Smoluchowski Fin de la traversée du désert pour un grand thermodynamicien ?

Jean Dayantis, chargé de recherche CNRS

Dans le firmament des grands savants, Marian (von) Smoluchowski (1872-1917) n'est certes pas une étoile de toute première grandeur, tels Maxwell, Einstein ou Henri Poincaré. Son œuvre, accomplie au début de ce siècle, est cependant très significative et inaugure en quelque sorte une approche nouvelle de la physique : celle de l'étude approfondie des phénomènes stochastiques. Certes, des considérations probabilistes concernant le mouvement des molécules dans les gaz ou ailleurs avaient été introduites avant Smoluchowski par Clausius, Maxwell et surtout Boltzmann ; mais il revient à Smoluchowski d'avoir exploité la filière à fond, assis la théorie sur des bases solides et éclairci en particulier le problème des fluctuations.

Il faut savoir qu'à l'époque (fin du 19<sup>e</sup> siècle), la consistance atomique et moléculaire de la matière était loin d'être admise par tout le monde : de nombreux savants contestaient la réalité des atomes. Ainsi, en France, Pierre Duhem (1861-1916), dont l'œuvre scientifique, et surtout d'historien et de philosophe des sciences, est immense, n'écrit pas une seule fois le mot "atome" dans son "Traité d'énergétique", paru en 1911. D'autres "énergétistes", tels Wilhelm Ostwald (1853-1932) et Ernst Mach (1838-1916) en Allemagne, professaient des points de vue analogues. Or l'approche stochastique des phénomènes physiques implique une constitution de la matière faite d'atomes et de molécules. En termes actuels et de manière passablement approximative, le débat entre ceux qui favorisaient l'approche stochastique et ceux qui au contraire favorisaient la mécanique du continu peut se résumer en partisans de la mécanique statistique (modèle discontinu de la matière) et ceux de la thermodynamique phénoménologique (modèle continu de la matière). L'œuvre de Smoluchowski est dans cette perspective très importante, non pas tant pour la victoire finale de l'approche stochastique sur la mécanique du continu (car, en fait, les deux approches sont complémentaires), mais pour la reconnaissance de la première comme étant une approche valable et féconde.

Dans ces conditions, il est plutôt surprenant de constater que dans les grandes encyclopédies que nous avons pu consulter et, à

une exception près, le nom de Smoluchowski en est absent. En particulier, il en est ainsi de l'illustre Encyclopaedia Britannica. D'autres grands thermodynamiciens qui sont ses contemporains, tels Duhem déjà cité et Paul Ehrenfest (1880-1933), n'ont pas eu à subir un tel sort. Or, aujourd'hui, les contributions de Ehrenfest et de Duhem\* à la physique ne paraissent pas plus considérables que celles de Smoluchowski. C'est cette constatation qui motive la présente note d'histoire des sciences, dont le but avoué est de contribuer si peu soit-il à une meilleure connaissance de ce savant.

### VIE ET ŒUVRE DE SMOLUCHOWSKI

Smoluchowski est né près de Vienne en 1872, d'une famille polonaise noble au service de l'empereur François-Joseph. De 1880 à 1885, il fréquente le Collegium Theresianum, où il fut un brillant sujet. Ce collège préparait les futurs fonctionnaires de l'empire austro-hongrois (rappelons que l'empire austro-hongrois de l'époque était constitué d'une multitude de nationalités où les Autrichiens de souche étaient minoritaires). De 1890 à 1895, il étudie à l'université de Vienne, sous la direction de Joseph Stefan (qui a donné la loi portant son nom), et Felix Exner. Il y soutient sa thèse de doctorat sur l'étude acoustique de l'élasticité des corps. De novembre 1895 à août 1897, Smoluchowski est successivement à Paris (avec Lippmann), à Glasgow (avec Lord Kelvin) et à Berlin (avec Warburg). A Berlin Warburg lui suggère d'étudier la distribution de températures dans un gaz dont la température est différente de celle des parois qui le contiennent. D'après la théorie cinétique des gaz, il devrait y avoir un saut de température entre le gaz et les parois. Smoluchowski peut apporter la preuve expérimentale de l'existence de l'effet, ce qui est en faveur de la théorie atomique de la matière. Du même coup, il peut prendre parti dans le débat qui oppose atomistes et énergétistes. De 1899 à 1913, il est professeur de physique mathématique à l'université de Lvov. Il y travaille sur des sujets variés, comprenant entre autres l'aérodynamique, l'hydrodynamique et l'élasticité. En 1900, il épouse Zofia Baraniecka, fille du pro-

Institut Charles Sadron, 6, rue Boussingault, 67083 Strasbourg Cedex. Tél. : 88.41.40.00 (télécopie : 88.41.40.99).

\* L'œuvre purement scientifique de Duhem est certes importante, en thermodynamique des mélanges, en hydrodynamique, en élasticité. Qui a eu l'occasion d'avoir en main et de parcourir même rapidement l'un quelconque de ses nombreux traités, ne peut qu'admirer les qualités bien françaises de clarté et de rigueur qui les caractérisent. Duhem, en grand admirateur de la science médiévale qu'il a puissamment contribué à ressusciter dans son œuvre d'historien, a généralement peu apprécié les progrès faits en science par ses contemporains ou prédécesseurs immédiats. Il s'est ainsi opposé à Boltzmann, à Maxwell et à Einstein. De toute façon, cela eut été contraire à ses conceptions scientifiques et philosophiques, faites souvent d'idées préconçues, remontant en partie à Platon et à l'Antiquité, que de s'accorder avec des théories qui professaient l'atomisme. Si donc on veut se limiter à l'apport purement scientifique de Duhem, il conviendrait de le traiter au même titre qu'un Ehrenfest ou un Smoluchowski. Mais il est vrai que Duhem est important, peut-être, surtout en tant qu'historien, philosophe des sciences et épistémologiste. Ses idées, une fois connues et reconnues (le "Système du monde", en dix volumes, n'a fini de paraître qu'en 1959), n'ont pas cessé depuis d'alimenter les polémiques...

fesseur de mathématiques à l'université de Cracovie. Ils auront deux enfants. C'est vers la même époque qu'il commence à s'intéresser au mouvement brownien, quelques années plus tard, alors qu'il attendait la vérification expérimentale de ses calculs, Einstein publia sa théorie du mouvement brownien (1905). Il décide alors de publier son travail, basé sur une approche différente, mettant en jeu le mouvement et les chocs quasi aléatoires des molécules (1906). Poursuivant toujours la même approche stochastique, il étudie les fluctuations (1904, 1908, 1910), explique l'opalescence critique (1907) et complète les travaux de Lord Rayleigh sur le bleu du ciel. Ses travaux sur les fluctuations l'amènent à donner une formule précise pour le "temps de récurrence" des fluctuations, selon leur importance, et de poser ainsi de manière rigoureuse les limites de validité du deuxième principe de la thermodynamique. En effet, les fluctuations importantes dans un système macroscopique sont si rares qu'elles ne s'observent jamais. Leur temps de récurrence dépasse toute possibilité d'observation à l'échelle humaine et même à l'échelle de l'âge de l'univers. Lorsque les dimensions du corps diminuent jusqu'à devenir microscopiques, les fluctuations importantes deviennent de plus en plus fréquentes et le deuxième principe de la thermodynamique est de plus en plus souvent mis à défaut. Dans un système microcanonique (= isolé), ceci signifie que le système passe relativement souvent par des états qui ne correspondraient à la norme que si l'entropie du système était différente (il ne faut pas dire, comme on lit parfois dans la littérature, que dans un tel système, l'entropie peut diminuer ; dans un système isolé à l'équilibre interne, l'entropie est nécessairement constante ; par contre, des déviations importantes de la fonction  $H$  de Boltzmann de son minimum peuvent se produire). Pour un système approchant les dimensions moléculaires et ne contenant qu'un très petit nombre de molécules, le deuxième principe de la thermodynamique n'a plus aucune signification. C'est là une formulation précise de ce qu'avait entrevu Boltzmann en qualifiant son théorème  $H$  de vérité statistique (le minimum de la fonction  $H$  est proportionnel à l'entropie changée de signe). Ce qui précède explique comment à partir d'équations du mouvement qui sont réversibles, on obtient des comportements macroscopiques qui nous paraissent parfaitement irréversibles. D'après les termes même de Smoluchowski, "un phénomène paraît réversible (irréversible) selon que le temps de récurrence est court (long) par rapport à la durée des observations". Cette approche constitue la principale approche classique du problème de l'irréversibilité. Car il y en a d'autres. Elle trouve son origine dans des arguments de Boltzmann et, outre Smoluchowski, elle a été également développée par les Ehrenfest (Paul et Tatiana) et par Chandrasekhar, qui fut, comme on le sait, un autre grand utilisateur de méthodes stochastiques\*.

