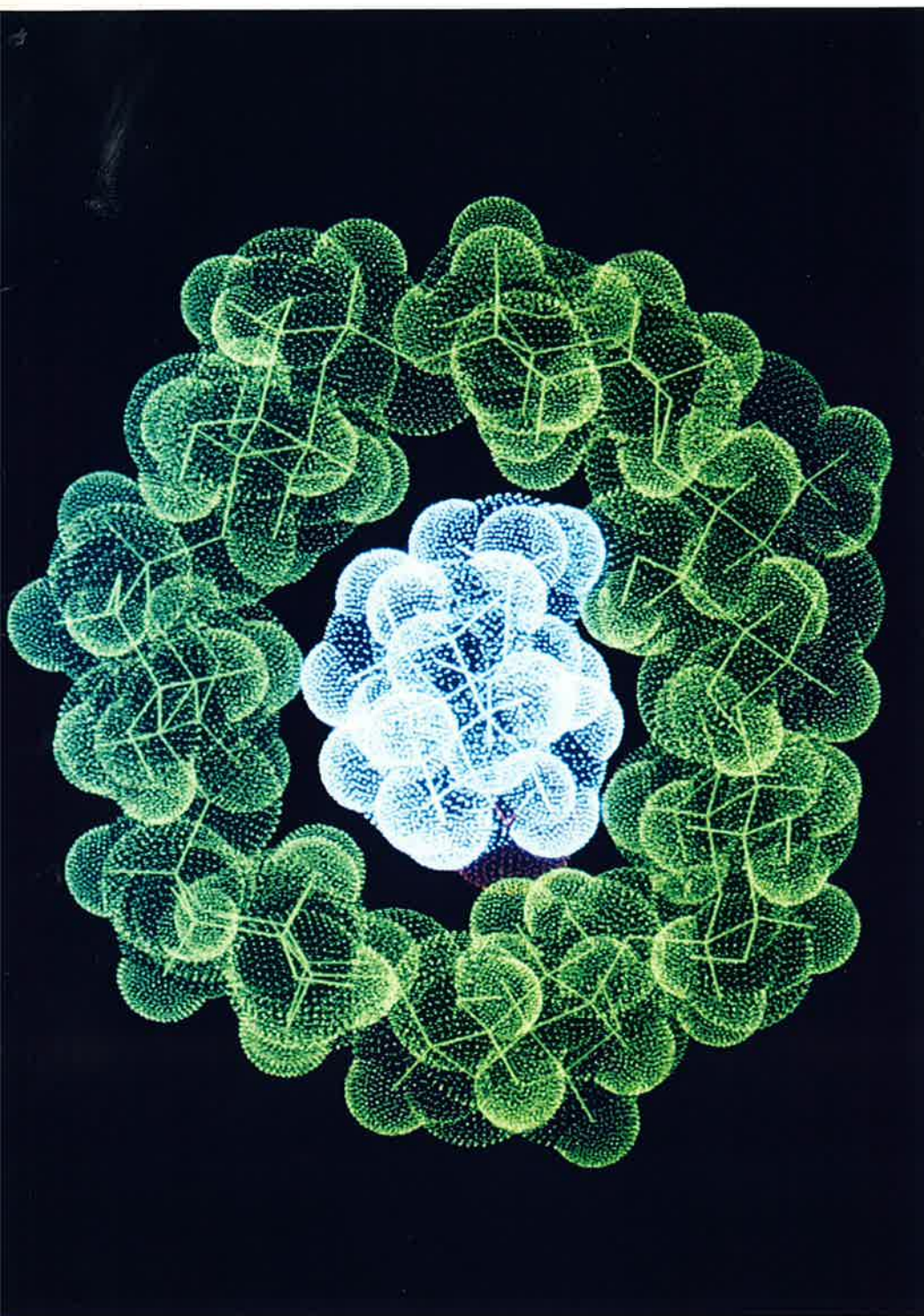


# l'actualité chimique

Décembre  
1994

N°7  
ISSN 01519093



- La réaction de Diels-Alder
- Le rôle des Olympiades

DUNOD



# S O M M A I R E

ÉDITORIAL	■ Un message de confiance, par M. Julia	3
COURRIER DES LECTEURS	■ Notion d'élément, par M. Bernard, Chimie et vérité, par G. Ferréol	4
ENSEIGNEMENT	■ Sur la politique du MESR. Allocution d'ouverture du Congrès SFC 94. Lyon-Villeurbanne, septembre 1994, par B. Bigot	5
	■ Évolution des programmes d'enseignement de la chimie. Rôle des Olympiades, par G. Montel	9
	■ Notes de voyage : Brésil, par R. Hamelin	16
	- Université de Campinas (Brésil), - Le centre d'Études Supérieures de Génie et Ingénierie Chimique (Cesgichim), - le programme SFRE/CNPQ	
RECHERCHE	■ La réaction de Diels-Alder, par P. Vogel, A. Guy, Y. Langlois, A. Lubineau, D. Grierson, R. Bloch, J. Cossy	21
	■ George A. Olah, Prix Nobel de chimie 1994. Des ions carbéniums à la chimie des hydrocarbures grâce aux superacides, par J. Sommer	29
INDUSTRIE	■ La science et l'économie : le modèle de Lavoisier, par P. Desmarescaux	31
	■ Rapport 1993 de l'Union des Industries Chimiques. Extraits	33
HISTOIRE DE LA CHIMIE	■ Berthelot, Sainte-Beuve et la Princesse Mathilde, par Jean Jacques	37
NÉCROLOGIE	■ Claude Fréjacques (1924-1994), par F. Gallais	41
	■ Linus Pauling (1901-1994), par T.C.	42
	■ René Truhaut (1910-1994), par A. Picot	42
	■ Yoshio Ban (1921-1994), par P. Potier	43
INDEX 1994	■ Auteurs	44
	■ Articles	45
SFC INFO	■	I-VIII

*Un supplément, intitulé «La photochimie», est joint à ce numéro 7. Il a été réalisé par Ch. Bailleux que L'Actualité Chimique remercie.*

*L'Actualité Chimique présente ses meilleurs vœux à tous ses lecteurs.*



Complexe 1-menthol/b-cyclodextrine par modélisation moléculaire obtenu par Orsan, société productrice de cyclodextrines sous la marque Ringdex. Les cyclodextrines Ringdex sont des dérivés d'amidon obtenus par bio-conversion enzymatique selon un procédé breveté par la société Sanraku Inc. Elles ont la forme d'un tore constitué de 6, 7 ou 8 unités glucose (respectivement  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ -cyclodextrines) liées en 1-4. Ce tore est caractérisé par une partie périphérique hydrophile et une cavité centrale hydrophobe. Cette structure originale permet la formation de composés d'inclusion avec des molécules hôtes (ici le menthol) qui sont piégées dans la cavité hydrophobe par des interactions de faible énergie, et encapsulées afin de les protéger de toutes dégradations chimiques ou physiques, de contrôler la libération de leurs propriétés olfactives ou gustatives, de faciliter leur solubilisation.

### Index des annonceurs

Dunod	II <sup>e</sup> , III <sup>e</sup> couv.
Salon du laboratoire	IV <sup>e</sup> couv.
La photochimie	p. 36
SFC	p. 36
CNRS.	p. 47
MASSON	p. 48

### Rédaction

Rédacteur en Chef  
Raymond Hamelin

Rédacteur en chef adjoint  
Thérèse Chaudron

Rédacteur  
Miren Hélou

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

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

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

### Édition

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

Coordination éditoriale et fabrication  
J.-F. Timmel

Maquette  
Andréas Streiff

Imprimerie  
AGP - 28240 La Loupe

ISSN 0151 9093  
Commission paritaire en cours

Publicité  
Mercura Press  
38, rue du Château des Rentiers  
75013 Paris  
Tél. : (33-1) 44 24 25 99

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

Prix de vente au numéro : 200 FF

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



### L'Actualité Chimique

Revue de la Société Française de Chimie

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

éditée par Dunod.

### Tarifs

L'Actualité Chimique  
(7 numéros par an)  
1994

#### Particuliers/Institutions

France	950 FF
Export	1100 FF

#### Etudiants\*

France	360 FF
Export	500 FF

\* Sur présentation de la carte d'étudiant

Membres de la SFC  
Tarif préférentiel

© DUNOD, 1994

Tous droits réservés  
Dépôt légal : Décembre 1994

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



Les temps sont durs, c'est vrai ; nous sommes encore dans une crise économique, c'est vrai.

La demande présentée par la société civile au monde scientifique de prendre sa part de l'effort nécessaire pour sortir de la crise économique est parfaitement fondée et acceptable.

Nous avons la chance inouïe de faire un métier que nous aimons passionnément ; j'oserai dire que l'image de la chimie s'améliore aussi bien auprès des pouvoirs publics que dans l'opinion ; il nous faut faire attention, bien sûr, à ne pas la gâcher.

Peut-être les uns et les autres perçoivent-ils de mieux en mieux ce que la chimie peut leur apporter. Ils attendent que les chimistes leur apportent des poudres blanches douées de toutes les propriétés désirables : laver plus blanc comme guérir toutes les maladies.

On cherchait autrefois la pierre philosophale qui pourrait transformer le plomb vil en or, mais, si vous jetez un coup d'œil sur des catalogues de produits chimiques, vous trouverez nombre de produits qui coûtent beaucoup plus cher que l'or et ils sont fabriqués avec du charbon ou du pétrole qui coûtent beaucoup moins cher que le plomb !

On nous parle beaucoup de pollution. Ces problèmes ne pourront bien évidemment être résolus que par une très bonne chimie. Nous nous réjouissons de voir des chimistes prendre la tête de cette croisade. Il y aura bien sûr aussi des aspects sociologiques pour persuader les divers acteurs de payer le prix, de respecter les réglementations et, naturellement, de ne plus ou de moins polluer. Nous espérons que toutes les activités humaines, industrielles, agricoles ou de loisirs se préoccupent ainsi de se comporter d'une façon plus respectueuse de l'environnement.

Pour nous, chimistes, cela signifie trouver des procédés de moins en moins polluants, tout en étant au moins aussi efficaces économiquement. C'est une contrainte, d'accord,

mais cette préoccupation n'était pas absente des esprits de nos prédécesseurs et bien des progrès dans les activités humaines sont nés pour relever ainsi de nouveaux défis. Des progrès énormes en science fondamentale sont venus en cherchant à résoudre des problèmes très terre à terre. Il importe cependant d'aborder ces domaines avec le respect et le sérieux qui permettront de les rendre scientifiques ; je pense aux interactions à courte distance dans l'adhésion ou la lubrification comme dans l'action des médicaments.

Faut-il rappeler aussi le rôle immense de la chimie dans les progrès impressionnants de la biologie et de la médecine. On ne sait pas assez que plusieurs savants, qui ont reçu des prix Nobel de médecine récemment, sont des chimistes originalement.

Et ceci m'amène à suggérer que les chimistes, en particulier les organiciens, s'occupent eux-mêmes des problèmes de biologie. Il leur est beaucoup plus facile d'apprendre la biologie nécessaire que, pour des biologistes, d'acquérir les connaissances de chimie.

La recherche et la réalisation de matériaux de plus en plus performants se font maintenant à l'échelle moléculaire, pour avancer dans la miniaturisation, mais aussi et surtout parce que c'est à cette échelle-là que l'on peut espérer comprendre ce qui se passe et agir de façon rationnelle et, par suite, infiniment plus efficace.

En conclusion, je souhaite à tous les chimistes d'aborder la nouvelle année avec enthousiasme pour attaquer avec vigueur les tâches qui restent à accomplir et de rencontrer le succès qu'ils espèrent.

Plus que jamais, la société a besoin de la chimie.

**Marc Julia**  
*Président de la SFC*

## Un message de confiance

**Notion d'élément**

J'ai lu avec intérêt les articles consacrés à la notion d'élément, parus dans le numéro juillet-août 1994 de *L'Actualité Chimique*, p. 58.

En ce qui concerne celui intitulé «L'élément chimique dans les écrits et dans les esprits contemporains», je regrette que le paragraphe intitulé «Le mot élément chimique dans les manuels et articles didactiques» ne fasse aucune allusion au *Bulletin de l'Union des Physiciens*. A ma connaissance la notion d'élément chimique a fait l'objet dans cette revue, durant ces dernières années, de plusieurs mises au point notamment en 1979 (n° 613), en 1984 (n° 663), en avril 1992 (n° 743), en décembre 1992 (n° 749).

La deuxième partie de l'article de M. Pacault, intitulé «L'élément chimique aujourd'hui», m'a rendu très perplexe.

Si j'ai bien compris M. Pacault, le langage chimique ne semble plus avoir besoin de la notion d'élément qui serait un vestige du passé. En particulier, la classification périodique dite souvent classification des éléments, écrite en microlangage serait, en fait, une classification d'atomes et non d'éléments.

Mais la classification périodique peut-elle être interprétée en termes de microlangage ?

Si c'est, en effet, une classification d'atomes (définis par leurs nombres atomiques  $Z$  et de masse  $A$ ), ce n'est vrai que pour 20 d'entre eux (mononucléïdiques). Les autres «atomes» ne peuvent s'interpréter que comme des atomes moyens fictifs puisque les cases correspondantes du tableau périodique représentent un mélange en proportions pratiquement fixes, en raison de leur quasi-identité chimique, de plusieurs isotopes.

La notion d'élément défini par un nombre atomique  $Z$ , avec comme conséquence le numéro atomique du tableau, me semble indispensable. Cette notion parfaitement



claire à présent sur le plan scientifique après une longue gestation à caractère quasiment métaphysique est une notion étroitement associée à la définition de la chimie et, à cet égard, indispensable aux chimistes.

Si la notion d'élément est devenue scientifiquement claire, en revanche l'initiation pédagogique à cette notion est plus délicate en raison de l'absence de définition de l'isotopie.

J'avais suggéré (*BUP*, n° 749) de désigner par atome chimique le correspondant microscopique de l'élément, c'est-à-dire l'atome moyen fictif dont il a été question ci-dessus. On peut noter d'ailleurs que cette notion d'atome chimique est souvent implicite dans notre langage.

Par exemple, le trifluorure de bore  $\text{BF}_3$  contient l'élément bore avec deux isotopes stables et l'élément fluor mononucléïdique.

A l'échelle moléculaire, on devrait donc dire qu'une molécule  $\text{BF}_3$  contient trois atomes de fluor et un atome  $^{11}\text{B}$  ou  $^{12}\text{B}$ . En fait, nous disons tous que la molécule  $\text{BF}_3$  contient un atome de bore (avec sa masse molaire moyenne). Il s'agit donc bien de l'atome chimique.

En ce qui concerne, enfin, la distinction élément-corps pur simple, qui fût également longue à se dégager, elle fait encore actuellement l'objet de quelques confusions dans les livres et articles. Par exemple, les données expérimentales concernant un élément sont quelquefois associées dans la même rubrique avec celles concernant le (ou les) corps purs simples, formés à partir de cet élément. L'adoption généralisée de la nomenclature officielle, par exemple élément oxygène, corps purs simples monoxygène,

dioxygène, trioxygène, permet, sur le plan pédagogique au moins d'éviter les exposés tendancieux, voire erronés.

Maurice Bernard  
Professeur émérite (Caen)

**Chimie et vérité**

J'ai lu avec un intérêt particulier l'article de J.-M. Lefour et Martine Maheut «Les nouveaux programmes de chimie du secondaire. Enseigner la chimie autrement» (*L'Actualité Chimique*, juillet-août 1994, p. 5). Je me permets, en tant que membre actif de notre Société, de vous faire part de quelques réactions personnelles. Ces réactions sont tirées en grande partie de mon expérience vécue dans l'industrie chimique.

Aujourd'hui retraité, j'ai, dès mon plus jeune âge, été motivé par la chimie, motivation qui m'a conduit à obtenir, en 1954, un diplôme d'ingénieur chimiste à l'École Supérieure de Chimie Industrielle de Lyon. Entré dans l'industrie en 1957, cette vocation m'a naturellement orienté vers la chimie analytique en tant qu'instrument de recherche et instrument de contrôle. J'ai eu la chance de suivre la fantastique évolution de cette discipline par l'introduction de techniques «nouvelles»... Ces techniques, tout en ouvrant pour moi le champ de l'électronique et de la physique, m'ont permis d'accéder à une valeur à laquelle j'attache beaucoup de prix, *la vérité* :

- vérité sur la qualité des produits,
- vérité sur la sécurité des produits chimiques.

[...] Malheureusement, un dicton nous enseigne que «toute vérité n'est pas bonne à dire»! et, durant

toute ma carrière professionnelle, j'ai dû combattre pour convaincre dans l'exercice de ma spécialité : la vérité peut parfois être en contradiction avec des contraintes économiques !...

Ce combat a introduit dans ma conscience un certain doute qui m'a conduit, dès ma retraite prise, à envisager d'aborder des études philosophico-théologiques.

Mon expérience scientifique confrontée aux disciplines philosophiques m'a convaincu que la pratique de l'éthique et de la probité intellectuelle allait de pair avec l'enseignement des sciences et la chimie n'échappe pas à ce constat.

Pour tout scientifique, il y a toujours un passage par le doute mais, lorsque des décisions sont à prendre, il est nécessaire qu'il se réfère le plus possible à ce qu'il pense être la vérité ; il lui appartient, dès lors, de défendre cette vérité qui est souvent remise en cause.

Cette tournure d'esprit suppose une certaine personnalité, et cette personnalité ne peut être acquise chez l'homme que par l'enseignement et ensuite par l'expérience.

Jusqu'ici, on a toujours adossé l'enseignement de la chimie aux sciences physiques et mathématiques (ce qui n'est pas un mal), mais ne serait-il pas salubre d'introduire dans cette discipline un peu de sciences humaines et, pour les plus âgés, un peu de philosophie ? Autrefois, sciences et philosophie se côtoyaient harmonieusement dans l'enseignement ; pourquoi n'en serait-il pas de même aujourd'hui ? L'éthique y retrouverait certainement son compte et la chimie serait alors bien comprise comme un facteur du progrès humain et non, comme c'est souvent le cas, un agresseur pour l'homme et pour son environnement.

Harmoniser la chimie avec la philosophie et l'éthique dans la conscience des jeunes serait une occasion d'en redresser l'image tant au niveau de la discipline propre que, surtout, dans ses multiples actions.

Guy Ferréol  
Marenes (69)

# Sur la politique du MESR

Allocution d'ouverture du Congrès SFC 94  
Lyon-Villeurbanne, septembre 1994

**Bernard Bigot\*** professeur, chef de la Mission Scientifique et Technique au MESR

**A**u nom de François Fillon, ministre de l'Enseignement supérieur et de la recherche, en cette Année de la chimie et au moment où s'ouvre votre congrès national, il m'appartient de saluer ici chaleureusement la Société Française de Chimie et son président, le professeur Marc Julia, et de souhaiter le meilleur succès à leur action. Vous comprendrez aisément que c'est à bien des titres que je me réjouis de l'honneur qui m'est fait d'être chargé de vous transmettre ces salutations et les souhaits de réussite du ministre. A titre personnel, je m'y associe pleinement et souhaite à votre réunion le plus complet succès.

Le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche a une conscience aiguë du rôle central que sont appelées à jouer les sociétés savantes telles que la vôtre dans la vitalité de notre recherche, de notre enseignement et de notre indus-

trie. Elles sont des lieux uniques pour que se rencontrent les multiples acteurs de la communauté scientifique et technique nationale qui travaillent dans un domaine donné ou, plus généralement, sont intéressés à la progression de ses connaissances. Structures largement ouvertes à des débats qui peuvent prendre les formes les plus diverses, ces sociétés permettent que se tissent utilement des relations durables et vivantes, dans des cadres élargis, hors des impératifs strictement professionnels. Elles sont les relais indispensables pour que, au delà du cercle des spécialistes et des acteurs directs, soient mieux connus et compris les enjeux associés à telle ou telle activité. Elles jouent, enfin, un rôle essentiel pour faciliter l'insertion sociale et professionnelle des jeunes scientifiques et ingénieurs. Il convient absolument que nous préservions et développons ces sociétés savantes à l'image de ce que les grands pays scientifiques et industriels amis et concurrents font si bien, en particulier dans le domaine de la chimie. Soucieuses de l'intérêt du pays tout entier, mémoire vivante d'une communauté scientifique, elles sont appelées à être des interlocuteurs reconnus des pouvoirs publics, en veillant à leur faire part de leurs préoccupations face à telle ou telle évolution ou en formulant des propositions constructives pour que soit envisagé le traitement de tel ou tel problème qui se pose.

Elles se mobilisent traditionnellement aussi pour organiser des manifestations scientifiques très ouvertes et de grande qualité telle que celle qui nous réunit aujourd'hui sur ce campus de l'université Claude Bernard-Lyon I. Nous savons combien ces manifestations, outre leur important impact culturel,

permettent de fructueux échanges de résultats et de points de vue. Nous sommes convaincus que la vôtre sera le lieu de débats approfondis qui font avancer la science et facilitent ses traductions techniques.