En 1913 Smoluchowski devient professeur de physique expérimentale à l'université de Cracovie. Vers cette même époque, il s'intéresse à des problèmes d'agrégation des colloïdes et introduit à cette occasion les notions de barrière "absorbante" et de barrière "réfléchissante". Ces notions ont refait surface de nos jours et sont importantes en théorie des agrégats, des polymères et des colloïdes. En 1917, il est élu recteur de l'université de Cracovie, mais décède cette même année, à 45 ans, de dysenterie.

Avant tout physicien théoricien, Smoluchowski s'est à l'occasion occupé de science appliquée. Il a ainsi étudié la propagation de la chaleur à travers des poudres ou des substances formées de petites billes, permettant l'isolation thermique des murs d'habitation. Méthode promise à un grand avenir ! On lui doit aussi une théorie de la formation des montagnes, basée sur le plissement sous l'effet de contraintes d'une plaque à l'origine plane. Nous ignorons si les théories modernes de tectonique des plaques sui-

\* Sur les différentes approches du problème de l'irréversibilité en physique, on peut consulter J. Dayantis, *irréversibilité et temps de récurrence en physique*, Annales de la Fondation Louis de Broglie, 1988, 13, 449.

vent cette approche ou une approche analogue, auquel cas Smoluchowski aura été un précurseur dans ce domaine.

Smoluchowski jouait du piano, pratiquait l'alpinisme et aimait peindre. Il parlait de nombreuses langues (anglais, français, danois et, bien entendu allemand et polonais), et appréciait la vie de famille. Il semble ne s'être jamais sérieusement intéressé à la politique, mais il a vivement déploré, comme le rapporte Einstein, les souffrances occasionnées par la première guerre mondiale. Ainsi, la fin de son existence a-t-elle été teintée de pessimisme.

## ■ TRAVERSÉE DU DÉSERT

Smoluchowski était bien apprécié de ses contemporains. On a de nombreux indices de cela :

- Donnan écrivait en 1913 que les progrès principaux de la physique étaient dus à Smoluchowski, Einstein, Svedberg et Perrin. On remarquera que tous ces physiciens ont puissamment contribué à établir la théorie atomique de la matière, Einstein introduisant de surcroît les corpuscules de lumière que sont les photons.

- Dans un livre paru en 1914 dans les séries mathématiques de l'université de Göttingen, Smoluchowski côtoie Max Planck, Peter Debye, Walter Nernst, Arnold Sommerfeld et H.A. Lorentz. En somme, le gratin de la science de l'Europe centrale de l'époque, dont quatre prix Nobel.

- En 1916, à la mort de Hasenöhr, tué à la guerre, Smoluchowski est considéré par l'université de Vienne comme le meilleur candidat à sa succession au poste prestigieux de professeur de physique. Ce sont ses origines polonaises qui font semble-t-il obstacle à la confirmation de sa nomination par l'administration autrichienne, en cette période troublée de l'histoire mondiale.

- Au moment même de sa mort, il est élu membre correspondant de l'université de Göttingen, l'une des plus prestigieuses du monde germanique.

- Enfin, et ce n'est pas là le moindre indice, à sa mort Einstein et Sommerfeld écrivent des notices nécrologiques.

Ce qui précède suffit, nous l'espérons, pour montrer l'importance de l'œuvre de Smoluchowski, aussi bien dans son aspect conventionnel d'explication et d'apport de connaissances nouvelles (théorie du mouvement brownien, théorie des fluctuations, opalescence critique, bleu du ciel, physico-chimie des colloïdes) que dans son aspect d'interprétation des fondements de la science (limites de validité du deuxième principe, irréversibilité). Malgré cela et comme indiqué en introduction, son nom est absent de la plupart des grandes encyclopédies et notamment de l'Encyclopaedia Britannica. Dans l'Encyclopedia Universalis (de langue française), Smoluchowski est cité une seule fois dans le Corpus, en référence au mouvement brownien et toute notice biographique le concernant est absente du Corpus ou du Thésaurus de cet ouvrage en 20 volumes (du moins dans l'édition que nous possédons). Ehrenfest est traité de la même manière dans cette encyclopédie, mais par contre de nombreuses encyclopédies étrangères ont une entrée à son nom. Duhem, quant à lui, a droit à un article complet dans le Corpus. Ce traitement de faveur, auquel n'ont droit en principe que les très grands savants, comme ceux que nous avons cité en début de cette note, peut se discuter.

Mais revenons à Smoluchowski. Nous voudrions essayer de comprendre pourquoi ce savant de valeur est passé par une si longue période d'effacement relatif. Il appartiendra sans doute aux historiens de la science de trouver des réponses certaines à la question posée. Nous ne pouvons ici qu'avancer des hypothèses. D'abord et contrairement à Duhem, Smoluchowski n'avait pas un caractère à se faire des ennemis. La science étant une activité "sociale" comme toute autre activité humaine, on est en grande partie jugé, de son vivant, d'après les relations que l'on entretient avec son entourage scientifique et en particulier les "célé-

brités". La postérité confirme ou relativise, selon les cas, (quelquefois même infirme) les honneurs attribués à quelqu'un de son vivant. Duhem, par exemple, qui ne fut jamais nommé professeur à Paris, a terriblement souffert de son conflit, au départ de nature scientifique, avec Berthelot. Dans le cas de Smoluchowski, il n'y a pas de phénomène de ce genre. Comme nous venons de le dire, Smoluchowski n'avait pas un caractère à se faire des ennemis ; il s'agirait plutôt, dans son cas, d'une question d'origine ethnique. Nous avons vu qu'en pleine première guerre mondiale, l'administration autrichienne refuse de valider sa nomination au poste de professeur de physique à Vienne à cause de ses origines polonaises (notons cependant que, d'après Stanislas Ulam, l'université de Cracovie se serait alors dépêchée de le nommer recteur de l'Académie afin de le retenir).

Par ailleurs, Smoluchowski étant mort en 1917 et l'atomisme étant désormais universellement admis, l'élite des jeunes physiciens s'oriente désormais vers d'autres préoccupations que la mécanique statistique (mécanique quantique et ondulatoire, constitution du noyau, particules élémentaires, etc.). De plus, l'avènement du national-socialisme, en Allemagne, ne pouvait guère être favorable à un auteur qui avait écrit une partie de son œuvre en polonais, langue barbare et incompréhensible, pratiquée par une race "inférieure". Quant au monde anglo-saxon, si puissant dans tous les domaines et en particulier en sciences, il a peut-être eu tendance, consciemment ou inconsciemment, à négliger un scientifique dont l'œuvre n'était pas suffisamment connue. Ainsi, s'agissant du mouvement brownien, on cite plus volontiers Einstein que Smoluchowski.