Nous savons, enfin, combien la vie même de ces sociétés repose sur une disponibilité gracieuse et un bénévolat. Qu'il me soit permis de saisir cette occasion pour exprimer, en votre nom à tous, nos remerciements les plus vifs à tous ceux qui, en sus de leur activité professionnelle et familiale régulière, acceptent de consacrer une partie de leur temps, de leurs compétences et de leur énergie à cette animation associative si essentielle au bon fonctionnement de notre société toute entière. Cette disponibilité est d'autant plus à souligner que l'air du temps est plutôt au repli sur soi et à l'individualisme. Nous adressons ici tout particulièrement nos remerciements à l'ensemble des membres du comité d'organisation et du comité scientifique de ce congrès et à leurs présidents respectifs, M. Aymond Tranquard et M. Jean Baptiste Donnet. Nous ne doutons pas que les efforts qu'ils ont déployés seront largement récompensés par la qualité de vos travaux et la satisfaction que vous retirerez de votre séjour dans la région lyonnaise.

## Le rapport sur la recherche française

Ce congrès vient à un moment important. Vous le savez, M. Fillon, quelques semaines à peine après avoir été nommé ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, a lancé en juin 1993 une consultation nationale sur les grands objectifs de la recherche française. Après une étape initiale au cours de laquelle un

\* Professeur à l'École Normale Supérieure de Lyon, chef de la Mission Scientifique et Technique au ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche MESR/MST, 1, rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05.

Tél. : (1) 46.34.35.35. Fax : (1) 46.34.38.95.

\* NdLR : les titres sont de la rédaction.



groupe d'éminentes personnalités des mondes scientifique, technique et économique a élaboré un premier rapport d'orientation, lui-même soumis pour avis et commentaires aux responsables des grandes institutions scientifiques, des organismes de recherche, des universités et des organisations professionnelles, une étape de très large consultation a été engagée sur la base d'un texte revu et modifié en conséquence. Tiré à 60 000 exemplaires, ce rapport d'orientation a été débattu dans l'ensemble de la communauté scientifique du pays, en particulier à l'occasion de six colloques thématiques régionaux et de la réunion nationale de synthèse qui s'est tenue le 18 avril à Paris en présence du Premier ministre. Des contributions écrites, nombreuses et le plus souvent de grande qualité, ont été enregistrées. S'appuyant sur l'ensemble de ces travaux, M. Fillon a alors rédigé le rapport sur la recherche française qu'il a présenté devant le Parlement le 20 juin 1994 et qu'il présentera le 4 octobre devant le Sénat.

Dans ce rapport déjà très largement diffusé lui aussi et qui est bien évidemment à la disposition de tous, le ministre a proposé à la représentation nationale et au pays tout entier que soit retenu un certain nombre d'orientations essentielles afin que soit assurée la continuité de notre effort de recherche, pierre angulaire de notre rayonnement scientifique et culturel et de notre avenir économique et social. Douze points clés ont été recensés, au titre desquels je mentionnerai, eu égard à vos principales préoccupations, l'ardente nécessité de retrouver une vision stratégique, de mobiliser la recherche autour de priorités en veillant à un juste équilibre entre une recherche fondamentale solide et des objectifs de développement technologique, de renforcer et fédérer la recherche publique pour mieux réaliser le partenariat souhaité entre les acteurs de la recherche publique et les entreprises, de faciliter la mobilité des hommes et d'améliorer l'information scientifique et technique. Les avis positifs recueillis sur ces propositions auprès du parlement lors du débat du 20 juin, auprès de l'office parlementaire des choix scientifiques et techniques et auprès de nombreux autres interlocuteurs ont conduit le ministre à arrêter dès maintenant un certain nombre de dispositions.

### **Création d'un comité d'orientation stratégique**

L'une des dispositions prises est la création, dès cet automne, d'un Comité d'Orientation Stratégique, directement rattaché au ministre en charge de la recherche. Permanent, constitué de 15 membres siégeant à titre personnel et choisis en fonction de leur haute compétence et de leur capacité à promouvoir une vision globale en matière de recherche et de technologie, ce comité sera chargé d'informer et de conseiller le gouvernement dans l'élaboration de la stratégie nationale de recherche en vue de la meilleure utilisation de l'ensemble du budget civil de recherche et développement, soit actuellement quelque 53 GF. Les propositions et contributions de sociétés telles que la vôtre, exprimant, mais aussi dépassant les préoccupations sectorielles légitimes qui peuvent être les leurs, seront particulièrement précieuses pour que ce comité puisse prononcer ses recommandations en toute connaissance de cause. Ceci est particulièrement vrai de la Société Française de Chimie qui, avec l'Union des Industries Chimiques, fédère désormais la quasi-totalité des diverses composantes du secteur de la chimie, à la fois science et industrie. Votre rôle sera d'autant plus important que vous savez combien votre discipline, tout en ayant sa logique et sa dynamique propre, est le socle sur lequel sont amenées à s'appuyer bien d'autres sciences et d'autres industries. Que seraient, entre autres, de larges pans des sciences et technologies de l'information, des sciences et du génie mécaniques, des sciences biologiques et médicales, des secteurs des transports, de l'agro-alimentaire ou de l'énergie sans l'apport essentiel de la chimie ? L'important est donc de mieux voir comment peuvent s'articuler les différentes activités de recherche, comment peuvent se développer les partenariats et coopérations nécessaires et comment fixer les priorités des efforts afin de former un ensemble aussi équilibré et harmonieux que possible eu égard à un certain nombre des objectifs de notre société.

### **Des mesures à l'étude**

Dans d'autres domaines, des actions précises sont engagées avec en gestation des mesures qui sont actuellement ou seront progressivement soumises pour avis et commentaires aux responsables des organismes, des universités et aux responsables des organisations professionnelles et syndicales. Permettez moi de vous faire part des informations les plus récentes sur quelques unes d'entre elles.

### **Un effort de concentration et de coordination**

Ce qui caractérise aujourd'hui notre dispositif national de recherche publique, c'est sa diversité. Il ne compte pas moins de huit établissements publics à caractère scientifique et technologique (EPST), six établissements publics à caractère industriel et commercial (EPIC) et plus de 150 universités, établissements d'enseignement supérieur et écoles d'ingénieurs, sans compter les fondations et instituts ou groupement d'intérêt public entièrement dévolus à la recherche. Afin de tirer le meilleur parti de cette diversité qui est en soi une richesse, un effort important de concertation et de coordination est à entreprendre. La mise en place dès 1995 de contrats quadriennaux uniques entre les universités, les grandes écoles et le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche représente, à cet égard, une avancée importante. Le traitement simultané au sein d'un même document contractuel des questions de formation, de recherche, de ressources humaines, de documentation, de relations internationales et de partenariat avec le monde socio-économique devrait permettre d'assurer une meilleure cohérence à la politique de développement de chacun des établissements en l'articulant précisément avec la politique nationale. De manière parallèle, mais dans un esprit et selon des modalités différentes, les contrats d'objectifs qui seront signés dès 1995, puis en 1996 entre certains organismes et leurs ministères de tutelle représenteront des instruments privilégiés pour améliorer cette vision stratégique qui nous fait actuellement défaut et mettre en œuvre les dispositifs de concertation et de coopération intra- ou interorganismes et entre les organismes et les établissements universitaires qui s'avèrent de plus en plus nécessaires.

## Une réflexion pour adapter l'organisation du CNRS

Vous le savez, dans le cadre de ces grandes orientations retenues par le rapport sur la recherche française et sous l'impulsion de son nouveau directeur général, M. Guy Aubert, le CNRS est actuellement engagé dans un important effort de réflexion afin de rechercher quelles sont les adaptations de son organisation qui peuvent lui permettre de développer sa capacité d'affirmer ses choix stratégiques, d'amplifier sa dynamique scientifique interne et de renforcer ses coopérations avec ses différents partenaires, universités, autres organismes, entreprises. Sans qu'à ce jour ne soit arrêtée aucune disposition particulière et laissant la pleine responsabilité au CNRS de vous informer en détail de ses travaux, il m'est possible de vous préciser une des voies qui est actuellement explorée.

Le point important serait l'accroissement très significatif du nombre des programmes et des volumes financiers et ressources humaines qui y seraient consacrés, y compris par l'apport de partenaires non-CNRS. Ces programmes pluriannuels sur la définition générale desquels, dans leur phase d'élaboration, la communauté scientifique elle-même serait largement invitée à se mobiliser avant de se mobiliser à nouveau au moment des appels d'offres qui y seraient associés, ces programmes devraient donc permettre une mise en œuvre plus aisée d'une politique scientifique dynamique en bonne articulation avec la stratégie nationale et associant sans discrimination, selon les besoins, toutes les composantes de l'organisme et des partenaires rassemblées au sein des UMR et des URA.

On peut dès maintenant aisément imaginer plusieurs grands programmes sur certaines problématiques propres à la communauté des chimistes et d'autres où les chimistes dans une association fructueuse avec des physiciens, des biologistes, des automaticiens, des historiens, des géologues, des astrophysiciens ou d'autres encore, se mobiliseraient en vue d'atteindre un objectif scientifique commun. En complément de cette voie des programmes, le CNRS développerait essentiellement son partenariat au travers des UMR, fondées sur des objectifs scientifiques clairs et une définition

précise des moyens consolidés apportés par les partenaires. Pour ce qui concerne les universités, ces projets d'UMR pourraient être inscrits dans le cadre d'un contrat global avec le CNRS, en bonne articulation avec les contrats quadriennaux uniques que ces mêmes universités signent avec le MESR. Comme dans la présente structure cohabiteraient donc des départements et des programmes en renforçant l'importance accordés à ceux-ci parce qu'ils offriraient la plus grande capacité de mobilisation dynamique de la communauté scientifique, sur des objectifs renouvelés, hors des clivages sectoriels existants. Mais c'est au travers des départements que continueraient à être distribués les moyens récurrents dans les UPR et les UMR qui permettraient au CNRS la systématique des approfondissements disciplinaires et la permanence des actions à long terme.

La conséquence logique de ce schéma pourrait être la mise en place de trois grands départements, le département des sciences humaines et sociales, le département des sciences de la vie et le département des sciences de la matière et de l'ingénierie au sein duquel l'immense majorité, pour ne pas dire la totalité de la partie chimie des UPR et UMR aurait vocation à se retrouver. Il est clair que ce dernier département, le plus important des trois en terme de volume, requierait une organisation spécifique. M. Aubert, comme il en a fait part à tous les directeurs de laboratoire dans un récent courrier, a chargé M. Jean Charvolin, ancien directeur de l'ILL, de mener avec l'ensemble des communautés concernées les études nécessaires à la définition de cette organisation. Une possibilité, au sein de ce département, serait la mise en place de directeurs scientifiques thématiques, plus particulièrement en charge de tel ou tel secteur ou sous-secteur disciplinaire. L'importance de cette évolution n'échappera à personne. Il convient en conséquence que la communauté des chimistes participe activement à ces études dans un esprit ouvert et soit une force de propositions.

La chimie n'a rien à redouter a priori d'une telle perspective. On peut même penser que, parce que, pour les raisons évoquées à l'occasion de la mise en place du comité stratégique, la chimie est en position centrale pour interagir constructivement avec les autres sciences, elle

## Sigles utilisés

- CMST : Chef de la mission scientifique et technique
- DGRT : Directeur général de la recherche et de la technologie
- EPIC : Établissement public à caractère industriel et commercial
- EPST : Établissement public à caractère scientifique et technologique
- ILL : Institut Max Von Laue - Paul Langevin (Grenoble)
- MESR : Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
- UMR : Unités mixtes de recherche
- UPR : Unités propres de recherche
- URA : Unités de recherche associée

peut se trouver renforcée par la coexistence au sein d'un même département avec un grand nombre des autres spécialités avec lesquelles elle travaille déjà tout naturellement. Science à part entière avec une dynamique et une logique propres qui n'ont aucune raison de s'affaiblir, la chimie aura la possibilité de s'affirmer au travers la mise en place d'UMR ou de programmes de grande ampleur propres à la discipline ou associant les diverses communautés du département des sciences de la matière et de l'ingénierie, du département des sciences de la vie ou du département des sciences humaines et sociales.

Bien évidemment, cette présentation du projet élaboré par le CNRS est très incomplète et ne saurait répondre aux diverses interrogations que les uns ou les autres peuvent légitimement se poser. Le directeur général du CNRS a présenté ce schéma aux présidents des différentes sections du comité national, il y a un peu plus d'une semaine, et aux représentants de la conférence des présidents d'université hier même. Leurs réactions engagent à poursuivre les études. Ce schéma, qui permet une mise en place progressive entre les structures existantes et l'organisation projetée, peut créer une nouvelle dynamique au sein du CNRS lui-même et, plus largement, en raison du poids de cet EPST dans notre dispositif de recherche publique. Il mérite étude approfondie. Le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche souhaite vivement que cette étude soit menée à bien dans les meilleurs délais et qu'éventuellement des schémas alterna-



tifs émergent s'il apparaît que d'autres voies sont plus appropriées pour atteindre les mêmes objectifs.

#### **Recrutement des enseignants et chercheurs**

Outre ce chantier extrêmement important, un des enjeux majeurs auquel est et sera confronté dans les dix années à venir le dispositif de recherche publique concerne la gestion de l'emploi scientifique. Le renouvellement massif des corps universitaires et des corps de chercheurs et d'ingénieurs de recherche appelle ici encore une réflexion approfondie et des mesures claires. En écho au rapport de la commission présidée par le recteur Quenet sur la condition des enseignants chercheurs dans les établissements d'enseignement supérieur, M. François Fillon a récemment indiqué qu'il retenait le principe de la nouvelle procédure de recrutement des universitaires proposée. Deux projets de décrets, qui visent à aménager le fonctionnement des commissions de spécialistes d'établissement et du comité national des universités, en facilitant la meilleure prise en compte de la dimension recherche des candidatures par une meilleure interaction avec les chercheurs des organismes, ont été récemment transmis aux universités et aux organisations syndicales pour avis et commentaires. Très prochainement, le projet de décret relatif à la nouvelle procédure de recrutement elle-même sera soumis aux mêmes interlocuteurs.

#### **La réforme des classes préparatoires scientifiques**

Voilà quelques informations importantes, au cœur de l'actualité, que le ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche souhaitait vous transmettre ce matin à l'occasion de votre

congrès qui rassemble une large fraction de la communauté française des chimistes, que ceux-ci appartiennent aux organismes nationaux, aux universités et écoles ou aux entreprises.

Bien d'autres chantiers qui vous intéressent fortement sont ouverts. Il ne m'est pas possible de les aborder ici, même à grands traits. Je voudrais juste mentionner celui de la réforme des classes préparatoires scientifiques où avec la création de la filière physique-chimie, conçue sur l'ensemble des deux années avec des horaires importants consacrés à la formation en chimie et plus particulièrement à la formation expérimentale et à l'apprentissage d'une approche globale des problèmes concrets, a été mis en place un dispositif à même de mieux répondre aux besoins des écoles de chimie et par là même de la profession.

### **Conclusion**

Les perspectives ainsi tracées ont vocation à améliorer progressivement et avec le concours de tous les conditions de fonctionnement de notre dispositif national de recherche et de formation au sein duquel vous savez quelle place éminente a la chimie. Il est en effet toujours nécessaire d'avoir présente à l'esprit l'importance quantitative (15 %) et qualitative que représente la science chimique dans notre dispositif de recherche publique ou privée et de souligner que les performances de l'industrie chimique française nous place au 5e rang mondial des pays producteurs et au 3e des pays exportateurs du secteur.

C'est la raison pour laquelle il me semble que, sans relâcher vos efforts d'une production scientifique de grande

qualité, il importe que vous investissiez dans ces dispositions nouvelles qui vous sont offertes.

En tant que chimiste, nous sommes mieux à même de comprendre l'importance de ce que l'on appelle la problématique de la formulation, cet art de faire coexister au sein d'une même préparation des produits réputés mutuellement incompatibles. Cet art, comme vous le savez, devient d'ailleurs de plus en plus une science grâce au progrès dans la connaissance des phénomènes qui les régissent. Puisse l'ensemble de notre communauté scientifique nationale, et plus largement l'ensemble de notre société, y compris ses plus hauts responsables, s'ouvrir à cet art et à cette science de la formulation. Vous mesurez à cette perspective la responsabilité qui serait la vôtre si notre société toute entière requerrait que vous leur fassiez partager votre savoir dans ce domaine de la réunion opérationnelle des entités réputées incompatibles. Faut-il voir quelques présages au fait que le DGRT et le CMST soient présentement tous deux chimistes ?

Avant de conclure, permettez moi de saluer la mémoire de Lavoisier à l'occasion du bicentenaire de sa mort dans les tristes conditions que vous savez. D'une certaine manière, Lavoisier est un exemple intéressant dans les circonstances présentes puisqu'il s'était essayé à partager son temps entre des activités scientifiques de très haut niveau et de lourdes responsabilités sociales. Si sur certains plans son succès fut éclatant, sur d'autres il fut, pour le moins, partagé. Ceci ne doit certes pas nous décourager, car l'on peut espérer que les chimistes que nous sommes auront une autre fin.

# Évolution des programmes d'enseignement de la chimie. Rôle des Olympiades

Gérard Montel\* *Président d'honneur des Olympiades nationales de la chimie*

**L**es réflexions concernant l'enseignement de la chimie, tant dans les lycées que dans les universités, ne datent pas d'aujourd'hui : depuis plusieurs décennies - et peut-être même depuis beaucoup plus longtemps - cet enseignement se heurte à des difficultés sérieuses.

Ces difficultés ont été ressenties, au début, surtout par les élèves. Cela se traduit, notamment, par l'image rébarbative que garde de la chimie la partie de notre population adulte qui a atteint le niveau du baccalauréat, et par le côté dérisoire de ses connaissances dans ce domaine.

Il est vrai que la présentation de la chimie à un public non averti n'est pas simple. Il y a, je crois, de nombreuses raisons à cela :

– Tout d'abord, c'est une science qui embrasse un domaine très vaste, occupé par des centaines de milliers, voire des millions de composés différents, qui interviennent dans pratiquement toutes les sciences et toutes les techniques - on pourrait dire dans toutes les activités humaines - à l'exception de la seule science immatérielle, les mathématiques. Cela peut-être exaltant, mais aussi paralysant pour quiconque ne perçoit pas comment l'esprit humain peut s'accommoder d'une telle complexité.

– Ensuite, un esprit suffisamment curieux pour s'engager malgré tout dans ce monde quelque peu inaccessible - encore imprégné, pour beaucoup, du mystère et de la magie de la démarche des alchimistes - se heurte à un langage ésotérique, fait de mots incompréhensibles et de formules tout aussi mystérieuses.

Enfin, un esprit brillant, formé par notre système éducatif à la logique cartésienne et à la déduction rigoureuse du mathématicien, se trouve rapidement confronté à une démarche qui lui semble étrange dans la mesure où les théories ne permettent pas de tout prévoir, loin de là, où le qualitatif supplante souvent le quantitatif, où l'intuition, le bon sens, l'imagination, l'observation occupent une place de premier plan.

## L'évolution de l'enseignement de la chimie

Devant cette situation, les professeurs de chimie ont été amenés à adopter des pédagogies fort différentes.

Pour me limiter à ma seule expérience personnelle - qui est hélas déjà longue -, j'ai tout d'abord connu la présentation doctrinale de la chimie : les lois fondamentales, la classification périodique, la connaissance des valences des éléments y sont introduites comme des postulats, et permettent d'écrire les formules des composés les plus simples. Pour le reste, il faut apprendre les propriétés des composés et, au delà, assimiler des catalogues de familles de composés. C'était la «chimie catalogue», tant décrite, où seule la mémoire permettait de progresser, où il y avait peu de choses à comprendre, où la réflexion quantitative

se limitait à la règle de trois. A l'époque, c'est l'attrait des expériences, leur beauté et leur caractère souvent surprenant qui m'ont passionné et m'ont incité à chercher à comprendre.

Malheureusement, l'expérience amusante, intéressante était peu pratiquée dans notre système éducatif, et seul un heureux concours de circonstances m'a permis de surmonter les premiers obstacles et de trouver une vocation.

Cette première image de la chimie est celle qui est la plus présente dans l'esprit d'un grand nombre de nos concitoyens.

La seconde présentation de la chimie, que j'ai connue en tant qu'enseignant à partir des années 60, et qui sévit encore beaucoup, est celle d'une science déductive, s'appuyant sur la théorie quantique de la liaison chimique enfin introduite dans l'enseignement français, sur la thermodynamique, sur la systématique de la chimie organique. Cette présentation qui se situe à l'opposé de la précédente, coïncidait avec l'essor de l'enseignement des mathématiques : elle était de nature à attirer les esprits brillants sélectionnés par notre système éducatif mais, bien évidemment, elle n'apportait qu'une vision très partielle de la chimie.

Dans les deux cas, les esprits imaginatifs, observateurs, inductifs, plus attirés par les faits que par les concepts, bref les esprits les plus aptes à s'épanouir dans notre discipline, ne trouvaient pas leur compte.

A partir des années 50, plusieurs initiatives furent lancées en vue d'induire, dans notre enseignement secondaire, une évolution de l'enseignement de la chimie telle que cette discipline soit attrayante aux élèves confrontés au choix de leur orientation future.

\* 1, chemin de Presles,  
94410 Saint-Maurice.  
Tél. : (1) 48.89.69.70.

\* Conférence présentée à SFC 94  
(Lyon-Villeurbanne, 26-30 septembre 1994).



Photo 1 - Jacques Bénard. Il présente son épée d'académicien, lors de la cérémonie de la remise de son épée, organisée à l'ENSCP (avril 1980). Au 1er rang : Mme Bénard (brune). Au second rang : MM. Coulomb et Horeau (2e et 3e à partir de la gauche).

Les premières démarches ont été à ma connaissance engagées par Jacques Bénard (*photo 1*), alors professeur de chimie minérale à la Sorbonne et directeur-adjoint de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris, formé à l'École de Georges Chaudron - alors directeur de l'école - dont il était un des plus brillants disciples, Jacques Bénard était bien armé pour exposer, aux responsables de notre enseignement secondaire, la place essentielle que devrait avoir la démarche expérimentale dans la formation des jeunes, et pour montrer le rôle fondamental qu'elle joue dans la progression des sciences physiques à côté de l'approche théorique trop omniprésente dans notre enseignement. Sous l'impulsion de Georges Chaudron, alors président de l'Académie des sciences, cette Académie s'engageait aussi vigoureusement à cette époque, avec l'appui de ses membres mathématiciens, contre le développement exagéré des mathématiques modernes comme outil de formation et de contrôle des aptitudes de nos lycéens.

Le mouvement était lancé. Il devait s'amplifier considérablement dans les années 1960-1970, à la faveur de prises de position de plus en plus nombreuses et énergiques.

C'est ainsi qu'à l'initiative de Marc Laffitte, alors maître de conférences à l'université d'Aix-Marseille (et ancien élève de Jacques Bénard), un groupe de

jeunes professeurs de chimie en propédeutique se constituait en vue de réfléchir à une nouvelle présentation de la chimie à ce niveau d'études. Une vingtaine de professeurs, venus de toute la France, se sont ainsi réunis une fois par an pendant plusieurs années : certains d'entre eux sont parmi nous, et je fus heureux de participer à cette réflexion. Il en est résulté la rédaction de plusieurs manuels rédigés en dehors de tout programme, dont certains rencontrèrent un long succès, et la sortie d'une revue, *Unichimie*, à la vie trop brève, qui visait à établir un lien entre les professeurs du second degré, ceux de l'enseignement supérieur et les milieux industriels. Cette heureuse formule offrait aux professeurs la possibilité d'alimenter leur réflexion pédagogique et de s'informer sur les réalisations et les évolutions de l'industrie chimique. Elle devait être reprise plus tard, comme nous le verrons.

En 1970, la prise de conscience s'affirmait également chez les physiciens : c'est ainsi que Michel Hulin, alors professeur de physique à la Sorbonne et membre du bureau de la Société Française de Physique, écrivait [1] :

*«Il est assuré que, depuis quelques années, la situation des sciences physiques dans l'enseignement secondaire et, dans un de ses prolongements immédiats, les classes préparatoires, s'est sensiblement dégradée... En regard, c'est l'envahissement par les*

*mathématiques délibérément les plus abstraites».*

Une campagne de presse s'était alors développée, et le ministre de l'Éducation nationale, Olivier Guichard, créait la commission Lagarrigue en 1970.

Cette commission, chargée, in fine, de proposer de nouveaux programmes en vue de mettre en route la réforme Haby, élaborait des programmes, en donnant de l'importance [2] :

- «Au recours expérimental, impliquant en parallèle une critique de l'aspect «mathématiques appliquées» trop souvent retenu dans l'enseignement de la physique et de la chimie.
- Aux concepts fondamentaux, ainsi qu'aux lois d'invariance, de symétrie...
- Aux discussions qualitatives, à la modélisation antérieure au traitement formalisé.
- A la discussion des ordres de grandeur».

Bref, il s'agissait d'une grande réforme, qui allait dans la bonne direction.

La commission a été supprimée en 1976. Le bilan de son action fut décevant. Michel Hulin, qui en a été un membre particulièrement actif, l'a dressé de la façon suivante [3] :

*«En fait, essentiellement, de nouveaux programmes ont été préparés, sans qu'il y ait modification des méthodes d'enseignement. D'ailleurs, peu de réflexions - et encore moins de recherches - ont été menés sur les buts et les moyens de l'enseignement.*

*D'autre part sont apparus des problèmes liés à la nécessité du recyclage des enseignants et à l'impact du baccalauréat. Il en est résulté une érosion rapide sur de nombreux points, en quelques années, et un retour, non moins rapide, à la ritualisation, avec, parfois, un simple changement des points d'application.*

*Enfin, il faut souligner un découplage poussé d'avec les applications».*

Ce fut donc un demi-échec, qui justifia d'autres prises de position ultérieures condamnant l'excès d'abstraction de notre enseignement secondaire. On peut notamment citer la Commission des Titres d'Ingénieur qui écrivait, en 1979, dans un rapport de sa sous-commission Relations avec l'amont, adressé au Président de la République [4] :

*«Les travaux de la sous-commission, engagés en juillet 1977, sont issus d'une*



inquiétude [...] inspirée par le glissement de plus en plus important vers l'abstraction mathématique de la formation des futurs élèves des écoles d'ingénieurs, glissement qui se manifeste également lors de leur sélection par le choix des épreuves des concours d'entrée. Cette tendance, qui s'est affirmée au cours de ces dernières années, est de nature notamment à induire, chez les élèves des classes préparatoires, une perception des carrières d'ingénieurs telle que le niveau en mathématiques l'emporte largement sur la réalité professionnelle et la vocation : il en résulte une distorsion dont les effets néfastes se font de plus en plus sentir sur l'épanouissement des hommes et la prospérité de notre économie.

A l'analyse, cette situation semble trouver son origine dans une certaine conception traditionnelle de la société française qui privilégie la culture de l'abstraction aux dépens de celle de l'action [...]. Elle est fortement supportée par la méconnaissance des véritables métiers d'ingénieur, sous leurs aspects technique et social notamment, et par la méconnaissance réciproque du monde de l'éducation - et donc des lycées - et du monde de la production».

C'est au début des années 1980 que l'industrie chimique exprima l'inquiétude grandissante qu'elle ressentait en constatant, d'une part, la motivation insuffisante vis-à-vis de la chimie, des jeunes cadres formés dans cette discipline et, d'autre part, une certaine ignorance de la contribution de cette science à l'élaboration des connaissances et des techniques chez les cadres industriels qui n'en avaient pas fait leur spécialité. Cette situation lui sembla particulièrement préoccupante à une époque où elle était confrontée, comme les autres composantes de notre économie, à une concurrence internationale croissante.

Aux préoccupations industrielles répondaient celles des professeurs des enseignements supérieur et secondaire, chargés des sciences physiques, et des responsables de notre recherche scientifique, qui observaient, en dépit des actions précédemment menées, une réduction progressive de la place de la chimie dans les programmes, dans les examens et dans les concours.

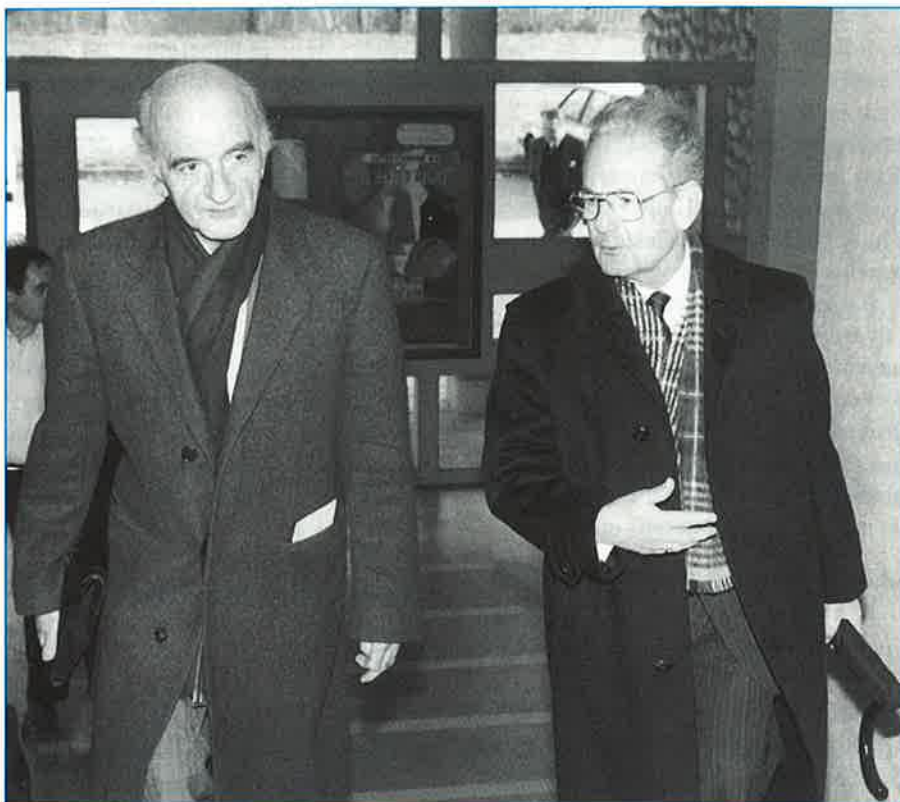


Photo 2 - Louis Barbouteau (à gauche) est accompagné de Gérard Montel, à l'ENSIGC de Toulouse (novembre 1989).

De cette conjonction d'inquiétudes sont nées les Olympiades nationales de la chimie.

### **Les Olympiades nationales de la chimie. Leur rôle dans l'évolution des programmes**

C'est Louis Barbouteau (photo 2), alors chef de la division des relations scientifiques extérieures du groupe Elf Aquitaine, qui lança, fin 1983, l'idée d'une vaste opération nationale, qu'il appela d'entrée Olympiades, destinée à stimuler l'intérêt des jeunes pour la chimie : soutenu par Bernard Delapalme, alors directeur de la recherche d'Elf, il apportait l'assurance d'un fort soutien financier de la part de cette grande entreprise.

Lorsqu'il me fit part de cette idée, et du financement qui la soutenait, je pus, connaissant les événements passés et le sentiment de frustration de nombreux professeurs de chimie du secondaire et du supérieur, l'assurer qu'il serait suivi par de nombreux enseignants. Prenant nos responsabilités, nous nous engageâmes ainsi tous deux dans l'aventure.

Il faut dire que nous reçûmes, très vite, de nombreux soutiens :

– De l'Union des Physiciens, alors présidée par un chimiste qui préparait une thèse tout en enseignant au lycée, Jean-Pierre Foulon : son action, et celle de l'UdP, ont été déterminantes dans la réussite des Olympiades.

– Du Comité National de la Chimie, où siègent les membres chimistes de l'Académie des sciences et des personnalités cooptées de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'industrie.

Le Comité était à l'époque présidé par Jacques Bénard, dont j'ai déjà souligné l'attachement à tout ce qui touche à l'enseignement de la chimie, qui créa la division Enseignement de la Société Française de chimie, et qui avait été élu, entre temps, à l'Académie.

– Du ministère de l'Éducation nationale, où la direction des lycées, l'inspection générale, les inspecteurs pédagogiques régionaux s'engagèrent immédiatement.

– De la Société Française de Chimie, dont la division d'Enseignement de la chimie contribua très efficacement à la conception des Olympiades et à la mobilisation de nos collègues de l'enseignement supérieur et de la recherche.

– De l'Union des Industries Chimiques, qui nous assura de l'intérêt que la profession portait à cette initiative.

Avec ces partenaires, un comité de coordination fut constitué à la fin de l'année 1983, et travailla, pendant toute l'année universitaire 1983-1984, à la conception des Olympiades, à la faveur d'un passionnant «remue-méninges» (comme aurait dit Louis Armand), où l'imagination enthousiaste s'alliait à la connaissance professionnelle du terrain.

En juillet 1984, le fonctionnement des Olympiades était défini, leur financement assuré (bien que la facture dépassât fortement les prévisions initiales du groupe Elf), les structures d'encadrement mises en place : la première Olympiade démarra en octobre 1984, suivant un modèle qui est toujours utilisé.

#### Schéma de fonctionnement des Olympiades

Les Olympiades sont organisées, au niveau national, pour permettre au plus grand nombre possible de lycéens en classes terminales scientifiques et techniques (anciennes sections C, D, E, F) de fréquenter, pendant 10 semaines (d'octobre à janvier), pour un horaire total de 30 heures, en dehors des heures de classe et dans une ambiance non scolaire, des centres de préparation répartis dans toutes les Académies.

Au cours de séances de 3 ou 4 heures, les Olympiades offrent aux candidats volontaires (avec, au départ, le souci de ne les soumettre à aucune sélection), la

possibilité de percevoir, sur un thème donné, des applications de leurs connaissances en chimie dans la vie quotidienne et dans la production industrielle, à la faveur de travaux de laboratoire (dans des laboratoires bien équipés), de séminaires avec la participation d'industriels, de visites d'usines, de laboratoires industriels, de laboratoires de recherche.

Pour cela, des délégations régionales des Olympiades, généralement dirigées par un professeur d'enseignement supérieur (ou, dans plusieurs cas, par un professeur d'enseignement secondaire) assisté d'un correspondant régional de l'UdP et d'un correspondant industriel désigné par le syndicat régional de l'industrie chimique (ce dernier correspondant ayant été mis en place à l'initiative de l'UIC) :

- mettent en place des centres de préparation, dans des lycées bien équipés, les universités, des écoles de chimie,
- constituent des équipes de professeurs et ingénieurs qui encadrent ces centres,
- assurent l'information des élèves de l'académie, à l'aide d'affiches et de dépliants réalisés et diffusés par les soins de l'UIC,
- conçoivent, avec tous les partenaires rassemblés, les travaux pratiques qui seront proposés aux élèves, et organisent

les conférences et les visites d'usines et de laboratoires.

Elles reçoivent, pour cela, du comité de coordination composé à 50 % d'enseignants et à 50 % de représentants de l'industrie, des instructions générales et un financement «national» étant entendu que ce dernier peut être complété par un financement régional que le délégué régional recherche.

La gestion des Olympiades est ainsi très fortement décentralisée, chaque délégation régionale disposant d'une grande liberté dans le cadre des instructions nationales de caractère général.

Le schéma de l'organisation des Olympiades est représenté sur la *figure 1*.

A l'issue des séances de préparation, les délégations régionales organisent, en janvier-février, des concours régionaux, avec l'aide des correspondants industriels, en prenant la charge de trouver les prix à remettre aux lauréats.

Elles sélectionnent ensuite, parmi leurs lauréats, ceux qui participeront fin mars, à un concours national, où ils défendront les couleurs de leur région. Actuellement, 80 candidats au concours national sont retenus chaque année : ils sont invités à Paris par le comité de coordination, qui prend en charge leur voyage, leur séjour, et qui organise des visites destinées à leur faire découvrir la chimie telle qu'elle est pratiquée dans les usines, les laboratoires industriels et les laboratoires de recherche publique de la région parisienne.

Les épreuves des concours régionaux et national sont conçues avec beaucoup de soin chaque année par des jurys national et régionaux comprenant des enseignants du secondaire et du supérieur, et des ingénieurs de l'industrie. Elles sont conçues dans un esprit très différent de celui qui marque les examens et concours officiels, en vue de déceler non pas d'abord l'érudition des candidats, mais surtout leur ouverture d'esprit, leur curiosité, leur intérêt pour la chimie et ses applications.

Quatre épreuves interviennent, inspirées par le thème de l'année<sup>1</sup> :

- Un questionnaire très ouvert, comprenant des exercices, des questions portant sur l'épistémologie, la production industrielle, la chimie dans la vie quotidienne...
- Une manipulation comprenant, en général, une synthèse et une analyse.

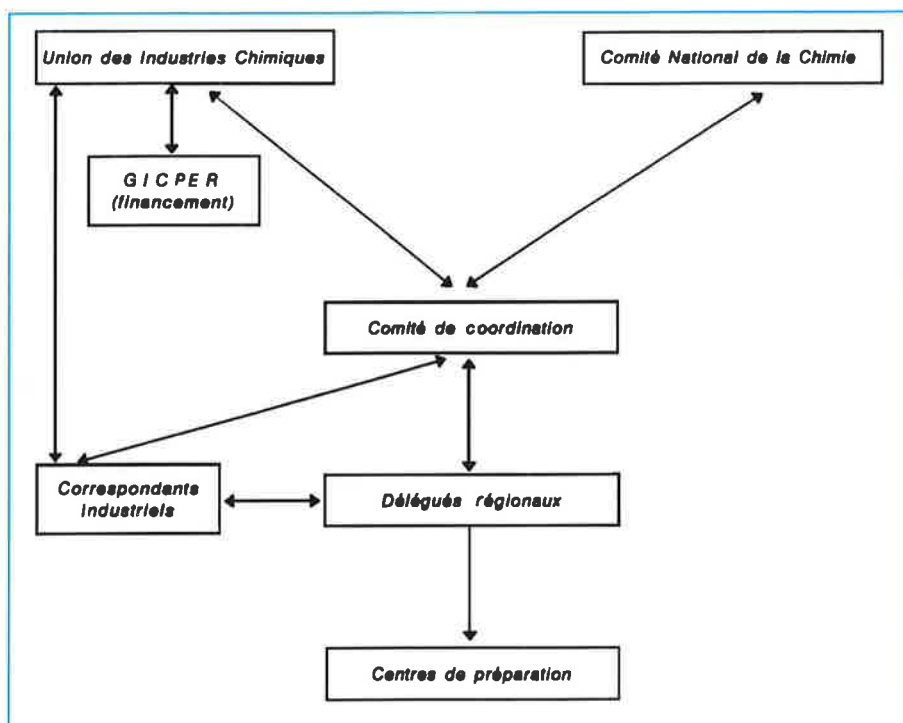


Figure 1 - Schéma de l'organisation des Olympiades.



Tableau I - Les Olympiades nationales de la chimie en quelques chiffres (à partir de 1988).

Nombre de candidats aux épreuves régionales							
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Admis	2 800	3 200	3 600	4 000	4 000	3 800	3 400
Inscrits aux concours	2 600	2 860	2 998	3 067	3 028	3 030	2 834
		+ 10 %	+ 5 %	+ 2 %	-1,3 %	-	-6,5
Nombre de centres de préparation							
	123	136	149	160	173	181	171
Nombre de professeurs participant à la préparation des candidats							
Enseignement secondaire	390	457	501	536	> 580	> 580	576
Enseignement supérieur	88	162	150	141	> 190	> 190	181
Origine scolaire des 80 candidats (16 filles, 64 garçons) du concours national des Xe Olympiades							
Terminales	C	D	F6	F7			
Nombre	57	2	18	3			

– Un questionnaire relatif à la manipulation.

– Un entretien avec un jury comprenant enseignants et industriels.

La remise des prix aux lauréats nationaux a lieu au cours d'une cérémonie solennelle, présidée par un ministre ou une haute personnalité de l'industrie ou de la recherche, qui s'est tenue la première année à la tour Elf (l'année de son inauguration) et, depuis, régulièrement, à la Maison de la Chimie, qui est très associée aux Olympiades.

Les prix sont importants (plusieurs milliers de francs), et attribués aux lauréats et à leurs professeurs. Ils sont offerts aujourd'hui, par des entreprises chimiques, par des ministères, des syndicats professionnels de la chimie, par de grands organismes (Académie des sciences, Société Française de Chimie, CNRS), des grandes écoles (École polytechnique, écoles de chimie), de grandes universités (Paris VI).

#### Évolution des Olympiades

Dès la première année, les Olympiades rencontrèrent le succès : 1 500 élèves de terminale se portaient volontaires, 350 professeurs et ingénieurs s'engageaient bénévolement dans leur encadrement dans 70 centres de préparation répartis dans toutes les académies.

Le groupe Elf fut alors relayé par l'Union des Industries Chimiques qui réussit, avec l'aide du Comité National de la Chimie, à intéresser de nombreuses entreprises à l'opération.

L'UIC assure, aujourd'hui, et depuis de nombreuses années, le financement, la gestion et le secrétariat des Olympiades, et plusieurs ministères contri-

buent à leur financement, ainsi que tous les partenaires qui accordent un prix national.