Enfin, le fait que Smoluchowski ait accompli son œuvre et l'écart des grands centres scientifiques de l'époque ne peut pas non plus être étranger à cette situation. En somme, pour employer une image, Smoluchowski aurait manqué de parrains. Copernic est bien loin et Madame Curie a réalisé son œuvre dans un pays

"civilisé", la France et non pas en Pologne ! Encore que, dans la mesure où elle pourrait être exacte, il conviendrait de relativiser cette constatation. En effet, les meilleurs esprits travaillant sur les processus stochastiques n'ont jamais cessé de faire référence à Smoluchowski et tout particulièrement Chandrasekhar, autre grand champion, comme nous l'avons dit, des méthodes stochastiques. Reste qu'il ne serait que justice que cet auteur tout à fait important trouve enfin sa place dans les grandes encyclopédies qui sont le vecteur privilégié de la diffusion des connaissances, afin d'être mieux connu des scientifiques en particulier et du grand public cultivé en général.

## RÉFÉRENCES

- [1] A. Teske, Marian Smoluchowski, Vie et œuvre, Varsovie, 1955 (en polonais).
- [2] Notices biographiques sur M. Smoluchowski, P. Ehrenfest et P. Duhem dans le Dictionary of Scientific Biography, c.c. Gillispie Ed., Scribner's Sons New York.
- [3] A. Einstein, Marian von Smoluchowski, *Naturwissenschaften*, 1917, 5, 737-38.
- [4] A. Sommerfeld, Zum Andenken an Marian von Smoluchowski, *Physikalische Zeitschrift*, 1917, 18, 353-39.
- [5] S. Ulam, Marian Smoluchowski and the Theory of Probabilities in Physics, *American Journal of Physics*, 1957, 25, 475-81.
- [6] S. Chandrasekhar, Stochastic processes in physics and astronomy, *Reviews of Modern Physics*, 1943, 15, 1-89.

Nous remercions M. le professeur Przemyslaw Kubisa, de l'Académie polonaise des Sciences à Lvov, de nous avoir résumé l'essentiel du livre de Teske sur Smoluchowski. Il en existerait une édition allemande que nous n'avons pas pu nous procurer.

### Bernadette Bensaude-Vincent et Isabelle Stengers Histoire de la chimie - Editions La Découverte (Paris), 1993.

Quoique d'allure traditionnelle, cet ouvrage présente une approche originale de l'histoire de la chimie. En effet, on a longtemps considéré comme une évidence qu'il y a une histoire de la chimie, une histoire de la physique..., une histoire pour chaque science. Ainsi les histoires traditionnelles semblent-elles présupposer qu'il existe, de toute éternité, quelque part dans la nature, un territoire chimique aux frontières bien définies, qui aurait d'abord été occupé par des alchimistes aux pratiques occultes, ainsi que par une foule d'obscur artisans aux recettes empiriques, avant d'être enfin délivré des ténèbres par la grâce de quelque savant éclairé. Sur la date de l'événement qui fit rupture, les opinions varient suivant les pays - tantôt Robert Boyle, tantôt Ernest Georg Stahl, tantôt Lavoisier - mais partout on s'accorde à désigner un moment fondateur et on s'acharne à identifier le "Galilée" ou le "Newton" de la chimie. D'où la découpe classique du passé de la chimie en deux périodes bien tranchées, que l'on trouve, par exemple, dans le célèbre histoire de Ferdinand Hofer : un âge préscientifique décrit par de récits pleins d'exotisme et de fantaisie, puis un âge scientifique "sérieux", décrit en termes triomphalistes avec une avalanche de lois et de découvertes expérimentales, dont l'accumulation semble engendrer tout naturellement une foule d'applications industrielles ou agricoles pour le grand profit de l'humanité.

Ce genre d'épopée, hérité d'un siècle où la chimie était une science de pointe triomphante, le

symbole même du progrès, paraît bien vieillir aujourd'hui. Non seulement l'image sociale des chimistes est moins prestigieuse qu'au 19e siècle, mais encore les études menées par les historiens professionnels des sciences ont conduit à réviser les clichés qui alimentaient la vision positiviste des progrès de la chimie.

Comment écrire alors une histoire de la chimie ? Faut-il renoncer à "raconter une histoire" et se contenter d'énumérer, en un long catalogue, des doctrines, des faits et découvertes, depuis des pratiques lointaines de l'alchimie jusqu'à la chimie contemporaine qui invente des molécules, déchiffre les protéines et produit des matériaux "à la carte" ?

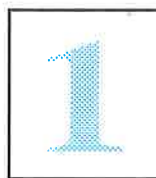
Cet ouvrage tente l'aventure d'une mise en récit. Au lieu de présupposer que la chimie a une histoire, il admet qu'elle est une histoire, toujours en marche, jalonnée de spectaculaires conquêtes et de dures batailles pour la dignité et la reconnaissance. Il ne s'agit donc pas de dégager le passé enfoui d'une science prédéfinie, dont l'identité ne ferait pas problème, ni de décrire la marche triomphale d'une science sûre d'elle-même. Alliant l'érudition acquise par des années de recherche à une passion partagée pour la chimie, les auteurs présentent la chimie comme une science en quête d'identité, hantée par la question de sa nature et de son rang dans la classification des sciences.

Au fil des chapitres, on découvre des profils hautement contrastés de la chimie. D'abord, le savoir polymorphe de l'alchimie, répandu dans

le monde, traversant plusieurs civilisations. Puis une science conquérante, occupant un territoire vaillamment défendu, une "niche" dans la philosophie naturelle du 18e siècle. Ensuite, au 19e siècle, la chimie arbore le profil haut d'une science modèle : modèle de positivité, elle illustre la prudence expérimentale et la fécondité de la recherche des lois ; modèle d'utilité, elle devient la base de secteurs agricoles et industriels si prospères que ce sont les chimistes qui ont consacré la distinction classique entre science pure et science appliquée. Enfin, au 20e siècle, bien qu'elle continue d'inonder la société de produits nouveaux, la chimie présente néanmoins un territoire démembré, entièrement remodelé au contact des sciences voisines : asservie à la physique par ses fondements théoriques ; au service de la biologie depuis le développement de la biologie moléculaire et subordonnée aux impératifs de la production industrielle. Tout en décrivant la chimie moderne comme une science de service, les auteurs, considérant quelques orientations récentes de la recherche comme de l'industrie et les mettant en perspective historique dans la longue durée, tentent de restaurer une identité propre à la chimie. Ainsi l'ouvrage est-il destiné, non seulement aux historiens des sciences et aux chimistes qui veulent comprendre l'émergence de la discipline, mais aussi à tous ceux qui, aveuglés par quelques stéréotypes récents, dénigrent la chimie sans bien saisir l'originalité de cette science façonnée par des siècles d'aventure avec la matière.

# Au Sommaire de l'édition 1992-93 du **Guide de la Chimie**

documentation  
générale



chapitre mis à jour au 1<sup>er</sup> juillet 1992, comportant les renseignements administratifs sur la Direction des Industries Chimiques, la Fédération Française de Chimie, l'Union des Industries Chimiques et tous les organismes professionnels nationaux et régionaux.

produits  
chimiques purs



nomenclature générale alphabétique.

- 10 000 formules développées ● synonymes
- dénominations anglaises, allemandes
- caractéristiques physiques et chimiques
- utilisations
- fabricants et agents de vente

classes  
de produits  
commerciaux



- fabricants
- agents de vente
- transformateurs
- exportateurs
- importateurs

fournisseurs,  
équipements  
matériels, loueurs de  
matériel spécialisé



- fabricants
- agents de vente
- importateurs
- spécialistes
- matériel spécialisé, stockage, transports de produits spéciaux et matières dangereuses, liquides et gaz

répertoire  
général  
alphabétique



- raison sociale
- adresse ● téléphone ● télex ● télécopie
- renseignements utiles sur chaque fabricant, agent de vente, importateur, grossiste, négociant, cités dans les parties 2, 3 et 4
- sociétés étrangères : Allemagne, Belgique, Espagne, Grande Bretagne, Italie, Suisse.

plus de 1 100 pages sous une luxueuse couverture  
toilée, imprimée aux fers à dorer (21 X 29,7)

tout au long de l'année, nos services fabrication notent les modifications  
éventuelles intervenues dans vos coordonnées ou vos activités.

Merci de nous en informer

---

## GUIDE de la CHIMIE

BON DE COMMANDE A RETOURNER A  
PURCHASE ORDER TO BE RETURNED

Nous vous prions de noter une commande de \_\_\_\_\_ exemplaires  
Will you please take note of an order for: \_\_\_\_\_ copies

au prix de F  
at the price of F

**795**

l'unité  
each **FRANCO**

Nous vous réglons :  
You will be paid by means of :

- Par chèque bancaire ci-joint  
Enclosed cheque, drawn on a bank

**CHIMEDIT**

2 bis, square Vermeuzou, 75005 PARIS  
Tél. (1) 45 35 35 19

ADRESSE POSTALE

B.P. 354 - 75232 PARIS CEDEX 05

Date :

NOM ou RAISON SOCIALE \_\_\_\_\_

FAMILY NAME or TRADE NAME \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_

ADRESS \_\_\_\_\_

Cachet et signature

Firm's stamp and signature

**THE TOTAL SYNTHESIS OF NATURAL PRODUCTS***John ApSimon*

- Volume 8, 704 pages

- Volume 9, 534 pages

*John Wiley & Sons, Inc. (New York), 1992*

Dans la série éditée par J. ApSimon, "The Total Synthesis of Natural Products" le volume 8 est consacré pour une grande part à la synthèse totale de terpènes tri- et tétracycliques.

Ce premier chapitre constitue un travail remarquable de compilation de toutes les synthèses totales ou partielles effectuées dans le domaine. Il représente un outil indispensable aux chimistes organiciens d'autant qu'il s'accompagne d'une bibliographie très importante.

Les deux chapitres suivants de cet ouvrage traitent, l'un de la synthèse des polysaccharides et, l'autre, de dérivés quinoniques. Une mise au point sur ces deux thèmes était souhaitée et attendue depuis quelques années et ils est heureux qu'elle survienne dans ce numéro 8 du ApSimon et qu'elle ait été exécutée avec autant de soins et de rigueur.

Le dernier chapitre a été réservé à la synthèse de systèmes spirocétaliques et des substances naturelles de plus en plus nombreuses à posséder de telles structures.

Le volume 9 a été entièrement réservé à des synthèses totales de phéromones d'insectes réalisées de 1979 à 1989. Ce vaste domaine a connu durant ces dix dernières années un développement formidable et les nombreuses synthèses ou approches sont décrites ici avec un maximum de précision et de détails. Il faut aussi noter que plus de 1200 références bibliographiques sont citées.

Ces deux ouvrages, très bien structurés et d'une lecture facile, doivent être considérés comme des outils de base indispensables pour les chimistes qu'ils soient chercheurs, enseignants ou étudiants.

Ange Pancrazi

**METALS IONS IN BIOLOGICAL SYSTEMS**

Vol. 28 : **Degradation of Environmental Pollutants by Microorganisms and their Metalloenzymes**

*Helmut Sigel, Astid Sigel**Marcel Dekker, 1992*

Écrit par des spécialistes, ce livre témoigne de l'intérêt croissant que suscitent les pro-

blèmes de dépollution des produits de l'environnement en raison de la production de substances chimiques particulièrement stables et donc récalcitrantes aux dégradations.

Dans le chapitre introductif sont décrites les stratégies générales de biodégradation des xénobiotiques et, plus particulièrement, les conditions permettant de sélectionner des microorganismes capables de dégradation spécifique. La question finale posée étant le rôle que pourraient ces microorganismes dans l'environnement.

Quatre chapitres traitent de la dégradation de polymères naturels, lignine-tanins, cellulose et hémicellulose. Alors que les tanins de bas poids moléculaire, la cellulose et l'hémicellulose, sont dégradés par des processus hydrolytiques ne faisant pas intervenir de cofacteurs métalliques, les tanins polycondensés et la lignine le sont par des processus oxydatifs catalysés par des enzymes à fer ou à cuivre, telles que les peroxydases ou les phénolhydroxylases. Deux chapitres décrivent les caractéristiques chimiques et physicochimiques de ces systèmes enzymatiques.

Le cas des hydrocarbures halogénés et non halogénés est traité très en détail dans cinq chapitres. Les différents microorganismes capables de dégrader les hydrocarbures aromatiques halogénés, ainsi que les différentes voies de métabolisation de ces composés sont passées en revue. La métabolisation des hydrocarbures aromatiques non halogénés se fait par voie aérobie et converge toujours vers la formation de catéchols. Seules sont réellement décrites, car bien connues, les catéchols dioxygénases qui réalisent l'ouverture de ces catéchols.

Pour les hydrocarbures halogénés aliphatiques, le type de dégradation dépend du degré d'halogénéation des ces composés. Ainsi, les plus faiblement halogénés sont dégradés par voie aérobie par des microorganismes spécifiques les utilisant directement pour leur croissance, ou cométabolisés par des enzymes spécifiques du type monooxygénases capables d'utiliser une large variété de substrats. Les substrats plus fortement halogénés sont, quant à eux, métabolisés par des processus réductifs où le rôle des cofacteurs métalliques à Fe, Ni, Cu ou Co est bien décrit.

Enfin, les deux derniers chapitres sont consacrés, d'une part, aux metalloprotéases catalysant la coupure des liaisons peptidiques et, d'autre part, aux différents processus de conversion des composés inorganiques soufrés ou azotés.

Ce livre, très bien documenté, est à conseiller aux scientifiques et aux étudiants s'intéressant, soit aux problèmes de l'environnement, soit aux questions plus fondamentales de la bioinorganique, tant le rôle

des métaux dans ces processus est important et encore mal connu.

Isabelle Artaud

**MATÉRIAUX COMPOSITES***J.M. Berthelot**Masson, 1992*

Cet ouvrage d'une excellente présentation a été écrit en vue de présenter et de traiter les matériaux composites comme des matériaux traditionnels d'apporter à l'ingénieur les éléments lui permettant de dimensionner des stratifiés ou des sandwichs avec l'aide de la CAO (Conception Assistée par Ordinateur) tout en facilitant l'accès aux outils de calcul des milieux déformables, enfin, présenter les résultats du calcul et de la modélisation vis-à-vis du comportement réel des matériaux et structures.

L'ouvrage est présenté en cinq parties :

Les "matériaux composites" constituent la première partie. Après une description des matériaux composites les constituants, matrice et fibres sont étudiés ainsi que la mise en oeuvre et l'architecture de ces matériaux.