L'évolution des effectifs de candidats aux Olympiades et l'évolution parallèle du nombre de centres de préparation et du nombre de professeurs et d'ingénieurs, qui en assurent l'encadrement, apparaissent sur le *tableau I*. Le nombre de centres de préparation atteint aujourd'hui 171.

Depuis leur création, 40 000 élèves des classes terminales ont participé aux Olympiades, et environ 2 000 professeurs et ingénieurs les ont encadrés.

#### Conséquences des Olympiades : leur rôle dans l'évolution des programmes de chimie du second degré

L'impact des Olympiades déborde aujourd'hui très largement celui qui pourrait être déduit des seules données quantitatives : le caractère novateur de l'enseignement de la chimie présenté dans les centres de préparation a en effet progressivement diffusé dans une grande partie des lycées, grâce :

– A l'action menée par l'Inspection générale et les inspecteurs pédagogiques régionaux.

– A l'action menée par les professeurs engagés dans l'encadrement des Olympiades.

– A l'intérêt, voire à l'enthousiasme des élèves qui ont suivi assidûment cette formation complémentaire, en dépit parfois de grandes difficultés (centres de préparation éloignés de plusieurs dizaines de kilomètres de leur domicile, horaires contraignants, le soir, le mercredi après-midi ou le samedi...).

– A la large diffusion, chaque année, par les soins de l'Union des Physiciens et de l'Union des Industries Chimiques, des annales des sujets des concours régionaux et national.

– Aux larges échos que la presse régionale accorde à l'organisation des Olympiades et aux cérémonies de remises de prix (*photo 3*).

– Au soutien permanent de la direction des lycées et collèges du ministère de

l'Éducation nationale, des recteurs et des services rectoraux, des chefs d'établissement (proviseurs, directeurs d'écoles de chimie, présidents d'université et d'UFR).

Depuis 1990, notre enseignement secondaire est de plus en plus fortement marqué par les Olympiades.

En 1990, en effet, un recueil d'épreuves sélectionnées des Olympiades a été réalisé par l'Union des physiciens et l'Union des Industries Chimiques, et diffusé, avec l'aide de l'inspection générale, des rectorats, des inspecteurs pédagogiques régionaux, des proviseurs, à tous les professeurs de sciences physiques des lycées publics et privés.

La même année, l'inspection générale obtenait une modification de l'épreuve de sciences physiques des baccalauréats C, D, E, destinée à apprécier la formation expérimentale reçue par les candidats.

Cette mesure déclencha rapidement, chez les professeurs de lycée, un regain d'intérêt pour les travaux pratiques de chimie : plusieurs MAFPEN organisent, depuis cette date, des sessions de formation continue, que les professeurs engagés dans les Olympiades encadrent.

La même année également, le ministère de l'Éducation nationale s'est engagé dans une réforme en profondeur des programmes des lycées, et a confié leur rédaction à des groupes techniques disciplinaires (GTD) comprenant des professeurs de lycées et de classes préparatoire, des professeurs de l'enseignement supérieur et même, en chimie (il s'agit là d'un cas unique découlant des Olympiades), d'industriels.

Il était d'ailleurs remarquable que deux





Photo 3 - Le Professeur Marc Julia (actuellement président de la SFC) remet le prix de l'Académie des sciences à M. Thierry Levy de terminale C du lycée Poincaré (Nancy), le 3 juin 1992 à la Maison de la Chimie, devant MM. Montel et Tripard et les autres lauréats des Olympiades 1992.

groupes techniques distincts soient constitués pour la physique et pour la chimie, bien que ces deux disciplines soient enseignées par le même professeur.

Le GTD de chimie est présidé, depuis sa création, par Jean-Michel Lefour, maître de conférences à l'École polytechnique, professeur agrégé à l'université d'Orsay, qui s'est exprimé récemment de la façon suivante [5] :

*«Le GTD de chimie a entrepris une rénovation complète des programmes de chimie de la classe de quatrième à la classe de terminale [...].*

*Les projets de programme rédigés par le GTD ont été soumis à une très large concertation, notamment auprès des professeurs, par le canal des associations professionnelles.*

*Ils ont reçu l'approbation de l'Union des Physiciens, de l'Association des Professeurs d'Initiation aux Sciences Physiques, de l'Union des Industries Chimiques, du conseil national des Programmes et enfin du conseil supérieur de l'Éducation dans leurs versions définitives. Certains d'entre eux sont entrés en application à la rentrée 1993.*

*Notre motivation première a été de poursuivre le travail de fond entrepris autour de la préparation aux concours des Olympiades de la chimie pour rénover les pratiques pédagogiques de l'enseignement de la chimie. En effet, cette année, près de quatre mille élèves*

*de terminales préparent activement les concours dans les différents centres de préparation. C'est sans aucun doute un succès considérable et inespéré...*

*En fait, sur bien des points, les Olympiades marquent les nouveaux programmes :*

*- le programme de chaque année est articulé autour d'un thème :*

*en quatrième : chimie et alimentation (eaux et boissons),*

*en troisième : la compétition des matériaux,*

*en seconde générale et technologique : ressources naturelles, chimie, environnement,*

*en première scientifique : Chimie et énergie,*

*en terminale scientifique : les molécules de l'hygiène, de la beauté et de la santé.*

*Cependant, l'enseignement proposé ne veut pas être uniquement un enseignement thématique. Dans chaque programme sont proposées en alternance des parties thématiques et des parties de structuration. Les connaissances scientifiques, et les différents concepts ainsi que les méthodes de raisonnement propres à la chimie y sont progressivement développés».*

*«Les thèmes choisis privilégient la chimie au quotidien et des problèmes de société que la chimie contribue à résoudre».*

*«Nous souhaitons privilégier l'ensei-*

*gnement expérimental : ainsi, chaque fois que cela a été possible, nous avons choisi de présenter les expériences avant l'introduction des modèles et des concepts. Chaque thème est illustré par des activités expérimentales sous forme d'expériences de cours et/ou de travaux pratiques. Ces activités doivent tenir une place centrale dans la formation, et les compétences associées doivent être évaluées par le professeur».*

*«Les aspects de mémorisation des connaissances, non négligeables en chimie, n'ont pas été oubliés. Nous avons proposé que le professeur fasse réaliser par les élèves des «cartes d'identité» sur les corps purs et des «fiches d'identification» sur les matériaux rencontrés». ... «Les cartes d'identité et les fiches d'identification contiennent des propriétés physico-chimiques des composés ainsi que des informations sur les consignes de sécurité à respecter lors de leur manipulation et sur leur toxicité éventuelle vis-à-vis de l'homme comme de l'environnement».*

## Conclusions

Les effets des Olympiades sont d'ores et déjà ressentis dans l'enseignement supérieur et dans les entreprises :

- Dans l'enseignement supérieur, les écoles de chimie, les départements de chimie des IUT voient maintenant arriver des élèves qui ont une vocation de chimiste. L'effet est également ressenti dans les écoles normales supérieures et dans les universités.

- Dans les entreprises, on trouve à recruter de plus en plus de bons chimistes motivés : c'était bien là le premier objectif fixé aux Olympiades par l'industrie chimique. Le certificat de participation aux Olympiades, qui est distribué à tous les lycéens qui se sont présentés aux concours régionaux, constitue d'ailleurs souvent un document très favorable à l'embauche.

Mais l'influence exercée par les Olympiades sur les nouveaux programmes des lycées les amène à jouer des aujourd'hui un rôle beaucoup plus important.

Si l'on veut, en effet, éviter les écueils précédemment rencontrés lors de la mise en œuvre des programmes élaborés par la commission Lagarrigue, il convient

d'assurer une formation complémentaire à de nombreux professeurs de lycée et de collège, de leur apporter une documentation actualisée sur les productions industrielles, de construire et d'équiper de nombreux laboratoires de travaux pratiques.

Sur tous ces plans, l'important réseau constitué par les délégations régionales des Olympiades et par les professeurs qui ont encadré les candidats constitue un «noyau de compétences». Il intervient déjà dans la formation des professeurs, et les relations établies avec les conseils régionaux et généraux sont de nature à donner à la chimie la place qui lui revient dans l'équipement des laboratoires.

L'industrie chimique, par ailleurs, sensibilisée par les Olympiades, se mobilise pour contribuer à la documentation des professeurs. Les relations établies par les correspondants industriels entre les lycées et les entreprises faciliteront d'ailleurs beaucoup les choses.

On doit signaler en particulier, la diffusion en cours, à titre gratuit, auprès de tous les professeurs de sciences physiques des lycées d'un second recueil d'épreuves sélectionnées des concours des Olympiades : ce recueil, élaboré par l'Union des Physiciens et l'Union des Industries Chimiques, constitue un véritable «livre du maître» particulièrement bien adapté aux nouveaux programmes. Des exemplaires seront d'ailleurs mis à la disposition des écoles normales supérieures, et des IUFM, de telle sorte que les futurs professeurs reçoivent la formation adaptée aux nouveaux programmes. Dans de nombreuses académies, des élèves de 2<sup>e</sup> année d'IUFM sont d'ores et déjà officiellement engagés dans l'encadrement des centres de préparation aux concours des Olympiades, et ils sont passionnés par l'expérience qu'ils y acquièrent.

Parallèlement, ou indépendamment des Olympiades, de nombreuses initiatives se sont matérialisées et développées, en vue d'offrir aux professeurs de lycées et de classes préparatoires la possibilité de mieux appréhender l'environnement du système éducatif, les réalisations industrielles, les carrières offertes aux chimistes, l'évolution des connaissances et des procédés...

Ainsi,

– L'UIC et la Société de Chimie Indus-

trielle organisent chaque année, à l'intention d'une vingtaine d'enseignants qui ont été distingués dans la formation des candidats aux Olympiades, un périple d'une semaine dans de grandes entreprises de la chimie, à l'échelle nationale ou européenne.

Ces voyages sont très appréciés des professeurs, qui en reviennent avec des réponses à de nombreuses questions et avec une large documentation.

– La Société de Chimie Industrielle réalise, chaque année, une opération «1 000 professeurs», qui permet à un millier de professeurs de lycée de rencontrer des ingénieurs d'entreprise et de visiter des usines, pendant une journée très agréablement organisée. Par ailleurs, elle met en place des visites dans les classes préparatoires d'ingénieurs et d'élèves-ingénieurs des écoles de chimie, pour informer les élèves de ces classes sur les études en chimie et leurs débouchés.

– La Société Française de Chimie a fait évoluer fortement *L'Actualité Chimique*, en en faisant un périodique d'information et d'échanges à l'intention des professeurs du second degré et de l'enseignement supérieur, des chercheurs, des ingénieurs de l'industrie, des étudiants, avec une approche comparable à celle d'*Unichimie*. Sa division Enseignement de la chimie organise, par ailleurs, chaque année, depuis 12 ans, les JIREC (Journées d'information et de recherche sur l'enseignement de la chimie), où des professeurs du supérieur et du secondaire se rencontrent pour traiter de questions d'intérêt commun.

Ainsi, une véritable dynamique s'est créée dans tous les milieux intéressés à la chimie, dont les effets se font maintenant sentir.

Pour terminer, je souhaiterais attirer votre attention sur la considérable évolution que subit actuellement la formation des futurs étudiants d'université et d'école. Le calendrier de mise en place des nouveaux programmes de chimie dans les lycées permet de prévoir que ces nouveaux étudiants arriveront à la rentrée 1995 dans l'enseignement supérieur avec un profil très différent de celui que nous avons connu.

On peut raisonnablement espérer qu'ils auront acquis, du fait d'une plus grande réceptivité, une meilleure

connaissance des notions et des concepts inscrits à leur programme, et qu'ils attendront de l'université, une formation supérieure qui, en restant d'un haut niveau, ne néglige pas les dimensions pratiques et industrielles de la chimie.

Cet aspect aura une importance particulière pour la formation des futurs professeurs de lycée dont l'enseignement supérieur à la charge.

Permettez-moi de formuler l'espoir d'un prochain retour de la chimie à la place qui lui revient dans notre enseignement et dans notre culture nationale.

### Références

- [1] Hulin M., *Le mirage et la nécessité*, Presses de l'École Normale Supérieure et Palais de la Découverte, Paris, 1992, p. 41.
- [2] *ibid.*, p. 37.
- [3] *ibid.*, p. 37-38.
- [4] Sous-Commission «Relations avec l'amont» de la Commission des Titres d'ingénieur, rapport portant recommandations sur les actions à mener en vue de réduire le caractère abstrait de la préparation des élèves à l'accès aux grandes écoles d'ingénieurs, 1979, p. 1.
- [5] Lefour J.M., Les nouveaux programmes de chimie du secondaire, conférence présentée au colloque «Demain, la chimie», Paris, 8 décembre 1993.

### Notes

- 1 Les thèmes suivants ont été successivement retenus : chimie et boissons ; chimie et environnement ; chimie et santé ; chimie et sports ; chimie, arts et loisirs...



# Notes de voyage : Brésil

Raymond Hamelin\* *rédacteur en chef*

## Université de Campinas (Brésil)

**C**ampinas, ville de plus d'un million d'habitants, située à près de 100 km au nord de São-Paulo, est dotée d'un campus universitaire, «Unicamp», depuis octobre 1966. Moins de trente années ont suffi à placer cette université d'État, non seulement au premier rang des établissements brésiliens, mais également au foyer d'un actif réseau de coopération internationale. Campinas se trouve au centre de l'État de São-Paulo, où se développe 40 % de l'activité industrielle du Brésil grâce à 24 % de la population active du pays.

Dès sa fondation, Unicamp fut dotée d'une double vocation : d'une part, former des professionnels, grâce à une éducation et une recherche adaptées aux besoins nationaux, d'autre part, constituer une solide base de compétence dans les disciplines fondamentales : mathématiques, physique et chimie.

Chaque année, Unicamp accueille 2 000 nouveaux étudiants (sur 36 000 candidats). Il y a deux ans, 1 680 seulement étaient admis, l'augmentation de l'effectif a été rendue possible par la création de huit cours du soir en informatique, physique et ingénierie.

\* L'Actualité Chimique, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : (1) 43.25.20.78. Fax : (1) 43.25.87.63.

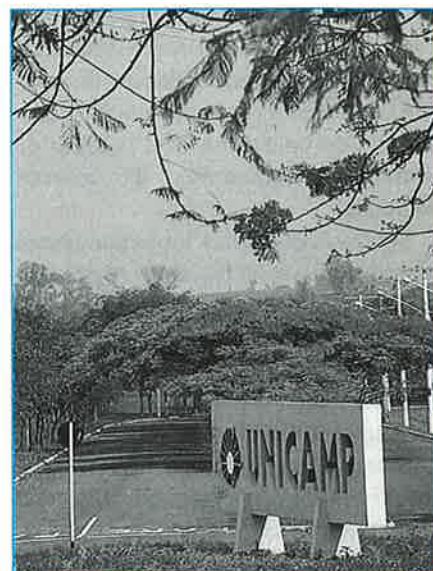
Unicamp est l'université brésilienne qui accorde la plus grande place à la recherche, tout particulièrement la recherche appliquée. Près de la moitié du corps professoral a obtenu un doctorat dans une université américaine ou européenne. Cela explique l'ampleur des relations internationales. A elle seule, Unicamp assure 15 % des recherches universitaires brésiliennes. Cette activité remarquable a déjà suscité l'implantation d'un bon nombre d'industries de pointe au voisinage du campus.

### L'Institut de Chimie de l'Unicamp

L'Institut de Chimie fut l'un des premiers constitués lors de la fondation de l'université de Campinas. Le premier laboratoire démarra en 1969 et les locaux actuels furent inaugurés en 1971. Ils représentent environ 15 000 m<sup>2</sup> utilisés pour l'enseignement et la recherche.

L'équipement de cet institut est remarquable. Citons des spectromètres RMN 60, 90, 100 et 300 MHz, des spectromètres de masse à haute résolution ou couplé à la chromatographie gazeuse. La bibliothèque contient plus de 10 000 ouvrages et est abonnée à 269 périodiques internationaux.

Le corps professoral comprend 82 enseignants (dont 78 docteurs). La structure de l'enseignement est de type américain : 400 étudiants sont de niveau «undergraduate», 269 préparent un master ou un PhD. En 1992, 26 thèses de doctorat ont été soutenues, ainsi que 25 diplômes de master.



## Université de Campinas - S.P. - Brésil

Date de création	octobre 1966
Superficie du campus	295 ha
Surface construite	400 000 m <sup>2</sup>
Nombre d'instituts et collèges	19
Nombre d'enseignants	2 100
Nombre d'étudiants	15 000
dont «undergraduates»	8 700
«graduates»	6 300
Nombre annuel de masters	600
Nombre annuel de PhD	250

Remarquons que l'Institut de Chimie ne comprend pas la faculté de «Chemical Engineering» de création encore plus récente, qui comprend 41 enseignants (dont 35 docteurs) et reçoit 420 étudiants «undergraduates» et 250 «graduates».

L'Institut de Chimie offre aux jeunes recrues trois voies : une licence en chimie leur conférant un professionnalisme apprécié dans les laboratoires universitaires ou industriels, une licence en technologie chimique préparant aux métiers des ateliers industriels, et un diplôme d'enseignant chimiste. En 1992, ces trois voies ont connu respectivement 26, 18, et 5 diplômés. Au travers de ces chiffres, on peut constater la rigueur de la sélection à l'entrée et pendant le déroulement des études.

L'Institut est divisé en quatre départements offrant, au total, 45 spécialités de recherche. Pour illustrer leurs poids





Vue générale du Campus de l'Université de Campinas (Brésil).

relatifs sont précisés entre parenthèses après le nom du responsable le nombre d'étudiants «graduates» travaillant dans chacun d'eux :

. Chimie physique : Pr. Pedro Luiz O, Volpe (54)

. Chimie analytique : Pr. Matthieu Tubino (50)

. Chimie inorganique : Pr. Claudio Airoidi (48)

. Chimie organique : Pr. P.M. Imamura (80)

Quant aux thèmes des recherches poursuivies, nous nous contentons de signaler quelques orientations à titre d'exemples :

- méthodes de séparations analytiques, applications à la détection de traces de dérivés halogénés et autres produits toxiques dans la nature, séparations Zr-Hf...,

- polymères, fibres naturelles, poly-

mères conducteurs, polymères naturels, – chimie de l'état solide, verres et céramiques,

– synthèses de composés organiques, étude des mécanismes réactionnels, dérivés azotés, molécules chirales,...

– chimie des substances naturelles : identification et synthèse des polyacétylènes, alcaloïde, huiles essentielles. étude des plantes de l'Amazonie ou d'origine marine,...

– phytochimie, électrochimie, radiochimie,...

– etc...

Financement ? "Nous n'avons pas trop à nous plaindre". De fait, la liste des contrats de recherche, accordés, pour la plupart, par des organismes publics est impressionnante. L'origine des fonds est en partie (peut-être majoritairement) internationale : Banque Mondiale, CEE.... Mi-1994, les responsables des

laboratoires étaient fort actifs à répondre à une série d'appels d'offres d'organismes brésiliens (Finep, CNPQ, CAPES) chargés de répartir 18 millions de dollars dont les trois-quarts d'origines extérieures au Brésil.

La coopération avec la France est réelle car la chimie française est fort estimée, mais elle est loin d'être celle qui est souhaitée. Une comparaison avec l'Allemagne serait instructive (à noter l'efficacité de la Fondation Volkswagen). Que faudrait-il faire ? Ne pas limiter les soutiens financiers au paiement des déplacements des personnes. Les laboratoires brésiliens aimeraient être associés au choix des sujets de recherche. Pourquoi pas en liaison avec une entreprise industrielle ? Ce qui manque à la coopération avec la France, c'est avant tout un suivi.

## Codetec

La Companhia de Desenvolvimento Tecnológico - Codetec- est une société privée brésilienne créée en 1976 sur initiative conjointe de l'université de Campinas, du ministère du Commerce et de diverses entreprises et organismes brésiliens<sup>1</sup>. Son objet est la fourniture de services de recherche, d'ingénierie et de conseil en chimie fine et en biotechnologie, plus particulièrement dans le domaine des produits pharmaceutiques.

De 1976 à 1983, la société était installée dans les locaux de l'Unicamp et se consacrait principalement au développement de produits et procédés en s'appuyant sur les capacités de l'université en physique et chimie appliquées. Les principaux résultats de cette période furent la mise au point de collecteurs d'énergie solaire, d'un équipement de gazéification du bois, d'électrolyseurs, de lasers chirurgicaux, d'une production de furfural à partir de bagasse de canne à sucre. Les résultats furent concrétisés par la création d'entreprises filiales et d'activités industrielles, en plein développement : Criometal (cryogénie), Unisol (énergie solaire), Thermoquip (gazéification du bois), Codeleto (électrolyse). Signalons encore une filiale informatique : Novodata.

L'activité de Codetec dans le domaine des produits naturels de la chimie fine et de la biotechnologie résulte d'une décision des ministères brésiliens de la Santé et du Commerce et du CNPq de développer une capacité nationale dans le domaine de la chimie pharmaceutique. En 1984, furent construits des laboratoires et une unité pilote de synthèse organique.

En 1989, le programme fut élargi à la biotechnologie (microbiologie appliquée, procédés de fermentation, enzymes). Les résultats de ces programmes se résument ainsi : 79 procédés de fabrication mis au point et 14 projets d'installation réalisés dans diverses entreprises aux centres de recherches, sans compter de nombreuses expertises dans tous les pays d'Amérique du Sud.

Le personnel de la Codetec comprend 95 employés à temps plein dont 80 diplômés (6 docteurs et 14 titulaires d'un master). Plus de 10 millions de dollars ont été investis. Codetec occupe 10 000 m<sup>2</sup> d'un parc réservé aux entreprises de pointe, près du campus de l'université (3 500 m<sup>2</sup> de plancher). De 1984 à 1992, les dépenses de fonctionnement se sont élevées à 11 millions de dollars dont 55 % ont été couverts par des contrats industriels et, le reste, par diverses prestations de service.

<sup>1</sup> Actuellement, le capital de Codetec est de 26,4 milliards de cruzeiros. Il est détenu par 4 entreprises publiques (15 %) et 23 entreprises privées (84 %).

### Pour en savoir plus

Codetec, Caixa Postal 6041, Campinas SP, Brésil.

Tél. : + 55 (192) 394499. Fax : + 55 (192) 394615.

Président : Prof. R.C. de Cerqueira Leite.

Directeurs : MM. José Carlos C.B. Covizzi et Vitor José Buzoli.

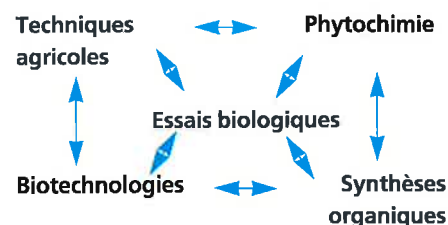


Laboratoires de la Codetec.

## Le Centre Pluridisciplinaire de Recherche de l'Unicamp

En 1986, la Société Monsanto a cédé à l'Unicamp un terrain d'essais agricoles de 42 ha situé à 8 km du campus. Y fut implanté un centre pluridisciplinaire de recherche, selon un projet conçu par un groupe de professeurs. Dès 1987, furent définis les domaines d'activités de ce centre : biotechnologies, essais biologiques, phytochimie, synthèse chimique organique, technologie agricole.

L'accent était mis sur le caractère interdisciplinaire des études d'où la présentation suivante des compétences du centre :



Le CPQBA (pour «Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas») comprend actuellement 82 personnes :

- 34 chercheurs dont 10 docteurs et 18 étudiants (en maîtrise et doctorat),
- 33 ingénieurs, techniciens et administratifs,
- 15 stagiaires.

Les recherches ont un caractère technologique marqué et correspondent toujours à une finalité économique. Voici quelques exemples :

- extraction et caractérisation de substances végétales ayant des propriétés pharmaceutiques (antimalaria),
- modifications chimiques de principes actifs,
- synthèse totale ou partielle de produits pharmaceutiques,
- utilisation de microorganismes dans des processus industriels,
- développement de bio-insecticides basé sur des cultures bactériennes et virales,
- développement de méthodes analytiques pour la détection et la détermination des résidus de pesticides dans les produits alimentaires ou dans la nature,
- etc.

Les projets d'avenir portent sur la technologie des protéines (détermination de



leurs propriétés fonctionnelles, applications dans les industries agro-alimentaires et pharmaceutiques, et l'aquaculture en vue d'en assurer le développement dans les diverses parties du Brésil.

Bien que la plupart de ses responsables soient professeurs à l'Unicamp, le Centre n'a pas directement d'activité d'enseignement, sauf (la réserve est importante) la préparation des 18 mémoires de maîtrise ou de doctorat.

Il s'agit donc d'une remarquable expérience de transfert de connaissances entre l'Université et le monde économique qui peut être favorablement comparée aux

meilleurs exemples de pays occidentaux, français notamment.

Malgré l'impressionnant travail accompli depuis sept ans et la qualité reconnue des résultats obtenus, le succès de ce centre paraît encore fragile. Son ambition est d'arriver à un autofinancement, ce qui suppose des revenus substantiels des brevets déposés et un financement des travaux entrepris par des entreprises industrielles (ces deux conditions ne sont pas aisément compatibles). Pendant les premières années, l'enthousiasme des actions universitaires a été soutenu financièrement par l'université (ce qui est bien

naturel), par l'Etat de Sao-Paulo, et peu-à-peu par des contrats industriels. L'équilibre pourra-t-il être atteint ?

Il semble que le centre doit encore convaincre les industriels que les programmes lancés sur des fonds publics, y compris ceux d'origine universitaire, peuvent utilement s'associer à leur politique de recherche. Le Brésil n'est pas le seul pays où l'on rencontre ce problème.

• **Pour en savoir plus :** Prof. Fernando Galebeck, Directeur Institut de Química, Unicamp, Caixa Postal 6154, 13081-970 Campinas - SP, Brésil.  
Tél. : + (55) (192) 391110.

## Le Centre d'Études Supérieures de Génie et Ingénierie Chimique (Cesgichim)

**L**e Cesgichim\* fait partie du groupe SFERE (Société Française d'Exportation des Ressources Éducatives), vitrine à l'étranger de l'enseignement supérieur français (chimie, génie chimique, biotechnologies, matériaux...), sa vocation essentielle est la gestion de boursiers étrangers venant effectuer des études en France.

Cette formation se fait majoritairement sous la forme d'un DEA + doctorat dans des universités et grandes écoles. Elle peut se faire aussi sous la forme de stages spécifiques, de stages postdoctoraux, ou dans le cadre de la formation continue. Le Cesgichim participe à la sélection sur place des étudiants, en liaison avec les postes scientifiques des ambassades de France. Il propose la candidature des étudiants retenus dans les formations doctorales appropriées, organise leur répartition, et les suit pendant leur séjour en France.

En 1993-1994, ces étudiants ont réalisé leurs travaux à raison de 65% en

écoles, 35% en universités - avec 25% sur Paris et 75% en province.

Dans le cadre de la formation par la recherche, le Cesgichim participe à la gestion, par ailleurs, des programmes de coopération postgradués (PCP). Ces recherches sont menées conjointement entre des laboratoires français et étrangers. Actuellement, ces actions sont menées avec le Venezuela, la Colombie et le Mexique.

Le Cesgichim est appelé aussi à coopérer avec les entreprises industrielles françaises confrontées avec des problèmes de formation d'étrangers (niveaux IUT et écoles d'ingénieurs, formation initiale et continue).

Il faut ajouter des activités plus ponctuelles telles que l'élaboration et la réalisation de missions scientifiques et pédagogiques, auxquelles participent des spécialistes français et étrangers. Ces missions ont pour but de faire l'état de l'art sur un thème pouvant susciter des échanges universitaires entre la France et le pays concerné. Les thèmes suivants ont été traités ces dernières années : "membranes" au Japon, "capteurs" aux États-Unis, "sécurité des procédés" en Grande-Bretagne.

Les financements de ces actions (SFERE, dont Cesgichim) sont français (publics ou privés), bilatéraux ou multilatéraux, avec une part croissante de financements étrangers (Bruxelles,

Washington, pays partenaires...). Les pays choisis relèvent de choix émanant des pouvoirs publics français (ex : Vietnam), des organismes professionnels français (ex : Turquie), d'entreprises françaises (ex : Chine Populaire), d'ambassades de France (ex : Inde), de pouvoirs publics étrangers (ex : Brésil) ; ce sont essentiellement des pays nouvellement industrialisés (ex : Mexique, Indonésie...) et de petits pays à haut contenu technologique (ex : Corée du Sud, Afrique du Sud, Finlande...). Ces choix sont déterminés en fonction du rayonnement universitaire français, des besoins pédagogiques étrangers, et des intérêts économiques français.

Le bureau du Cesgichim, qui se réunit deux fois par an, compte une vingtaine de membres, parmi les représentants du monde industriel (Elf Aquitaine, Rhône-Poulenc, CFPI, Technip...), du monde professionnel (UIC, IFP, ...), de sociétés savantes (SCI, SFC), des pouvoirs publics (ministère des Affaires étrangères, de l'Agriculture), des grandes écoles et universités concernées par les secteurs de chimie, génie chimique et génie des procédés (Centrale Paris, Mines d'Alès, UTC, écoles de chimie et génie chimique).

Claude Barré  
Président de Cesgichim

\* Cesgichim, 8, avenue des Minimes, 94300 Vincennes. Tél. : (1) 43.98.00.87. Fax : (1) 43.98.12.06. Président : Claude Barré.  
Secrétaire général : Danièle Clause.



## Le programme SFERE/CNPQ

La SFERE (Société Française d'Exportation des Ressources Educatives) est un organisme officiel\*, qui gère des formations d'étudiants étrangers en France. Elle regroupe des divers "CES" dont le CESGICHIM), a des relations avec le CNPq depuis 1980. Le CNPq (Conseil National de développement scientifique et technologique) est une fondation brésilienne de droit privé liée au Secrétariat au Plan de la Présidence de la République. L'un de ses buts est l'analyse de plans et programmes sectoriels et l'actualisation de la politique de développement scientifique établie par le gouvernement fédéral.

Le programme SFERE/CNPq en cours résulte d'une convention signée en 1991. Son objectif est de participer à l'amélioration de l'efficacité de la coopération technique entre le Brésil et la France. Il se limite aux domaines de la formation d'ingénieurs et de techniciens, en situant ses actions dans les directions suivantes :

- Envoi en France de boursiers brésiliens recrutés sur candidature individuelle, dans les cours existants sanctionnés par des diplômes ou certificats reconnus,
- Organisation en France, pour des groupes homogènes de boursiers, de programmes spécifiques d'une durée variable.

Une organisation parallèle franco-brésilienne (accord CAPES-COFECUB\*\*), gère les échanges avec des universités françaises (formations post-doctorales de chercheurs et enseignants).

- Sont pris en charge par la partie brésilienne : les frais de vie des étudiants, la couverture sociale pour le boursier et la famille, les frais liés à la promotion au Brésil du programme, à la présélection des candidats, le voyage aller-retour Brésil/France/Brésil du boursier (et

pour un ayant droit : conjoint ou un enfant), les frais de séjour au Brésil des experts français qui participent à la sélection.

- Sont pris en charge par la partie française : la préformation linguistique et scientifique, le suivi pédagogique général et particulier du boursier, les coûts spécifiques induits par la présence du boursier en France dans un établissement d'enseignement supérieur français (frais de formation, d'inscription, d'aide à l'achat de livres, de voyages d'études sur le terrain, de déplacement dans le cadre de la formation, de participation à des congrès...)

Depuis 1980, environ 200 boursiers brésiliens ont bénéficié de cette coopération dont 35 dans le domaine du génie chimique et de la chimie (donc gérés par le CESGICHIM). La répartition de ces 42 boursiers dans le temps mérite attention :

promotions 1981-87	14 au total
promotion 1988	10
promotion 1989	8
promotions 1990-92	3 au total
promotion 1993	0
promotion 1994	7

La mise en sommeil de l'ensemble du programme après 1990 résulte de la volonté par la partie brésilienne d'une réorientation de l'accord dans une optique plus professionnalisée avec comme objectifs :

- réaliser des actions de formation proches des nécessités économiques et industrielles du Brésil,
- cibler des actions vers des secteurs jugés comme prioritaires par les parties brésilienne et française.

Ont été envisagés par le CNPq et la SFERE outre les actions jusqu'ici réalisées (accueil de boursiers pour suivre des formations doctorales en France), l'accueil d'ingénieurs et de professeurs brésiliens en France pour des stages de courte durée (1 à 6 mois) non diplômants, la réalisation au Brésil de cycles de formation continue pour ingénieurs et professeurs, l'organisation de stages post-doctoraux ou non, individualisés dans les laboratoires français. Les thèses "sandwich" ont également été évoquées.

Pour le relancement du programme,

proposition fut faite pour l'attribution par le CNPq de 50 bourses à des étudiants brésiliens pour la préparation en France, à partir de l'année universitaire 94-95, de formations dispensées comme suit :

- 20 bourses réparties pour la préparation de doctorats ou des recherches post-doctorales,
- 30 bourses pour la préparation de mastères.

Les domaines retenus concernent les télécommunications et le génie chimique.

### Pour en savoir plus

\* SFERE S.A. 8 avenue des Minimes, 94306 Vincennes Cedex.  
Tél. : (1) 43 98 00 87. Fax : (1) 43 98 12 06.

\*\* CAPES : Direction Postgraduations du Ministère de l'Education Nationale brésilien

COFECUB : Comité Français d'Évaluation de la Coopération Universitaire avec le Brésil, comité interministériel en relations avec les ministères de l'Education Nationale, de l'Agriculture et des Affaires Etrangères.

### SBQ

- 18e réunion annuelle de la société brésilienne de chimie/
- 7e rencontre brésilienne de photochimie

30 mai - 2 juin 1995

Caxambu (MG) - Brésil

Renseignements :

- SBQ, Caixa Postal 20779, 01452-990 Sao-Paulo-SP

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

# La réaction de Diels-Alder

Pierre Vogel<sup>1</sup> professeur, Alain Guy<sup>2</sup> professeur, Yves Langlois<sup>3</sup> professeur, André Lubineau<sup>4</sup> professeur, Daniel Grierson<sup>5</sup> directeur de recherche, Robert Bloch<sup>6</sup> directeur de recherche, Janine Cossy<sup>7</sup> professeur

Le 25 mars 1994 a eu lieu à l'ESPCI, 10 rue Vauquelin à Paris, un mini-symposium sur la réaction de Diels-Alder où 6 conférenciers ont exposé leurs travaux. Ce mini-symposium s'adressait aussi bien aux étudiants du 3e cycle qu'à des chercheurs.

Pourquoi avoir choisi la réaction de Diels-Alder comme thème ?

Il existe de nombreux produits naturels ou non, ayant des propriétés biologiques intéressantes et possédant des cycles à 6 chaînons hautement fonctionnalisés. De plus ces systèmes sont eux-mêmes le point de départ d'une grande diversité structurale.

La réaction de Diels-Alder est un bon moyen pour synthétiser ces cycles à 6 chaînons hautement fonctionnalisés. Cette réaction peut se faire de façon intra- ou intermoléculaire. Elle permet en principe de contrôler la configuration relative d'au

moins 4 centres asymétriques (A. Guy), d'obtenir des composés chiraux avec de bons excès énantiomériques (Y. Langlois). Elle permet de synthétiser aussi bien des carbocycles que des hétérocycles (D. Grierson, A. Lubineau) que des composés à chaînes ouvertes comme des polypropionates (R. Bloch). De plus, elle peut être réalisée dans des solvants non polluants tel que l'eau (A. Lubineau). Les effets de substituants, de milieu et de catalyseurs sur la régiosélectivité et la stéréosélectivité de ces cycloadditions peuvent être rationalisés par le modèle des états de transition des diradicaloïdes (P. Vogel).

## Le modèle des diradicaloïdes pour les états de transition des additions selon Diels-Alder

L'addition selon Diels-Alder [1] (cycloaddition [ $\pi 4s + \pi 2s$ ]) qui condense un diène conjugué sur une oléfine ou un acétylène (diénophile) pour fournir des dérivés du cyclohexène et, respectivement, du cyclohexa-1,4-diène (cycloadduits) est un des outils les plus puissants de la synthèse organique moderne [2]. Étant très souvent plus facile qu'une cycloaddition [ $\pi 2s + \pi 2s$ ] de deux oléfines conduisant à un cyclobutane et à cause de sa haute stéréosélectivité (suprafacialité, règle *endo* de Alder, régiosélectivité), on admet que l'addition selon Diels-Alder suit un mécanisme concerté (une seule étape, pas d'intermédiaire) avec un état de transition stabilisé par échange électronique entre diène et diénophile (aromaticité de l'état de transition, règle de Evans [3]) et dans lequel la formation des deux liaisons  $\sigma$  se fait de façon synchrone. Les effets de substituants des diènes et diénophiles (cycloadduits) sur la vitesse de la cycloaddition, sur la régiosélectivité et la stéréosélectivité (règle d'Alder, sélectivité faciale) se laissent rationaliser avec bonheur par la théorie des perturbations des orbitales moléculaires (PMO) [4] pour les cycloadduits simples (peu substitués). Cette théorie admet que l'état de transition est précoce et que les propriétés sont associées à celles des cycloadduits (énergie et formes des orbitales frontières) plutôt qu'à celles des adduits bien que la plupart des additions selon Diels-Alder soient exothermiques ( $\Delta H_r = 24,5$  kcal/mol pour cyclopentadiène + éthylène  $\leftrightarrow$  norbornène). Il faut donc admettre que les substituants affectent les orbitales frontières des cycloadduits plus que celles-ci ne sont perturbées par la compression des diènes et diénophiles ou que les deux types de perturbation restent parallèles, ce qui reste à démontrer.

1 Institut de Chimie Organique, Université de Lausanne, 2 rue de la Barre, CH - 1005 Lausanne. Tél. : +41 21.692.39.71. Fax : +41 21.692.39.75.

2 Laboratoire de Chimie Organique, CNAM, 292 rue Saint Martin, 75141 Paris. Tél. et fax : (1) 40.27.20.13.

3 Laboratoire de Synthèse des Substances Naturelles, Associé au CNRS, Université de Paris Sud, 91405 Orsay. Tél. : (1) 69.41.76.30. Fax : (1) 69.41.29.60.

4 Laboratoire de Chimie Organique, Associé au CNRS, Université de Paris Sud, 91405 Orsay. Tél. : (1) 69.41.72.33. Fax : (1) 60.19.27.70.

5 Institut de Chimie des Substances Naturelles, CNRS, avenue de la Terrasse, 91198 Gif-sur-Yvette. Tél. : (1) 69.41.72.33. Fax : (1) 60.19.27.70.

6 Laboratoire de Chimie Moléculaire, Associé au CNRS, Université de Paris Sud, 91405 Orsay. Tél. : (1) 69.41.76.30. Fax : (1) 69.41.29.60.

7 Laboratoire de Chimie Organique, Associé au CNRS, ESPCI, 10 rue Vauquelin, 75231 Paris. Tél. : (1) 40.79.44.29. Fax : (1) 40.79.44.25.

Les volumes d'activation des additions selon Diels-Alder sont généralement négatifs [5], proches des volumes de réaction ( $\Delta V^\ddagger \sim \Delta V_r < 0$ ), ce qui suggèrent des états de transition plutôt tardifs.

Il est bien connu que les rendements de la plupart des additions selon Diels-Alder augmentent en présence de pièges à radicaux. Par exemple, l'addition du 2,3-diméthylbutadiène sur l'acrylonitrile fournit à côté de l'adduit [4 + 2] attendu un polymère dont la proportion augmente en présence d'initiateurs de radicaux comme l'azoisobutyronitrile (AIBN), ou peut être réduite en présence d'hydroquinone ou de 2,2,6,6-tétraméthylpipéridine N-oxyde (TEMPO) [6]. Par calculs quantiques, Li et Houk [7] estiment que la cyclodimérisation [ $\pi 4s + \pi 2s$ ] du butadiène peut se faire aussi bien selon un processus concerté synchrone ou via un intermédiaire du type diradical octa-1,7-diène-3,6-diyle. En 1959, Woodward et Katz [8] et plus tard Firestone [9] visualisent les états de transition des additions selon Diels-Alder comme des diradicaux résultant de la formation d'une seule liaison  $\sigma$  entre diène et diénophile. Comme beaucoup de cycloadditions [4 + 2] ont des enthalpies d'activation ( $\Delta H^\ddagger$ ) plus basses que la différence d'enthalpie de formation estimée entre les diradicaux vrais **2** et les réactants **1** (schéma 1), il faut admettre qu'il existe une interaction stabilisante entre les deux entités radicalaires de **2** lorsque sa conformation se rapproche de celle des cycloadduits **4** ( $\Delta V^\ddagger < 0$ ). Cette interaction s'exprime par l'inclusion de configurations à transfert de charge, l'état, ou plutôt la structure de transition devenant un diradicaloïde du type **3**  $\leftrightarrow$  **3'**  $\leftrightarrow$  **3''** comme proposé par Epiotis [10] et Dewar [11]. La justification pour ce modèle de structure de transition est donnée par la théorie de Bell-Evans-Polanyi [12] qui considère deux configurations à transfert de charge (schéma 1), celle de plus basse énergie ayant probablement le plus fort effet sur le degré de concertation de la cycloaddition (assistance entre formation de 2 liaisons  $\sigma$  dans l'adduit et rupture de 2 liaisons  $\pi$  dans les cycloadduits).