La deuxième partie porte sur les "éléments, sur le mécanique des matériaux" développant les outils classiques du calcul contraintes, déformations, schéma élastique et enfin formulations du problème de la mécanique des solides déformables.

Le "comportement mécanique des matériaux composites" est étudié dans la troisième partie : le comportement du matériau unidirectionnel en comparant les résultats de l'application des lois du comportement avec l'expérience. Les composites dans les tissus et les stratifiés sont également étudiés, ce chapitre aborde également les mécanismes et les critères de rupture.

Dans la quatrième partie intitulée "modélisation du comportement mécanique des stratifiés et des sandwichs", l'auteur développe les aspects fondamentaux de la théorie des plaques composites stratifiés et sandwichs.

Enfin, la cinquième partie "analyse du comportement mécanique des structures en matériaux composites" traite de la flexion, du flambement et des vibrations de ces structures ; cette dernière partie se termine par un chapitre consacré au prodimensionnement des structures.

Cet ouvrage sera utile à l'étudiant en sciences des matériaux, aux chercheurs et aux spécialistes apportant à chacun des descriptions détaillées que l'on ne trouve pas rassemblées ailleurs. Un index des sujets traités permet une consultation facile.



Le bibliographie est cependant restreinte (33 références), il faudra la renforcer lors d'une seconde édition en lui adjoignant une liste d'ouvrages généraux recommandés.

Quelques erreurs ou omissions à corriger (par exemple, pour les fibres de carbone, après carbonisation les fibres ex-PAN contiennent encore de l'azote, parfois jusqu'à 5-7 % en poids, il faut citer l'ensimage si important dans la pratique, le traitement de surface par oxydation est généralement électrochimique).

Dans l'ensemble, cet ouvrage vient à son heure et nous pensons pouvoir le recommander.

J.B. Donnet

### GLOBAL CLIMATE CHANGE. A PETROLEUM INDUSTRY PERSPECTIVE

IPIECA Londres 1992

L'International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA) a été constituée en 1974 par un groupe d'entreprises et organismes (dont Elf et l'IFP) pour l'étude des problèmes environnementaux planétaires concernant l'industrie pétrolière et leurs incidences éventuelles sur la santé. C'est l'un des correspondants privilégiés du PNUE (Programme des Nations Unies sur l'Environnement). Son président actuel est Bernard Tramier (Elf).

Dans la perspective de la conférence de Rio, l'IPIECA a organisé à Rome, en avril 1992, un symposium sur l'effet de serre dont les principales conférences viennent d'être éditées sous la forme d'un ouvrage clair et bien documenté constituant une solide base de référence pour un domaine souffrant d'un surabondance de littérature trop souvent superficielle.

Les textes abordent, principalement, les interactions entre les politiques énergétiques et l'environnement dans diverses optiques : scientifiques, socio-économiques, géopolitiques (pays de l'OCDE, PVD), prospectives. L'enjeu est de taille : Comment assurer le développement de l'activité humaine (dans les PVD notamment) tout en sauvegardant l'environnement ?

Il est intéressant de noter l'effort des grands entreprises pétrolières pour traduire les préoccupations planétaires en termes stratégiques à long terme et de planification à moyen terme "dans un monde changeant à la recherche de nouvelles valeurs et aspirant à une qualité de vie encore meilleure". Mais la conclusion la plus frappante au terme de tous les textes présentés est qu'"il est nécessaire de continuer à étudier les problèmes en profondeur".

R. H.

### DÉVELOPPEMENT ET ENVIRONNEMENT : SAUVER LA MÉDITERRANÉE

Michel Grenon

Collection *Problèmes politiques et sociaux*  
N°674/ *Le documentation française Paris.*  
Février 1992

Michel Grenon, actuellement directeur général de l'observatoire méditerranéen de l'énergie (OME, Sophia Antipolis) est l'un des meilleurs spécialistes français des questions énergétiques et, surtout, de la pratique de l'analyse des systèmes géopolitiques. Il connaît bien les problèmes posés par la mer Méditerranée puisqu'il a été le directeur scientifique du "Plan bleu" composante prospective et socio-économique du PAM (Plan d'Action pour la Méditerranée). Rappelons que le PAM fut l'une des premières activités (1975) du PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement), lui-même créé au lendemain de la première Conférence des Nations Unies sur l'Environnement (Stockholm 1972).

Selon le principe de l'excellente collection "Problèmes politiques et sociaux" de la Documentation Française, il s'agit d'un ouvrage collectif, ou plus exactement d'un dossier, constitué par Michel Grenon grâce à une sélection d'extraits d'ouvrages récents (le plus ancien date de 1988).

Le dossier commence par une présentation succincte des spécificités physiques et humaines de cette région du globe, berceau de la civilisation occidentale, devenue si "fragile" par la diversité de sa population, l'acuité des antagonismes qui en résultent, les grandes inégalités de développement et des démographies contrastées. Le décor ainsi planté, les grands facteurs socio-économiques sont abordés : le développement industriel, les ressources et besoins énergétiques, l'agriculture et le tourisme (premier rang mondial !) avec leurs incidences prévisibles : riches de pollution, dégradation des sols, particulièrement de la zone côtière, pénurie en eau, etc.

Michel Grenon commence le dossier en rappelant qu' "il y a quelque vingt ans des cris d'alarme annoncèrent la "mort prochaine" de la mer Méditerranée, menacée d'empoisonnement par ses propres rivières". Les études ont rapidement montré que si les préoccupations liées aux diverses pollutions étaient légitimes, il existait d'autres menaces liées à une cause unique : la prolifération des hommes : disparition des sols nourriciers et des forêts, insuffisance qualitative des sources d'eau et dégradation de sa qualité, exploitation excessive du littoral avec des conséquences irréversibles sur la vie marine, etc.

On le voit, l'avenir de la Méditerranée ne relève pas uniquement de question environnementale. On ne peut l'étudier que

dans le cadre de ce que Michel Grenon appelle le "bouclage" développement-environnement-développement.

Alors que l'attention est quelque peu mobilisée - on l'a vu à Rio - par les problèmes planétaires (effet de serre, couche d'ozone), il y a près de nous, chez nous car la France est partie prenante, des questions d'une difficulté et d'une gravité au moins aussi grandes, qui ne jouissent pas du même relais médiatique. Pourtant les échéances sont bien plus rapprochées.

Après la première phase du dossier, que nous avons reproduit, il est intéressant d'en citer la conclusion (extraite de celle du Plan Bleu, dont les scénarios avaient pour horizons 2000 et 2025, c'est-à-dire demain !). "Les scénarios "tendanciel" (poursuite de l'évolution en cours, avec diverses hypothèses sur le taux de croissance économique) se sont révélés "instables", soit par la dégradation croissante des conditions socio-économiques d'un certain nombre de pays - aggravant l'instabilité géopolitique du bassin méditerranéen -, soit par la dégradation accélérée des milieux et des ressources, débouchant sur des catastrophes "naturelles", en fait largement aggravées par l'action anthropique : inondations, glissements de terrains, perte irréversible des sols et désertification, etc. (...). Plus que dans les taux de croissance, les clés des scénarios (semblant pouvoir concilier la croissance économique et la sauvegarde de l'environnement) résident en une plus forte coopération méditerranéenne et en une gestion intégrée des milieux dans les processus de développement (...) quel que soit le scénario. Il faudrait augmenter impérativement les productions par une plus grande technicité basée sur une meilleure connaissance scientifique et sociologique, en y associant étroitement les populations ; ou réduire fortement la croissance démographique ; et sans doute les deux. (...) Les défis des scénarios alternatifs de développement/environnement ne sont pas de fonder une "nouvelle économie, mais d'établir une nouvelle rationalité de la prise de décision".