En comprimant l'un sur l'autre les cycloaddents, l'énergie augmente pour leur configuration fondamentale à cause des

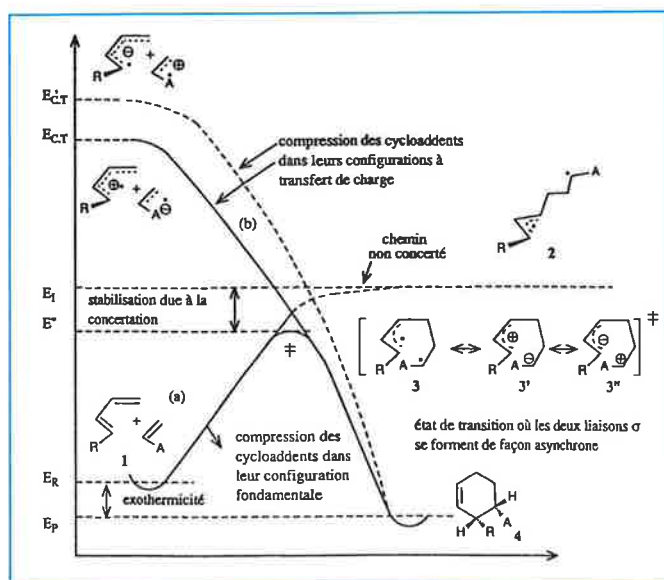


Schéma 1 - «Modèle diradicaloïde» des états de transition des additions selon Diels-Alder. L'énergie des configurations à transfert de charge est donnée par  $E_1$  (diène) - AE (diénophile) pour  $E_c$  et par  $E_1$  (diénophile) - AE (diène) pour  $E_c'$ .

répulsions interélectroniques et internucléaires. En même temps, les deux configurations à transfert de charge se stabilisent grâce à l'interaction électrostatique. Ces hypersurfaces d'énergie potentielle se coupent éventuellement à une valeur d'énergie plus basse que celle qui conduit au diradical vrai **2**. Dans ce cas, la réaction est concertée sans nécessairement impliquer que la formation des deux liaisons  $\sigma$  se fasse de façon synchrone. D'après cette théorie, une addition selon Diels-Alder est d'autant plus rapide ( $\Delta H^\ddagger$  petite) que les substituants sur le diène sont électrodonneurs et ceux du diénophile électroattracteurs (additions à demande électronique normale) ou lorsque les substituants sur le diène sont électroattracteurs et ceux du diénophile électrodonneurs (additions à demande électronique inverse). De plus, on prévoit que les cycloadditions d'un même type de cycloaddents (effets stériques et électroniques identiques) sont d'autant plus faciles que les réactions sont exothermiques [13] (relation de Bell-Evans-Polanyi  $\Delta H^\ddagger = \alpha \Delta H + \beta$ ), en accord avec le principe de Dimroth [14].

L'ensemble des cycloadditions [4 + 2] d'une régio- et stéréosélectivité donnée peut être représenté par un diagramme du type More O'Ferrall-Jencks (schéma 2) dans lequel on reconnaît une classe de réactions concertées où les 2 liaisons  $\sigma$  sont formées de façon synchrone, par exemple pour des diènes et diénophiles symétriques ou substitués de façon quasi symétrique (ce qui est démontré, par exemple, par mesures d'effets isotopiques cinétiques dans le cas de l'addition du fumarodinitrile sur l'isoprène [15]). Selon la nature des substituants des cycloaddents et du milieu, on prévoit que les adduits du type [2 + 2] [16] ou du type de Michael [17] (zwitterions intermédiaires) peuvent se former concurremment avec les cycloadduits [4 + 2] comme illustré avec la réaction du 1,1-dicyclopropylbutadiène avec l'éthylènetétracarbonitrile qui fournit un mélange de cycloadduits [4 + 2] et [2 + 2] à 20 °C dans  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . En présence de *p*-toluènthiol, on peut piéger le zwitterion intermédiaire dû à l'addition selon Michael [18].

Le modèle des diradicaloïdes permet de prévoir la régiosélectivité de n'importe quelle cycloaddition s'effectuant sous contrôle cinétique. Il suffit pour cela de connaître les effets de substituants sur la stabilité relative des radicaux, des cations et des anions. La plupart des déviations peuvent être attribuées à des effets stériques. Le même modèle permet d'expliquer la différence de réactivité des *s-cis* et *s-trans* énonés comme diéno-

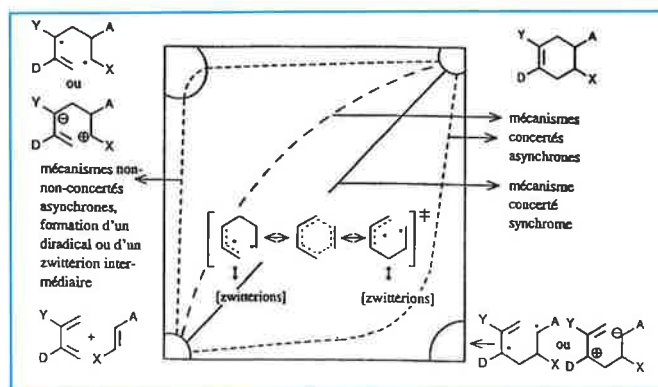


Schéma 2 - Diagramme du type More O'Ferrall-Jencks pour les cycloadditions [ $\pi 4s + \pi 2s$ ] (hypersurface d'énergie avec deux coordonnées de réaction, i.e. longueurs des 2 liaisons  $\sigma$  qui se forment dans la cycloaddition, l'énergie étant la troisième dimension, perpendiculaire au plan de la feuille).



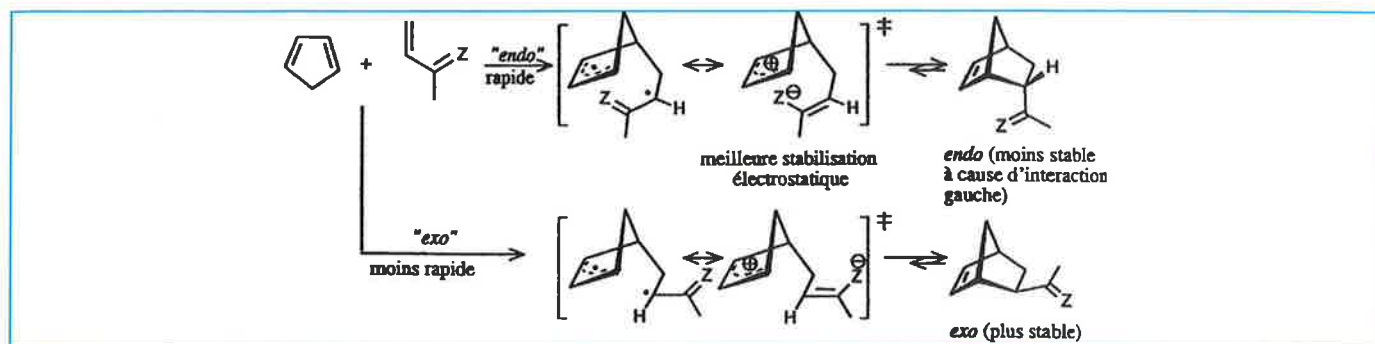


Schéma 3 - Règle *endo* d'Alder pour les additions selon Diels-Alder irréversibles. En coordonnant le diénophile avec un acide de Lewis ou de Bronsted, on stabilise la forme zwitterionique de l'état de transition, ce qui accélère la cycloaddition.

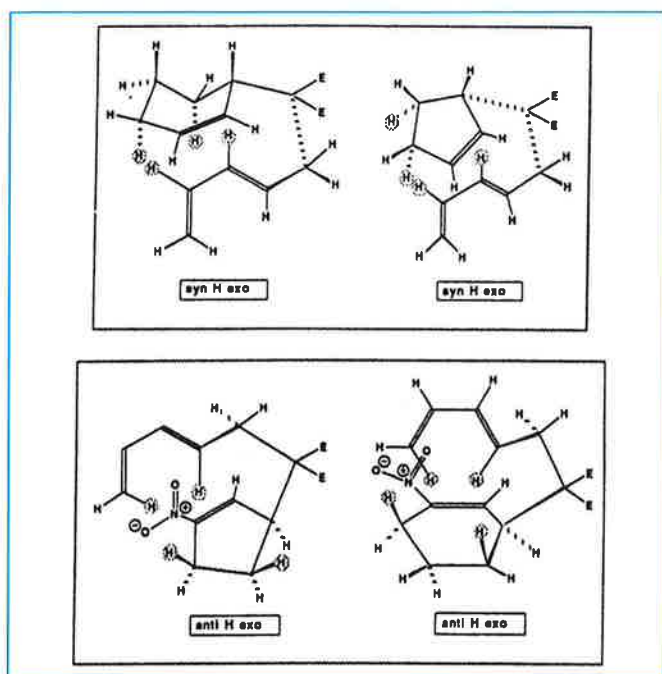


Schéma 4.

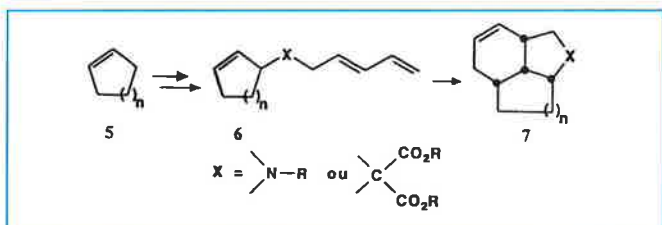


Schéma 5.

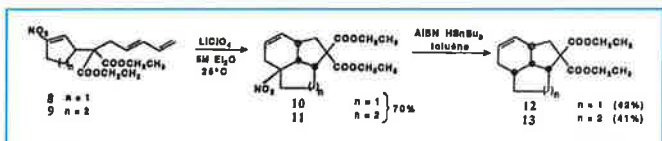


Schéma 6.

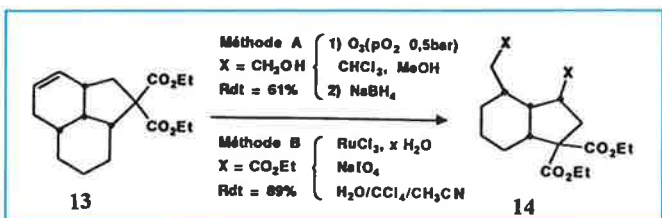


Schéma 7.

phile et la règle *endo* d'Alder [19] (schéma 3). De plus, il explique les effets accélérants dus à des additifs comme les acides de Lewis et de Bronsted, et certains effets de solvant.

Le modèle des diradicaloïdes peut être appliqué à n'importe quelle paire de cycloaddents sans faire appel à un calcul quantique et à des approximations liées à un modèle d'état de transition qui est dépassé aujourd'hui, surtout lorsqu'il s'agit de diènes et diénophiles compliqués (haute-ment substitués, contenant des hétéroéléments). La même théorie peut être étendue à toutes les réactions péricycliques [10].

### Réactions de cyclisation de Diels-Alder intramoléculaires : Applications à la synthèse stéréocontrôlée de composés polycycliques

La réaction de Diels-Alder intramoléculaire (IMDA) constitue un outil efficace pour la construction d'édifices moléculaires complexes, qui est particulièrement bien adapté à la notion d'économie d'atome récemment développée par Trost.

Les facteurs qui gouvernent la stéréosélectivité de la réaction de cyclisation sont encore mal maîtrisés. Ce sont, selon la nature des modèles étudiés, des facteurs électroniques ou des facteurs stériques. Des phénomènes de torsion résultant du rapprochement des parties réactives au cours de la cyclisation peuvent également intervenir sur la stéréosélectivité de cette réaction IMDA.

La présence d'un cycle sur la chaîne triénique introduit des contraintes stériques et de torsion qui interdisent le passage par certains états de transition. L'étude quantitative des phénomènes prépondérants, responsables de la stéréosélectivité observée par modélisation moléculaire, conduit à des prévisions qui sont en bon accord avec les résultats expérimentaux obtenus (schéma 4).

L'étude de la cyclisation de triènes comportant un cycle à 5 ou 6 chaînons relié au diène par une chaîne éthyle ou aminométhyle conduit majoritairement après chauffage à 160 °C au composé tricyclique résultant d'un état de transition *syn* où tous les protons de jonction de cycle sont *cis* (schéma 5).

Par contre la cyclisation des nitrocarbtriènes en présence de LiClO<sub>4</sub>, dans l'éther à température ambiante, conduit stéréosélectivement, après réduction du groupement nitro par Bu<sub>3</sub>SnH à un autre diastéréomère provenant d'un état de transition *anti* (schéma 6).

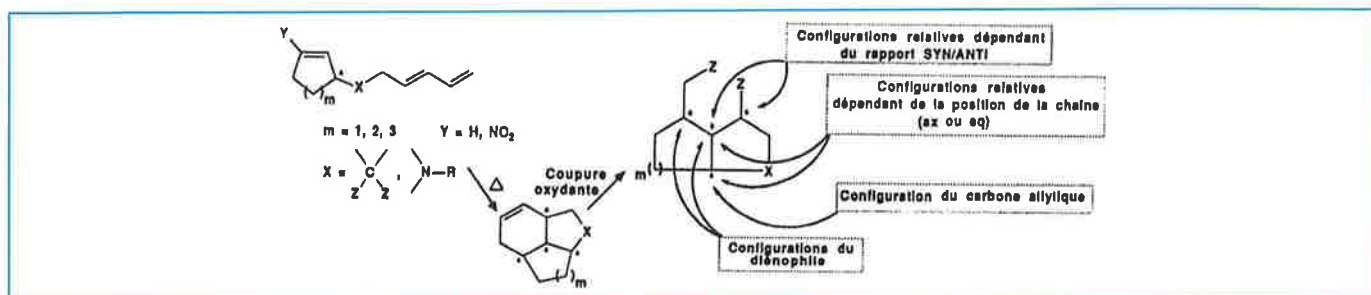


Schéma 8.

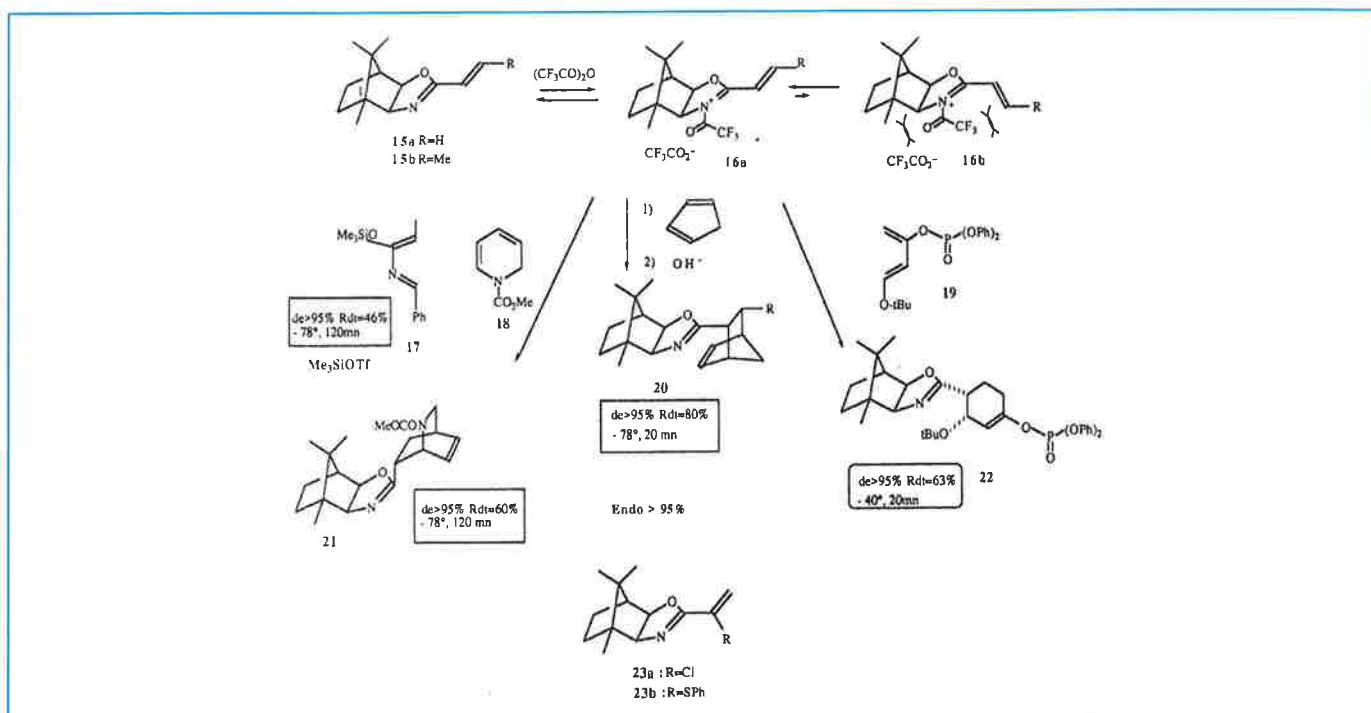


Schéma 9.

La coupure oxydante de la double liaison par ozonolyse ou par  $\text{RuO}_4$  permet l'obtention de composés bicycliques comportant 4 carbones asymétriques de configurations bien déterminées (schéma 7).

Il est donc possible d'aboutir à partir d'un triène possédant un carbone asymétrique, à la création simultanée de trois carbones asymétriques supplémentaires dont la configuration peut être contrôlée (schéma 8).

Du point de vue méthodologie de synthèse, cette réaction tandem IMDA-coupure oxydante permet la préparation de composés bicycliques fonctionnalisés qui peuvent, selon la structure du triène cyclisé, ne plus renfermer de cycle à 6 chaînons.

### Réaction de Diels-Alder asymétrique cationique

La réaction de Diels-Alder asymétrique utilisant un inducteur de chiralité en quantité stoechiométrique ou catalytique est devenue au cours des dix dernières années une méthode particulièrement efficace pour la construction énantiosélective de molécules complexes [20, 21]. Afin d'étendre encore les champs d'application de cette réaction, en particulier aux cas de certains diènes fonctionnalisés, un nouveau type de

réaction de Diels-Alder asymétrique cationique a été développé récemment [22].

Le principe de cette réaction repose sur l'utilisation comme diénophiles d'oxazolines **15** dérivées du camphre portant une chaîne latérale insaturée. Une acylation réversible au moyen de l'anhydride trifluoroacétique forme un trifluoroacétyloxazolonium intermédiaire, espèce très électrophile, qui réagit à basse température avec de nombreux diènes fonctionnalisés fournissant après neutralisation des adduits avec, en général, une excellente diastéréo-sélectivité.

L'anhydride trifluoroacétique utilisé dans cette réaction joue un double rôle. Il conduit à la formation de l'espèce réactive **16** tout en contrôlant dans cette espèce l'équilibre conformationnel entre la forme transoïde **16a** et la forme cisoïde **16b**. L'approche *endo* du diène par la face la moins encombrée du conformère **16a** fournit d'une façon quasi exclusive des adduits de type **20**.

Cette nouvelle catégorie de réaction de Diels-Alder asymétrique est compatible avec une grande variété de diènes fonctionnalisés dont certains n'avaient pu être utilisés dans ce type de réaction. Le cas des dihydropyridines **18** et des diènes phosphates d'énols **19** (schéma 9) mérite d'être particulièrement souligné. Dans le cas des 2-azadiènes **17**, l'anhydride trifluoroacétique a été remplacé par le triflate de triméthylsilyle [23].

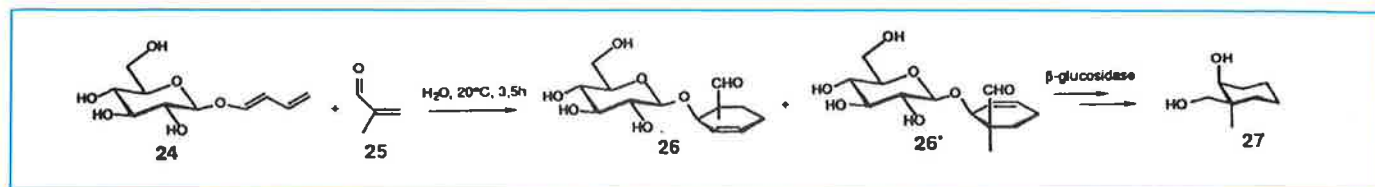


Schéma 10.

Il faut souligner que la présence du groupement méthyle en position C(1) joue également un rôle dans le contrôle de l'équilibre conformationnel entre les conformères **16a** et **16b**. En effet les cycloadditions effectuées avec l'oxazoline, ne possédant pas de groupement méthyle en position 1, sont nettement moins stéréosélectives.