Ce petit livre (il n'a que 63 pages) est fondamental pour toute réflexion sociopolitique et économique, non seulement sur le bassin méditerranéen, mais sur l'Europe elle-même. Doit-on souligner, qu'elle est concernée puisque c'est d'elle, en partie, dont il est question ? Les chimistes savent que c'est l'étape lente qui détermine la cinétique d'un processus : négliger par trop le développement de sa façade méridionale ne peut que créer, dans un avenir au plus égal à 20 ans (c'est la conclusion inéluctable du Plan Bleu), une situation catastrophique.

R. H.

# Synthèse de l'acroléine par oxydation ménagée du propylène

L'acroléine est un intermédiaire organique utilisé essentiellement dans la synthèse de l'aldéhyde méthylthio-propionique (AMTP), lui-même principal intermédiaire de la synthèse de la méthionine. Cet acide aminé, sous la forme du mélange de ses deux énantiomères D et L, est utilisé comme additif dans l'alimentation de certains animaux. La production mondiale de méthionine a atteint 200 kt en 1990. Les quatre principaux producteurs de méthionine étaient, à cette date : Rhône-Poulenc, Monsanto, Degussa et Japan Inc. La production en Europe représentait 38 % du marché mondial, celle de l'Amérique du Nord 34,5 %, de l'Amérique Latine 14,5 % et de l'Asie (essentiellement au Japon) 13 %.

L'oxydation ménagée catalytique du propylène est le procédé le plus largement utilisé pour la synthèse de l'acroléine.

## Principe

La réaction principale de synthèse de l'acroléine est la suivante :



Les réactions donnant les principaux sous-produits sont :

- des réactions compétitives :



- des réactions consécutives :



bre variable des éléments Sb, Sn, Fe, Cu, ainsi que des oxydes mixtes de Bi, V, Mo, Fe.

Les catalyseurs molybdates multicomposants sont les systèmes les plus performants actuellement connus. Ils sont constitués de plusieurs phases cristallographiques : les molybdates de bismuth  $\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot n\text{MoO}_3$  et les molybdates des éléments Co, Ni, Mg, Fe. Les différentes phases sont en contact étroit, voire se recouvrent, comme dans le modèle de structure "en cerise", proposé par Wolfs (fig. 1).

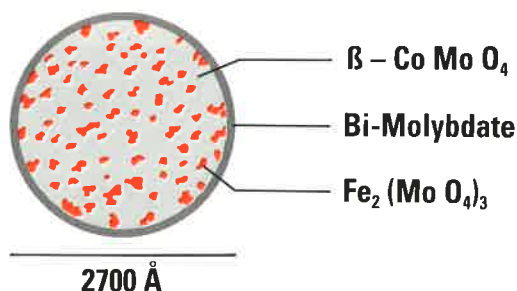


FIGURE 1. - Modèle de structure en "cerise" proposé par Wolfs.

Le mécanisme d'oxydo-réduction proposé par Mars et van Krevelen permet d'expliquer le chemin réactionnel et rend compte de la complexité de ces catalyseurs. Selon Grasselli (fig. 2) et Anderson :

- les sites assurant l'oxydation du propylène sont multiples. Les uns (enchaînements Bi-O-Mo) assurent l'abstraction d'un des deux hydrogènes de la molécule (étape limitante), les autres (symbolisés par Mo=O) assurant l'insertion d'un oxygène du réseau dans la molécule d'hydrocarbure.

- les sites assurant l'activation de l'oxygène gazeux, et donc la réoxydation du solide, font intervenir plusieurs couples oxydo-réducteurs  $\text{Bi}^{5+}/\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ , ...

Ces deux types de sites, qui n'appartiennent pas nécessairement à la même phase cristallographique, échangent des oxygènes de réseau et des électrons.

## Les catalyseurs

Plusieurs générations de catalyseurs ont été mis au point :

- des catalyseurs à base d'oxyde cuivreux, notamment ceux développés par Shell, entre 1940 et 1955 ;
- des catalyseurs à base de phosphomolybdate de bismuth ( $\text{Bi}_9\text{PMo}_{12}\text{O}_{52}$ ), principalement mis en œuvre par Standard Oil of Ohio entre 1957 et 1962 ;
- enfin, des catalyseurs molybdates multicomposants à base de Co, Ni, Fe, Bi, Mg, Mo, W, P, K, Sn, Si ont été développés à partir de 1965 par différentes sociétés. D'autres systèmes catalytiques complexes ont également été utilisés : oxydes mixtes d'un nom-

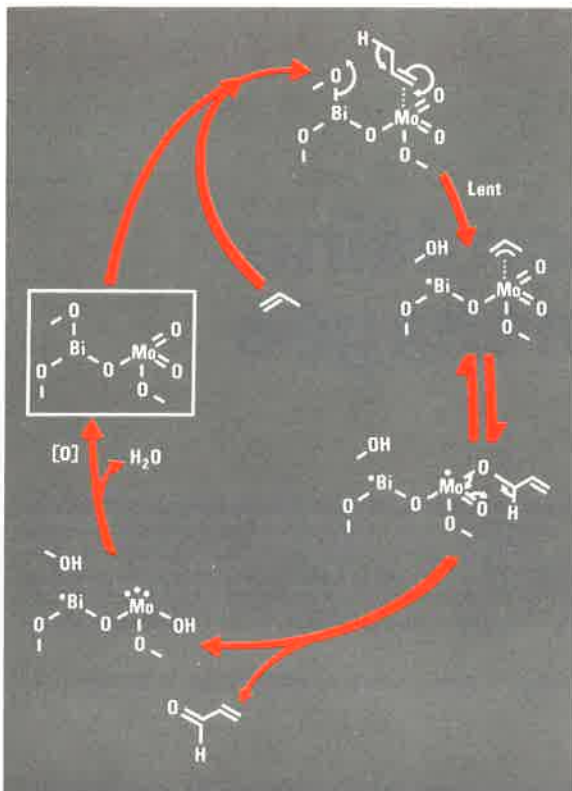


FIGURE 2. - Mécanisme de l'oxydation partielle du propylène en acroléine sur des catalyseurs molybdate de bismuth selon Grasselli [3].

## Le procédé

La réaction d'oxydation du propylène est exothermique ( $\Delta H_{298\text{ K}}^{\circ}$  de la réaction principale =  $-82,4 \text{ kcal.mol}^{-1}$ ). Selon la nature du cataly-

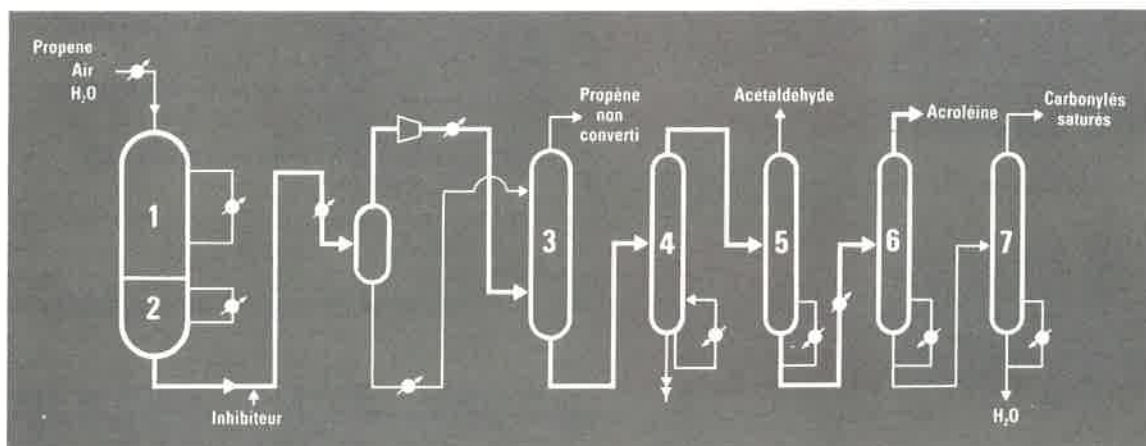
seur, la réaction est conduite entre 300 et 360 °C de façon à obtenir une conversion du propylène de l'ordre de 90 %.