Le cas des oxazolines «captodatives» **23** (R' = Sph ou Cl ; R = H) a été également étudié [24]. Par suite d'un contrôle moins efficace de l'équilibre conformationnel, les diastéréosélectivités sont médiocres. De plus un mélange d'adduits *endo* et *exo* est obtenu. Enfin, afin de vérifier le rôle de l'anhydride trifluoroacétique dans le contrôle de ce même équilibre, une réaction de cycloaddition [2 + 3] entre l'oxazoline **15a** et des oxydes de nitrile a été étudiée. En absence d'anhydride, la diastéréosélectivité de ces cycloadditions est nulle.

Les alcényloxazolines dérivées du camphre se sont montrées, après activation par l'anhydride trifluoroacétique, d'excellents diénophiles très réactifs et polyvalents. Les diastéréosélectivités observées dans ces cycloadditions sont généralement élevées. Cette réaction est actuellement utilisée dans plusieurs synthèses totales de substances naturelles.

### Synthèse asymétrique et synthèse d'hétérocycles oxygénés Influence du solvant sur la réaction de Diels-Alder

Pendant longtemps, il a été dit et écrit que la réaction de Diels-Alder était peu sensible au solvant. Cependant, depuis 1980, certains travaux montrent que non seulement l'effet du solvant était d'importance, mais que de plus parmi les solvants dont dispose le chimiste, l'eau modifiait le déroulement de cette réaction de façon spectaculaire. Certaines caractéristiques de l'eau sont uniques : elle possède une grande énergie de cohésion (20 000 atm), une très grande tension superficielle et une très grande capacité calorifique. Ces caractéristiques exceptionnelles témoignent d'un haut degré de structuration, et sont source d'effets appelés *effets hydrophobes*, qui peuvent modifier la vitesse et le déroulement stéréochimique d'une réaction entre substrats hydrophobes. Est-il possible d'appriivoiser cette formidable énergie et d'en tirer parti à des fins de synthèse organique ? La réponse à cette question est oui, et des revues ont été écrites sur ce sujet [25, 26].

L'effet hydrophobe a été invoqué depuis longtemps pour expliquer l'accélération de la réaction entre le cyclopentadiène et la méthylvinylcétone, puisque la vitesse de cette réaction peut être modulée par la présence d'additifs, et ce de façon cohérente avec le pouvoir que ces additifs exercent sur la structure de l'eau [27]. La seule polarité de l'eau ne permet pas d'expliquer tous ces effets [28]. La mesure des paramètres d'activation de cette réaction dans différents solvants a cependant permis de montrer l'origine entropique de l'accélération, confirmant les observations de Breslow [27]. Cependant, pour

que l'effet hydrophobe agisse, il faut que les substrats soient au moins un peu solubles dans l'eau.

Pour solubiliser un diène (le plus souvent peu soluble dans l'eau), plusieurs solutions ont été imaginées, comme l'introduction d'ions ammonium ou carboxylates [29] sur le diène ou la synthèse de composés glyco-organiques tel que **24**. Dans ces composés, la partie réactive (ici, le diène) est placée en position anomérique d'un sucre qui sert à la fois d'inducteur de solubilité dans l'eau et d'inducteur de chiralité. Après réaction, l'inducteur peut être éliminé par une simple hydrolyse enzymatique ou acide. Une forte accélération a été observée pour la cycloaddition de **24** quand l'eau est utilisée comme solvant [30]. La variété de fonctionnalisation possible des sucres permettent d'orienter le déroulement de la réaction de Diels-Alder vers la formation majoritaire d'un stéréomère [31, 32]. Grâce à cette méthodologie, des dérivés cyclohexaniques énantiomériquement purs ont été préparés. Un effet, sur la sélectivité de face a même été observé dans le cas d'un diène dérivé du glycéraldéhyde pour lequel une face (la plus hydrophobe) est favorisée dans l'eau. Dans le cas du diène glyco-organique **24** soluble dans l'eau (plus de 100 grammes par litre), comme dans le cas du cyclopentadiène, l'accélération de la réaction est essentiellement dû à un facteur entropique (*schéma 10*).

Une autre facette des composés glyco-organiques s'est révélée lors de l'étude de la cinétique et de la détermination des paramètres thermodynamiques de la réaction du diène **24** avec la méthylvinylcétone en présence d'additifs. La réaction devient alors une sonde chimique du solvant et permet de «visualiser» les effets qu'exercent certains solutés sur la structure de l'eau, notamment grâce à l'ancrage de la partie sucre du diène dans le réseau tridimensionnel de liaisons hydrogènes présent dans l'eau.

Grâce à cet outil, une accélération de la réaction de Diels-Alder due à la présence de glucose ou de saccharose [33] a été mise en évidence. En effet, la réaction est encore plus rapide dans une solution concentrée de ces sucres que dans l'eau pure, et même que dans une solution saturée de β-cyclodextrine. L'accélération est directement liée à la quantité de glucose ajoutée. L'action du glucose sur la structure de l'eau est, en termes de modification des paramètres d'activation de la réaction sonde, similaire à celle du chlorure de lithium, sel structurant et connu pour renforcer les effets hydrophobes. Les deux additifs entraînent des effets additionnels sur les termes entropiques et enthalpiques. Ce résultat, également démontré dans le cas de diènes non glyco-organiques, donne une nouvelle vision du rôle des sucres dans les phénomènes de stabilisation des protéines.

Dans le cas où le groupe carbonyle est utilisé comme hétérodiénophile, il faut combattre l'hydratation de cette fonction qui est d'autant plus grande que le carbonyle est activé par un groupe



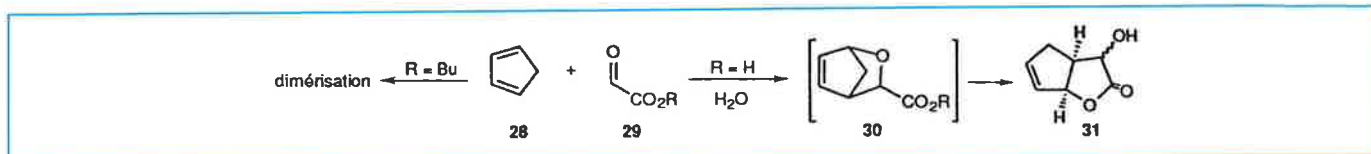


Schéma 11.

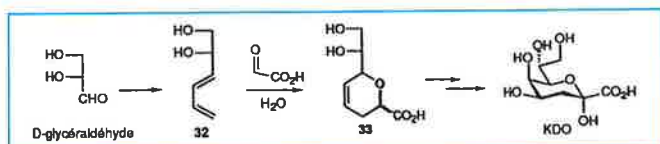


Schéma 12.

attracteur d'électrons. Néanmoins, la réaction se produit et, par exemple, l'acide glyoxylique réagit avec le cyclopentadiène [34] alors que, avec le glyoxylate de butyle, seule la dimérisation du cyclopentadiène est obtenue (schéma 11).

De nombreux cycloadduits dihydropyraniques ont été ainsi préparés à partir d'hétérodiénophiles carbonyles, notamment avec le pyruvaldéhyde ou le glyoxal qui sont commercialisés en solution aqueuse. La synthèse totale du KDO (l'acide 3-désoxyoctulos-2-onique), un constituant majeur de la membrane externe de toutes les bactéries Gram négatives [35] est une bonne illustration de cette méthode (schéma 12).

**Nouvelles méthodologies en chimie hétérocyclique azotée : réaction d'hétéro Diels-Alder de 2-cyano-1-azadiènes**

La présence d'un hétérocycle azoté dans la structure d'un grand nombre de produits naturels et de molécules de synthèse intéressant les domaines pharmaceutique, agrochimique et des colorants souligne l'intérêt de développer de nouvelles méthodes d'accès à ces systèmes. A l'heure actuelle, l'émergence de la réaction d'hétéro Diels-Alder d'aza-1-diènes, en tant que méthode générale pour la préparation d'hétérocycles azotés, se heurte à un certain nombre de difficultés qui sont essentiellement le manque de réactivité du diène et l'instabilité des produits Δ<sup>2</sup>-pipéridines formés. Il faut donc trouver des moyens à la fois d'activer le système azadiène et de stabiliser les cycloadduits obtenus. Cet objectif peut être atteint par substitution de l'azote de l'azadiène 34 par un groupement électroattracteur (R = COR', SO<sub>2</sub>Ph) selon les travaux de Fowler et Boger [36, 37] ou inversement par un groupe R = NMe<sub>2</sub>, électrodonneur de type N-diméthylamino comme démontré par Ghosez et collaborateurs [38] (schéma 13).

L'influence d'un substituant cyano en C(2) sur la réactivité de Diels-Alder des N-phényl-1-azadiènes a été étudiée. En effet, le composé 36, préparé en deux étapes à partir de l'amide 35 réagit avec une efficacité égale vis-à-vis des diénophiles riches, neutres ou pauvres en électrons [39] (schéma 14).

Les calculs d'orbitales moléculaires frontières indiquent

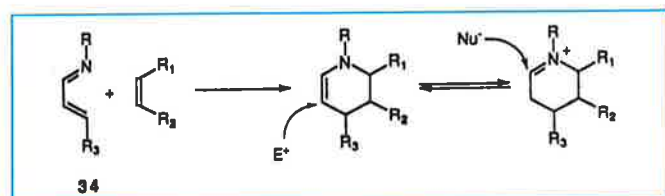


Schéma 13.

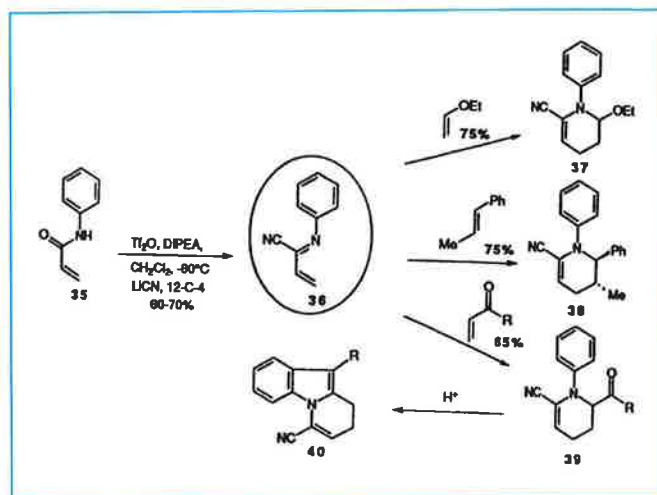


Schéma 14.

que la présence combinée des substituants cyano et phényl dans 36 modifie les niveaux Lumo/Homo de cette molécule au point que sa réaction avec l'éthyl vinyl éther soit contrôlée par la Lumo et que sa réaction avec la méthyl vinyl cétone soit contrôlée par la Homo (schéma 15).

Les applications synthétiques employant ces 1-azadiènes comportent le développement de nouvelles approches pour la préparation d'alcaloïdes indoliques (cf. 39 → 40) et de benzodiazépines tricycliques telles que 44. Ces dernières sont les prototypes d'une nouvelle série d'agents anti-VIH. Outre l'étape clé de Diels-Alder dans la synthèse du composé 43, plusieurs transformations rares ont également été observées. Celles-ci comprennent la réaction ène de 45 conduisant à l'énamine 46 et la fragmentation de 47 pour donner la 1,3-oxazine 48.

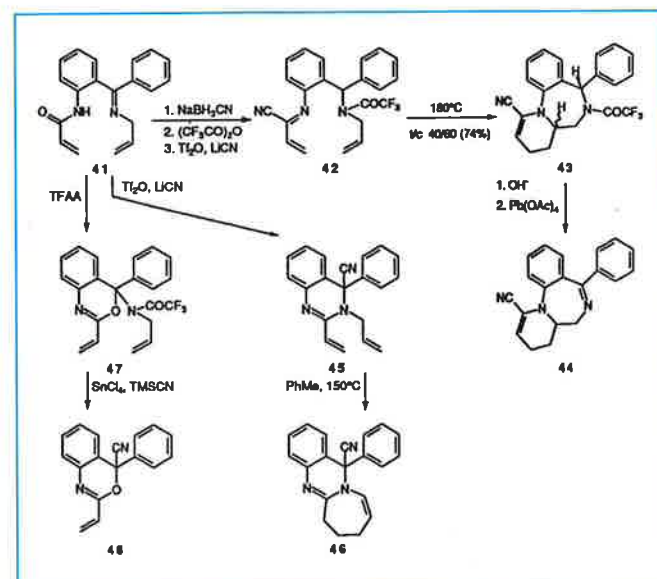


Schéma 15.

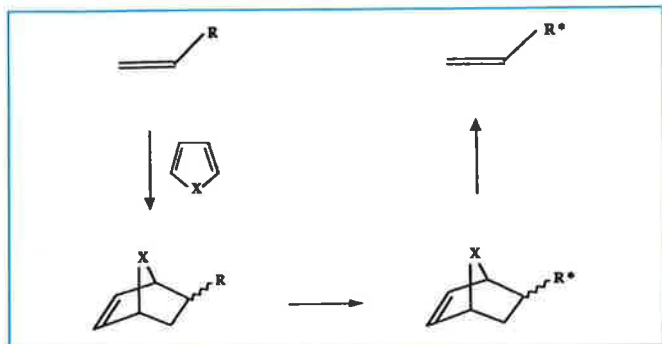


Schéma 16

Le développement futur des réactions de Diels-Alder des 1-azadiènes est «to find ways to control, or to reveal with the correct sense of timing the reactivity of both the diene and dienophile partners». La découverte de voies pour catalyser et contrôler la sélectivité *endo/exo* et la diastéréofacialité est également cruciale au développement de versions énantiosélectives de la réaction de Diels-Alder des 1-azadiènes.

### Formation de chaînes linéaires. Quelques applications en synthèse de la réaction de rétro Diels-Alder

La réaction de Diels-Alder, suivie d'une réaction de rétro Diels-Alder, permet de synthétiser des oléfines à chaînes ouvertes avec un bon contrôle de la stéréosélectivité.

La réaction de rétro Diels-Alder est presque aussi ancienne que la réaction de Diels-Alder elle-même. Cependant, comme elle s'effectue en général à haute température, elle n'a pu se développer que récemment avec l'apparition des techniques de thermolyse en phase gazeuse telle que la thermolyse éclair. Utilisée dans les premiers temps pour la synthèse de composés très réactifs, stables seulement à basse température ou en phase gazeuse, cette réaction peut être considérée à présent comme un élément classique de l'arsenal dont dispose le chimiste pour mener à bien une synthèse. Seule l'utilisation de la réaction de rétro Diels-Alder pour la transformation stéréo- ou énantiosélective d'oléfines fonctionnelles, selon le schéma général suivant, sera décrite dans le schéma 16.

La diastéréosélectivité des transformations effectuées sur les adduits peut être contrôlée de trois manières distinctes :

- En tirant avantage de la structure rigide des adduits polycycliques, ce qui entraîne une approche des réactifs sur la face convexe la moins encombrée.
- En utilisant le pouvoir chélatant de l'oxygène du pont, présent dans les adduits du furane.
- En se servant de l'encombrement stérique du groupement protecteur de l'oléfine.

La première stratégie, qui est la plus développée, a donné lieu à plusieurs variantes intéressantes [40], mais les deux autres possibilités ne sont pas à négliger.

#### a) Contrôle par chélation

Cette stratégie est illustrée par la stéréosélectivité de l'addition d'organométalliques sur des adduits carbonylés énantiomériquement purs préparés par voie enzymatique. Le phénomène de chélation permet de stabiliser une des conformations du groupe carbonyle qui est ensuite attaquée par sa face la moins encombrée pour conduire par une réaction hautement

diastéréosélective à des diols primaires [41]. Il s'est avéré possible de contrôler parfaitement deux additions successives d'organomagnésien pour obtenir des diols secondaires [42]. Après réaction de rétro Diels-Alder, les diols obtenus ont été utilisés pour la synthèse énantiosélective de  $\gamma$ -lactones, de métabolites d'acides gras, de phéromones sexuelles d'insectes, d'alcaloïdes pyrrolidiniques... (schéma 17).

#### b) Contrôle par l'encombrement stérique

L'encombrement stérique d'adduits norbornéniques a permis de réaliser des réactions d'aldolisation *syn* sélectives entre des aldéhydes variés et des norbornényl éthyl cétones diversément substituées. Après réaction de rétro Diels-Alder, des aldols *syn* possédant deux fonctions supplémentaires (double liaison et groupe carbonyle) utiles pour une élongation ultérieure de la chaîne, ont été isolés. L'utilisation d'aldéhydes énantiomériquement enrichis a permis d'obtenir très efficacement les fragments polyhydroxylés C<sub>1</sub>-C<sub>7</sub> des érythronolides A et B, stéréoisomériquement et énantiomériquement purs [43] (schéma 18).

Il faut noter que, bien que conduisant à la disparition de centres asymétriques, la réaction de rétro Diels-Alder a cependant une utilité certaine pour la synthèse stéréosélective de chaînes linéaires polyfonctionnelles.

Depuis 1928, la réaction de Diels-Alder s'est révélée être un outil synthétique important. De nombreuses potentialités synthétiques restent encore à explorer.

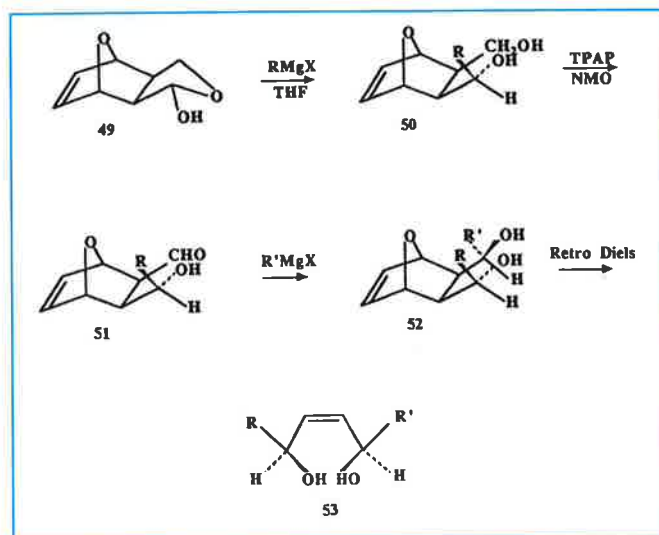


Schéma 17.

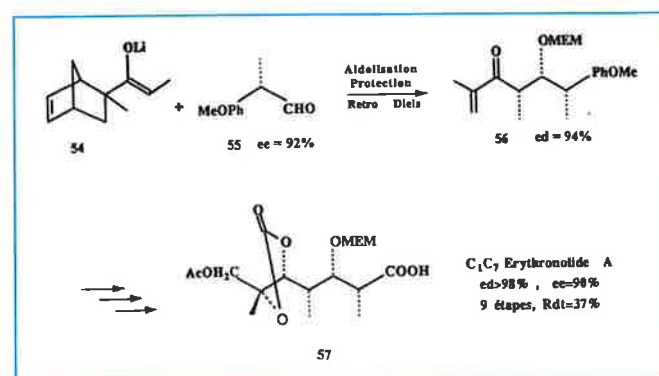


Schéma 18.