Le rendement pour un produit *i* (nombre de mole de produit *i* formé par mole de propylène mis en jeu) est de 75-80 % pour l'acroléine, 2,7 % pour l'acide acrylique, 4,5 % pour les produits d'oxydation totale ( $\text{CO-CO}_2$ ), et 2-4 % pour l'acétaldéhyde.

Le mélange réactionnel, constitué de propylène, d'air et d'eau est préchauffé, puis envoyé sur le catalyseur, le plus souvent disposé en lit fixe. La chaleur dégagée dans le réacteur multitubulaire ① (quelques milliers de tubes) (fig. 3) est échangée par circulation d'un bain de sel fondu. En fin de réacteur une zone de "quençh" ②, maintenue à une température inférieure à 300 °C, permet d'arrêter brutalement la réaction principale et limite les réactions de dégradation de l'acroléine.

Les effluents du réacteur, refroidis à 50 °C environ, sont additionnés d'inhibiteur de polymérisation de l'acroléine (hydroquinone). Les incondensables, comprimés à 8,6 bar et refroidis à 20 °C, sont envoyés dans la colonne d'absorption des composés carbonylés ③. Les condensats, très chargés en eau, sont utilisés comme liquide d'absorption intermédiaire dans la colonne. L'absorption à l'eau permet de récupérer la plus grande partie des produits carbonylés. Les légers et le propylène non converti sortant de ③ sont traités par ailleurs. Les produits carbonylés, dont l'acroléine, sont ensuite séparés de l'eau par un stripping dans la colonne ④. Un soutirage d'une partie du pied de colonne est réalisé pour éliminer le formaldéhyde, les acides organiques lourds et les polymères d'acroléine.

Le flux entre ensuite dans la colonne de distillation ⑤, qui permet d'éliminer l'acétaldéhyde. Enfin, l'acroléine, purifiée par une distillation extractive dans la colonne ⑥, est stockée ou utilisée directement dans la synthèse de l'AMTP. L'extraction se fait à l'eau acidifiée et permet d'éliminer les composés carbonylés saturés, en particulier le propionaldéhyde et l'acétone, sous forme de leurs hydrates. Enfin, l'eau chargée des hydrates précédents est envoyée dans la colonne de stripping ⑦ d'où sortent les produits carbonylés saturés.



## Pour en savoir plus

[1] M.W.J. Wolfs et Ph. A. Batist, *J. Catal.*, 1974, 32, 25-36.

[2] P. Mars et D.W. Van Krevelen, *Chem. Eng. Sc.*, 1954, 3, 41.

[3] R.K. Grasselli et J.D. Burrington, *Ind. Eng. Prod. Res. Dev.*, 1984, 23, 393-404.

[4] A.B. Anderson, D.W. Ewing, Y. Kim, R.K. Grasselli, J.D. Burrington et J.F. Brazdil, *J. Catal.*, 1985, 96, 222.

[5] S.R.I. International-Process Economies Program-Acrolein. Report n° 58.

Cette fiche a été préparée avec le concours de H. Ponceblanc.

## Synthesis of acrolein by mild oxidation of propene

Acrolein is used mainly as an intermediate in the synthesis of the methylthiopropionic aldehyde (MTPA) which is the main intermediate used in the synthesis of methionine. The mixture of the two enantiomeric species (L and D) of this amino acid enters as additive to the food of animals. The worldwide production of methionine reached 200 kt in 1990. The four main producers at this date were : Rhône-Poulenc, Monsanto, Degussa and Japan Inc. The production in Europe represented 38 % of the worldwide market, North America 34.5 %, Latina America 14.5 % and Asia (mainly Japan) 13 %.

Mild oxidation of propene is the most widely used process in the synthesis of acrolein.

### The principle

The main reaction of the synthesis of acrolein is :



The side reactions are :  
- competitive reactions :



- consecutive reactions :



elements : Sb, Sn, Fe, Cu, as well as mixed oxides of Bi, V, Mo, Fe.

MCM catalysts are, nowadays, the best systems for the reaction of mild oxidation of propene. They are constituted of several crystallographic phases : bismuth molybdates  $\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot n\text{MoO}_3$  and molybdates of the elements Co, Ni, Mg, Fe. The different phases exhibit strong interactions, and can overlap as proposed by Wolfs in his "cherry like structure" model (Fig. 1).

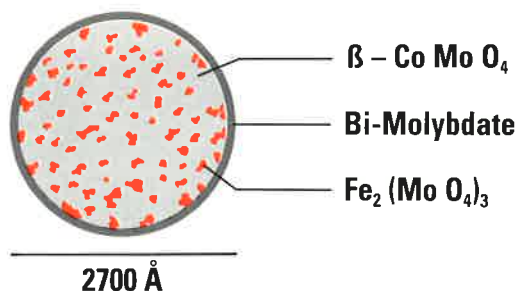


FIGURE 1. - "Cherry like structure" model, according to Wolfs".

The redox mechanism proposed by Mars and Van Krevelen, allows to explain the reaction steps. According to Grasselli (Fig. 2) and Anderson :

- numerous active sites are involved in the mild oxidation of propene. Some (Bi-O-Mo bonds) allow to abstract one of the two hydrogens, which is the limiting step of the reaction ; others (Mo=O bonds) allow the lattice oxygen ( $\text{O}^{2-}$ ) to be inserted in the hydrocarbon molecule.

- the sites which activate oxygen and allow the catalyst to be reoxidized involve several redox couples, e.g.  $\text{Bi}^{5+}/\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ ,...

These two types of sites, which are not necessarily located on the same crystallographic plane, exchange lattice oxygens and electrons.

### The catalysts

Several generations of catalysts have been investigated :

- catalysts based on cuprous oxide, as those developed by Shell between 1940 and 1955 ;

- catalysts with bismuth phosphomolybdate ( $\text{Bi}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{52}$ ), principally used by Standard Oil of Ohio between 1957 and 1962 ;

- and, finally, as multicomponent molybdates (MCM) catalysts, based on the elements Co, Ni, Fe, Bi, Mg, Mo, W, P, K, Sn, Si. They have been largely investigated since 1965, by many catalyst factories. Other complex catalytic systems have also been used : mixed oxides of a variable number of the following

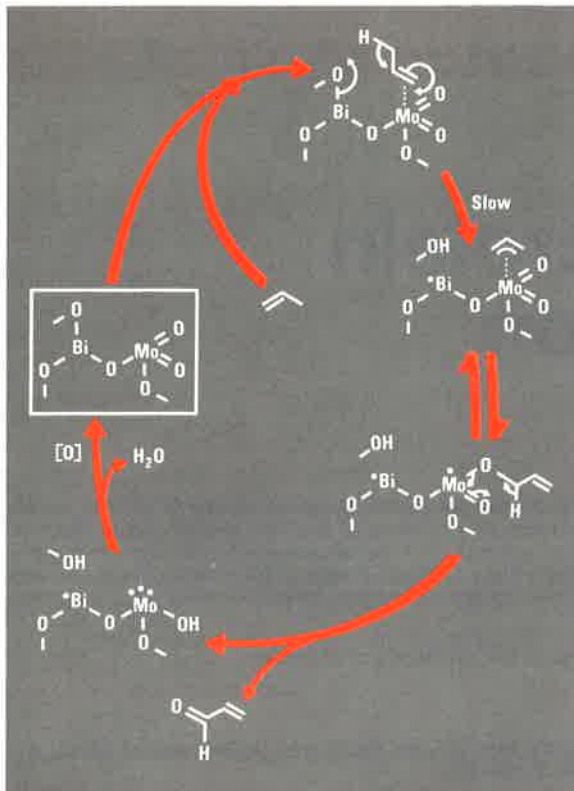


FIGURE 2. - "Mechanism of the mild oxidation of propene into acrolein on bismuth molybdates based catalysts, proposed by Grasselli [3].

## The process

The mild propene oxidation reaction is exothermic (82.4 kcal.mol<sup>-1</sup>). Depending on the nature of the catalyst, the reaction is carried out between 300 and

360 °C so as to obtain a propene conversion of about 90 %.

The yield of a product *i* (number of moles of product *i* formed per mole of propene entering the reactor) is about 75-80 % for acrolein, 2-7 % for acrylic acid, 4-5 % for deep oxidation products (CO-CO<sub>2</sub>), and 2-4 % for ethanal.

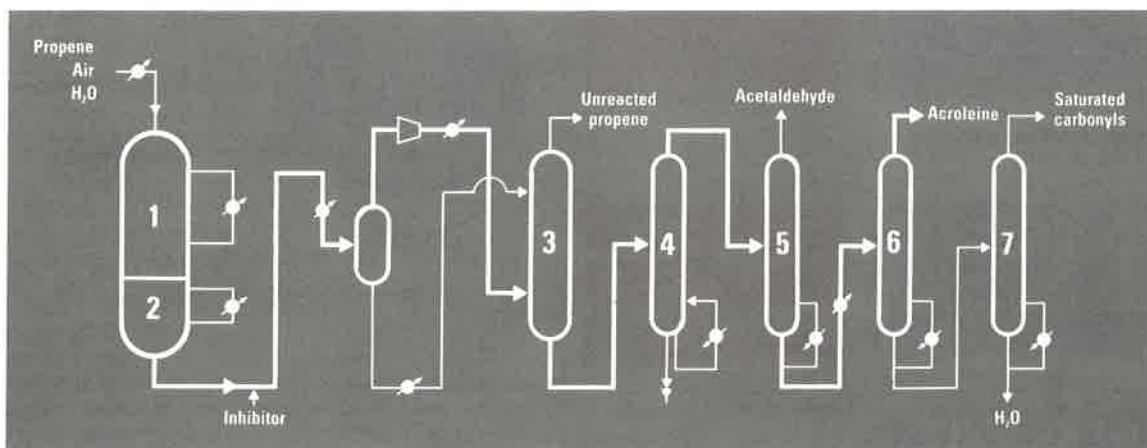
A gas mixture comprising propene, air and steam is preheated and passed over the catalyst used most often in a multitubular fixed bed reactor of some thousand tubes (① on the fig. 3). The heat emitted is evacuated by means of a molten salt circulation. The zone ② situated at the end of the catalytic reactor is maintained at a temperature below 300 °C, in order to quench the main reaction and stop the consecutive reactions of transformation of acrolein.

An inhibitor of polymerization of acrolein (e.g. hydroquinone), is added to the outlet gases of the reactor, cooled down to 50 °C.

The non condensed gases, compressed to 8.6 bar and cooled down to 20 °C, are fed into the carbonyl absorber ③. The condensate, which contains a high percentage of water, is used as an intermediate scrubbing liquid, to remove the carbonyl compounds. Light products and unreacted propene issuing from the carbonyl absorber ③ are treated separately.

Acrolein and other carbonyl compounds are then separated from the water, by stripping in the column ④. Formaldehyde, organic acids, and acrolein polymers are discharged from the base of the column.

The outlet gases then enter the distillation column ⑤ which separates the acetaldehyde. Acrolein, purified by an extraction-distillation in the column ⑥, is stored or used directly for the synthesis of MTPA. The extraction using acidified water eliminates the saturated carbonyl compounds, e.g. propionaldehyde and acetone, by the formation of their hydrates. Lastly, the extracting water containing the hydrates enters the stripping column ⑦, from which saturated carbonyl compounds are stripped at the top.



## Recommended reading :

[1] M.W.J. Wolfs and Ph. A. Batist, *J. Catal.*, 1974, 32, 25-36.

[2] P. Mars and D.W. Van Krevelen, *Chem. Eng. Sc.*, 1954 3, 41.

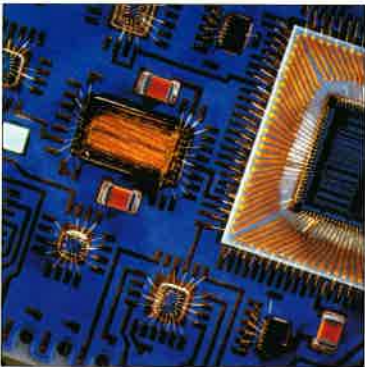
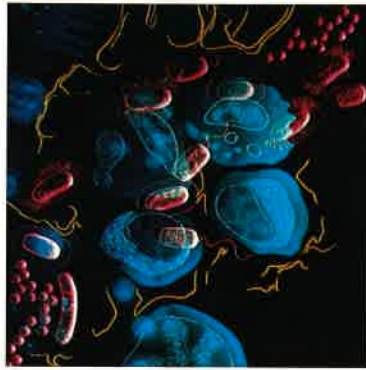
[3] R.K. Grasselli and J.D. Burrington, *Ind. Eng. Prod. Res. Dev.*, 1984, 23, 393-404.

[4] A.B. Anderson, D.W. Ewing, Y. Kim, R.K. Grasselli, J.D. Burrington and J.F. Brazdil, *J. Catal.*, 1985, 96, 222.

[5] S.R.I. International-Process Economies Program-Acrolein. Report n° 58.

This Catalysis Reference Sheet was prepared with the help of H. Ponceblanc.

# Rechercher, découvrir, échanger



CAMPAGNE CAMPAGNE : TAURUS - PHOTO RHM ; VERONESE, LES NOCES DE CANA, LOUVRE - PICTOR - CAMPAGNE CAMPAGNE - GUY - PIX ; LEFKOWITZ, TONY WARD - PHOTO - ESA

## Salon du Laboratoire

7 - 10 DÉCEMBRE 1993 - PARIS

Le seul grand salon européen en 1993 consacré au Laboratoire. Créé et géré par les industriels pour les professionnels, il est tout à la fois • une plate-forme de rencontres Utilisateurs, Sociétés Scientifiques, Exposants • le centre d'accueil et de coordination de congrès scientifiques • un forum regroupant expositions, ateliers de travail et cycles de conférences • un lieu international d'échanges • une vitrine des dernières nouveautés françaises et internationales des équipements du laboratoire. (18 700 m<sup>2</sup> de stand et plus de 45 000 visiteurs en 1991)

 **Salon  
du Laboratoire**

 **COMITE DES EXPOSITIONS DE PARIS**

BP 317 - 92107 BOULOGNE CEDEX FRANCE - TEL : 33 (1) 49 09 60 88 - FAX : 33 (1) 49 09 60 47