## Références

- [1] Diels O., Alder K., *Liebigs Ann. Chem.*, **1928**, 460, 98.
- [2a] Oppolzer W. in *Comprehensive Organic Synthesis*, Paquette L.A., Fleming I., Eds Pergamon Press, Oxford, **1991**, Vol. 5., p. 315.
- [2b] Carruthers W. *Cycloaddition Reactions in Organic Synthesis*, Pergamon Press, Oxford, **1990**; Fringuelli, F., Taticchi A., *Dienes in the Diels-Alder Reaction*, J. Wiley & Sons, New York, **1990**.
- [2c] Boger D. L., Weinreb S. N. *Hetero-Diels-Alder Methodology in Organic Synthesis*, Academic Press, **1987**.
- [3] Evans M. G., *Trans. Faraday Soc.* **1939**, 35, p.824.
- [4a] Fukui K., *Acc. Chem. Res.* **1971**, 4, 57; b : Salem L., *J. Am. Chem. Soc.* **1968**, 90, 543, 553;
- [4b] Devaquet A., Salem L. *Ibid.* **1969**, 91, 3793; c) Sustmann R., Binsch G., *Mol. Phys.* **1971**, 20, 9; Houk K. N., *Acc. Chem. Res.* **1975**, 8, 361; d) Sustmann R., *Pure & Appl. Chem.* **1974**, 40, p. 569.
- [5a] Kläner F.-G., Ruster V., Zimmy B., Hochstrate D., *High-Pressure Res.* **1991**, 7, p. 133; b) Kläner F.-G., *Chem. Z.* **1989**, 23, p.53.
- [6] Li Y., Païda A. B., Hall H. K., *J.Org. Chem.*, **1993**, 58, p. 7049.
- [7] Li Y., Houk K. N., *J. Am. Chem. Soc.*, **1993**, 115, p. 7478.
- [8] Woodward R. B., Katz T. J., *Tetrahedron*, **1959**, 5, p. 70.
- [9] a) Firestone R. A., *J. Org. Chem.*, **1968**, 33, p. 2285; b) Firestone R. A., *Tetrahedron*, **1977**, 33, p. 3009.
- [10] Epiotis N. D., in *Theory of Organic Reactions*, Springer-Verlag, Berlin, **1978**, Chap. 6.
- [11a] Dewar M.J.S., Pierini AB., *J. Am. Chem. Soc.*, **1984**, 106, p. 203; b) Dewar M.J.S., *Ibid.*, **1984**, 106, p. 209; c) Dewar M.J.S., Olivella S., Stewart J.J.P. *Ibid.*, **1986**, 108, p. 5771.
- [12a] Bell R.P., *Proc. R. Soc. London*, Ser A **1936**, 154, p. 414. b) Evans M.G., Polanyi M., *Trans. Faraday Soc.*, **1939**, 32, p. 1340 ; **1938**, 34, p. 11.
- [13a] Vogel P., in *Adv. in Theoretically Interesting Molecules*, Ed. Thummel, R. P., Press, Inc., b) Greenwich CT., **1989**, Vol. 1, p. 201-355 ; Hagenbuch J.- P., Vogel P., Pinkerton A.A. c) Schwarzenbach D., *Helv. Chim. Acta* **1981**, 64, p.1818.
- [14] Dimroth O., *Angew. Chem.*, **1933**, 46, p. 571.
- [15] Gajewski J.J., Peterson K.B., Kagel J. R., Huang Y.C., *J. Am. Chem. Soc.*, **1989**, 111, p.9078.
- [16] Barlett P.D., Wallbillich G.E.H., Wingrove A.S., Swenton J.S., Montgomery L.K., Kramer B.D., *J. Am. Chem. Soc.*, **1968**, 90, p. 2049.
- [17a] Bargagna A., Schenone P., Bodavalli F., Logobradi M., *J. Heterocycl. Chem.*, **1980**, 17, 1201. b) Clever H.A., Wang G., Mollberg W.C., Padias A.B., Hakkn Jr. H K., *J. Org. Chem.*, **1992**, 57, p. 6837.
- [18] Kataoka F., Shimizu N., Nishida S., *J. Am. Chem. Soc.*, **1980**, 102, p.711, voir aussi : Gompper F., Heinemann U., *Angew. Chem Int. Ed. Engl.*, **1980**, 19, p. 216.
- [19a] Martin J.G., Hill R.K., *Chem. Rev.*, **1961**, 61, p. 537; b) Sauer J., *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **1967**, 6, p. 510.
- [20] Pour des revues récentes concernant la réaction de Diels-Alder asymétrique, voir: (a) Falis A.G., Lu Y.F., *Adv. Cycloaddit.*, **1993**, 3, 1. (b) Deloux L., Srebniki M., *Chem. Rev.*, **1993**, 93, 763. (c) Kagan H.B., Rian O. *Chem. Rev.*, **1992**, 92, p.1007.
- [21] Pour des références récentes :
- Catalyseurs asymétriques: (a) Ishihara K., Gao Q., Yamamoto H., *J. Org. Chem.*, **1993**, 58, p. 6917. (b) Seerden J.P., Scheeren H.W., *Tetrahedron Lett.*, **1993**, 34, p. 2669. (c) Corey E.J., Loh T-P., Roper T.D., Azimioara M.D., Noe. M.C., *J. Am. Chem. Soc.*, **1992**, 114, p. 8290.
  - Diénophiles asymétriques : (a) Maruoka K, Shiohara K., Oishi M., Saito S., Yamamoto H., *Synlett*, **1993**, p. 421. (b) Tanaka K., Uno H., Osuga H. Suzuki H., *Tetrahedron Asymmetry*, **1993**, 4, p. 629.
- [22] Kouklovsky C., Pouilhès A., Langlois Y., *J. Am. Chem. Soc.*, **1990**, 112, p. 6672.
- [23] Pouilhès A., Langlois Y., Nshimyumukiza P., Mbiya K., Ghosez L., *Bull. Soc. Chim. Fr.*, **1993**, 130, p. 304.
- [24] Langlois Y., Pouilhès A., *Tetrahedron Asymmetry*, **1991**, 2, p. 1223.
- [25] Li J.C. *Chem. Rev.*, **1993**, 9, p. 2023.
- [26] Lubineau A. ; Augé J. ; Queneau Y. *Synthesis*, **1994**, sous presse.
- [27] Rideout D.C., Breslow R., *J. Am. Chem. Soc.* **1980**, 102, p. 7816.
- [28] Ahamd-Zahed Samii A., de Savignac A., Rico I., Lattes A. *Tetrahedron*, **1985**, 41, p. 3683
- [29a] Grieco P.A., Garner P., He Z., M. *Tetrahedron Lett.*, **1983**, 24, p.1987. b) Grieco P. A., Galatsis P., Spohn R.F. *Tetrahedron*, **1986**, 42, p. 2847.
- [30] Lubineau A.; Queneau Y. *Tetrahedron Lett.*, **1985**, 26, p. 2653.
- [31] Lubineau A., Queneau Y., *J. Org. Chem.*, **1987**, 52, p. 1001.
- [32] Lubineau A., Queneau Y. *Tetrahedron*, **1989**, 45, p. 6697.
- [33] Lubineau A., Bienaymé H., Queneau Y., Scherrmann M.C., *New J. Chem.* **1994**, 18, p. 279.
- [34] Lubineau A., Augé J., Lubin N., *Tetrahedron Lett.*, **1991**, 32, p. 7529.
- [35] Lubineau A., Augé J., Lubin N., *Tetrahedron*, **1993**, 49, p. 4639.
- [36] Cheng Y.S., Fowler F.W., Lupo A.T., *J. Am. Chem. Soc.*, **1981**, 103, p. 2090.
- [37] Boger, D.L.; Kaspar, A. M.; *J. Am. Chem. Soc.*, **1989**, 111, p. 1517.
- [38] Serkx-Poncin B., Hesbain-Frisque A.M., Ghosez L., *Tetrahedron Lett.*, **1982**, 23, p. 3261.
- [39a] Sisti N.J., Fowler F.W., Grierson D.S., *Synlett*, **1991**, 816. b) Trione C., Toledo L.M., Kudark S., Fowler F.W., Grierson D. S., *J. Org. Chem.*, **1993**, 58, p. 2075.
- [40] Voir par exemple : a) Klunder A.J.H., Huizinga W.B., Sessink P.J.M., Zwanenburg B., *Tetrahedron Lett.*, **1987**, 28, p. 357 ; b) Helmchen G., Imrig K., Schindler H., *Tetrahedron Lett.*, **1987**, 28, p. 183 ; c) Bloch R., Seck M., *Tetrahedron*, **1989**, 45, p. 3731.
- [41] Bloch R., Gilbert L., *J. Org. Chem.*, **1987**, 52, 4603.
- [42] Bloch R., Brillet C., *Tetrahedron Asymmetry*, **1992**, 3, p. 333.
- [43] Ahmar M., Romain M., Bloch R., *J. Org. Chem.*, **1993**, 58, p. 2953.



# George A. Olah, prix Nobel de chimie 1994

## Des ions carbéniums à la chimie des hydrocarbures grâce aux superacides

Jean Sommer\* professeur

L'Académie Royale des Sciences de Suède a attribué le prix Nobel au professeur G.A. Olah, de l'université de Californie du Sud (États-Unis), pour ses contributions à la chimie des carbocations.

Les carbocations, c'est-à-dire, des molécules comportant un atome de carbone positivement chargé, sont les intermédiaires réactionnels les plus courants en chimie organique. Dès 1922, Meerwein avait suggéré leur existence en tant qu'intermédiaires réactionnels à courtes durées de vie et ce sont principalement les travaux de Hugues et Ingold qui ont montré le rôle des carbocations dans les réactions les plus importantes de la chimie organique : les substitutions nucléophiles et les éliminations. Leurs études cinétiques et stéréochimiques ont posé les bases de la chimie organique moderne.

Étant donné la grande réactivité que leur confère leur déficience électronique, les carbocations (donc électrophiles) vont réagir très rapidement avec un nucléophile pour donner soit une réaction d'élimination (perte d'un proton et formation d'alcène), soit une réaction de substitution nucléophile. La durée de vie des carbocations dépend donc essentiellement de deux facteurs :

- la possibilité de l'ion à délocaliser (diluer) la charge positive dans sa propre structure (effets mésomères ou inducteurs),



George A. Olah, prix Nobel de chimie.

- la nucléophilie du milieu dans lequel il est formé.

C'est grâce au premier facteur que des ions tels que le cation triphénylméthyle ou des ions diényliques avaient pu être observés très tôt dans des solvants peu nucléophiles bien avant 1960. Mais c'est le deuxième facteur qui a été déterminant dans les travaux d'Olah qui a su, le premier, reconnaître les propriétés extraordinaires des milieux «superacides» [1], en particulier leur absence de nucléophilie.

Les superacides, qui avaient été décrits initialement par R.J. Gillespie à la fin des années cinquante sont des milieux à base de pentafluorure d'antimoine ( $\text{SbF}_5$ ) et d'acide fluorhydrique HF ou fluorosulfonique  $\text{HSO}_3\text{F}$  atteignant des acidités plusieurs milliards de fois plus élevées que l'acide sulfurique concentré. Olah remarqua, dès 1964, que, dans ces milieux même, les cations

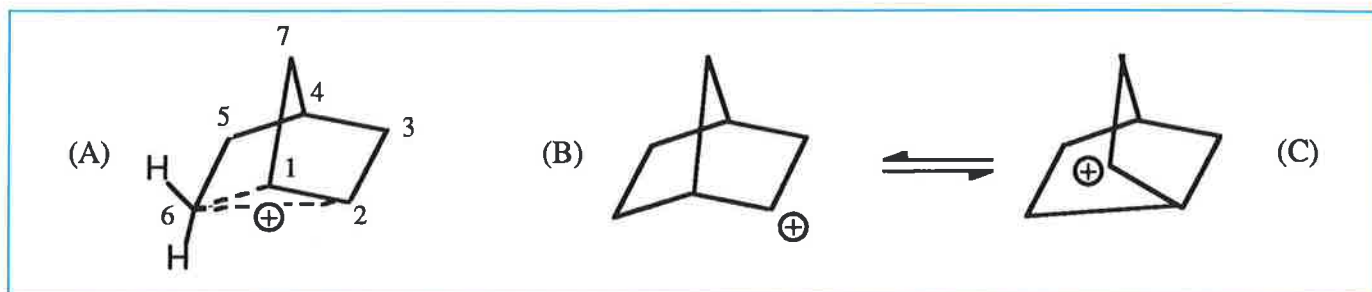
aliphatiques pouvaient être préparés et conservés à basse température pendant des durées suffisantes pour permettre toutes les études spectroscopiques utiles. Le développement de ce domaine de recherches a été favorisé par le développement simultané de la spectroscopie RMN  $^1\text{H}$  et  $^{13}\text{C}$  à transformée de Fourier particulièrement adaptée à ce type d'étude structurale.

En effet, la charge positive du cation induit un champ électrique qui influence le blindage des noyaux environnants dans le champ magnétique. Cela a pour conséquence un très fort déblindage du carbone portant la charge. Dans le monde entier, de nombreuses équipes ont alors utilisé cette technique pour les études structurales des nombreux carbocations qui avaient été postulés depuis le début du siècle sur la base d'études de solvolyses.

Olah réalisa alors rapidement que les carbocations ne se limitaient pas à la catégorie des cations trivalents classiques (le  $\text{CH}_3^+$  étant le plus simple) mais pouvaient exister aussi sous la forme de cations hypercoordinés dans lesquels le carbone est lié simultanément à 5 ligands ( $\text{CH}_5^+$  étant le représentant le plus simple). Dans un article clé [2], dès 1972, Olah a proposé de différencier les ions carbéniums (carbone protoné) des ions carboniums (sur le mode oxonium, ammonium), dans lesquels l'une des liaisons est une liaison à deux électrons sur trois centres.

Le cation qui a fait l'objet de la plus longue controverse en chimie organique est le cation 2-norbornyle dont la structure de type carbonium (A) avait été suggérée dès 1950 par S. Winstein alors que H.C. Brown (prix Nobel 1979),

\* Laboratoire de physico-chimie des hydrocarbures, Faculté de chimie, Université Louis Pasteur, 67008 Strasbourg. Tél. et Fax : 88.41.68.71.



proposait, au contraire, l'existence d'un équilibre rapide entre les deux ions carbéniums **B** et **C** (voir *schéma*).

L'utilisation de la RMN à très basse température pour l'étude de ce cation en milieu superacide a permis de démontrer, en 1980, qu'il s'agissait effectivement d'un ion carbonium dans lequel le carbone 6 était pentacoordiné (avec 2 atomes d'H et les carbones C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>5</sub>).

Le prototype de l'ion carbonium (CH<sub>5</sub><sup>+</sup>) est en fait un alcane protoné, ce qui a conduit Olah à proposer le concept de  $\sigma$ -basicité [1] qui est rapidement devenu la clé de voûte de la chimie des hydrocarbures en catalyse acide. Cette notion, maintes fois démontrée au cours des travaux d'Olah, lui a permis d'intégrer la chimie des alcanes dans la chimie organique en montrant que, contrairement à l'idée généralement répandue de l'inertie chimique des hydrocarbures saturés (les paraffines), les liaisons simples C-H, et C-C de ces composés pouvaient être le siège de toutes les attaques électrophiles que l'on croyait jusque là réservées aux systèmes insaturés (doubles ou triples liaisons ou systèmes aromatiques). Les conséquences sont nombreuses dans la chimie du pétrole et, actuellement, les recherches vers des superacides solides font l'objet d'efforts intensifs.

Par ailleurs, on peut noter qu'Olah est un des auteurs les plus cités dans la

série des réactifs en chimie organique de Fieser car, parallèlement aux études des cations et de la réactivité des hydrocarbures, il a développé un grand nombre de nouveaux réactifs inorganiques en élaborant des méthodes originales de synthèse en chimie organique, principalement dans le domaine des réactions de type Friedel et Crafts. L'utilisation des superacides en chimie fine a été particulièrement bien illustrée en France par l'équipe du professeur Jacquesy (Poitiers), médaille d'argent du CNRS 1977.

En résumé, les travaux originaux d'Olah transcendent les frontières de la chimie organique et inorganique. Les méthodes qu'il a développées et ses principales découvertes figurent déjà dans les livres de base de la chimie organique et inorganique. Sa contribution essentielle reste, cependant, l'application de la chimie des superacides pour l'étude des intermédiaires réactionnels et le développement de la chimie électrophile concernant les liaisons simples dans les hydrocarbures.

Auteur de plus de 1 000 publications, d'une vingtaine de livres et titulaire de plus d'une centaine de brevets, Olah se situe parmi les dix auteurs scientifiques les plus cités (Science Citation Index). Membre de l'Académie Nationale des États-Unis depuis 1976, ses travaux ont été récompensés

par plus d'une vingtaine de prix parmi lesquels les plus prestigieux : ACS Award for Petroleum Chemistry, ACS Award for Creativity in Organic Synthesis, ACS Roger Adams Award, etc.

George Olah maîtrise parfaitement la langue française, compte de nombreux amis, collègues et anciens postdocs dans la communauté des chimistes français qui se réjouissent de la distinction qu'il vient d'obtenir.

### Références

- [1] Olah G.A., Prakash S.K., Sommer J., *Superacids*, Wiley, New-York, 1985.  
[2] Olah G.A., *Angew. Chem. Int. Ed. Eng.*, 1973, 12, p. 173.

### Biographie

George A. Olah est né le 22 mai 1927 à Budapest,

PhD 1949 à l'Université technique de Budapest, directeur du département de chimie organique en 1954, puis au Canada en 1957 chez Dow Chemical Company.

En 1965, professeur à la Case Western Reserve Cleveland (Ohio), jusqu'en 1977 où il s'établit à Los Angeles. Professeur à l'université de la Californie du Sud où il dirige depuis le Locker Hydrocarbon Research Institut.

# La science et l'économie : le modèle de Lavoisier

Philippe Desmarescaux \*directeur général

**E**n cette année du bicentenaire de la mort de Lavoisier (1743-1794), il est riche d'enseignement de revenir sur les modèles scientifique et économique qu'il proposa. Ce génie aux multiples facettes a créé la chimie moderne, chimie de lumière. Mais on lui doit aussi une vision très avant-gardiste de la société et de son économie. La pensée de Lavoisier, esprit innovateur s'il en est, reste étonnamment moderne.

Lavoisier a su transformer une alchimie, faite alors de quelques recettes et surtout de superstitions, en une science à la fois rigoureuse et ouverte sur le monde.

Il a permis à la chimie de fructifier en la situant résolument au cœur d'une approche scientifique pluridisciplinaire, précisément à cette croisée des chemins où aujourd'hui encore elle donne le meilleur d'elle-même.

Il a réussi le premier à exploiter tant la méthodologie que les découvertes expérimentales de cette nouvelle chimie pour initier de multiples applications pratiques et pour poser ainsi les jalons d'un futur développement industriel et économique.

Les similitudes comme les analogies entre l'époque de Lavoisier et cette fin de millénaire sont tout à fait fascinantes. La

chimie semble, en effet, être à l'aube d'une renaissance. Elle est à l'origine d'une relance fantastique des connaissances, relance qui ouvre la perspective d'une compréhension plus complète des secrets de la matière et de la vie.

De même, en tant que science ou industrie, la chimie peut, en se situant à l'interface active des autres sciences ou des autres industries, catalyser leur renouveau et leur redéploiement.

Après avoir servi la société de consommation, abondamment et parfois trop aveuglément, l'industrie chimique a dû se remettre en cause, assumer son passé et récupérer un passif. Néanmoins, dès aujourd'hui et plus encore demain, c'est la chimie qui apportera à l'homme et à son environnement des possibilités de progrès véritables.

Lavoisier, le premier, a perçu l'intérêt et démontré l'efficacité d'un travail en équipe, réunissant des chercheurs fondamentalistes et des expérimentateurs. Précurseur d'une approche pluridisciplinaire de la science, il a mis ensemble chimistes, physiciens et biologistes pour engager le processus de découverte de l'oxygène et pour comprendre le mécanisme de la combustion.

Par une coopération étroite et intime, les chercheurs universitaires comme les chercheurs industriels sont bien plus efficaces dans leur propre domaine spécifique, qu'il s'agisse du développement des connaissances ou de la découverte de nouveaux produits. Ensemble, ils peuvent mieux contribuer à la résolution des grands problèmes de société.

C'est pourquoi, depuis une dizaine d'années, Rhône-Poulenc a renforcé de façon considérable ses coopérations avec les équipes de recherches universitaires. Grâce à des relations plus étroites

avec des conseillers universitaires, à la mise en place d'un conseil scientifique et technologique, et d'une direction scientifique animée par les professeurs Jean-Marie Lehn, Pierre-Gilles de Gennes et Claude Hélène, des partenariats scientifiques ont pu se développer.

Ainsi, le programme BioAvenir, lancé par le groupe avec le concours des pouvoirs publics, rassemble cinq cents chercheurs, dont la moitié viennent des laboratoires publics (CNRS, CEA, Inra et Inserm). Ils sont chimistes, biologistes, médecins, agronomes ou biotechnologues, déjà largement confirmés et reconnus par la communauté scientifique ou encore en formation dans le cadre d'une thèse. Ce programme illustre parfaitement la volonté de Rhône-Poulenc d'associer des équipes de recherche universitaire et des équipes de recherche industrielle.

Le premier bilan que l'on peut tirer de BioAvenir, après trois ans d'existence, témoigne de l'efficacité des collaborations entre l'université et l'industrie. Ainsi, à fin 1993, cent trente publications et communications dans les meilleures revues scientifiques internationales et soixante brevets dont certains protégeant des possibilités nouvelles dans le traitement des maladies comme le cancer, l'athérosclérose ou dans le développement des nouveaux herbicides.

Cette pluridisciplinarité est plus que jamais le facteur clé de l'efficacité de la recherche tant universitaire qu'industrielle. Mais, pour l'industrie chimique, une coopération étroite avec ses clients industriels situés sur son aval est devenue aussi essentielle que primordiale.

L'industrie chimique ne peut plus se contenter, en effet, de proposer simplement ses produits, même s'ils répondent

\* Rhône-Poulenc SA, 25, quai Paul Doumer, 92408 Courbevoie.  
Tél. : (1) 47.68.12.34. Fax : (1) 47.68.19.11.  
Conférence présentée à SFC 94, (Lyon - Villeurbanne, 26/30 septembre 1994).



à des spécifications de plus en plus rigoureuses, ou garantissent des conditions de production optimisées du point de vue des risques comme de l'environnement. Elle doit comprendre les besoins et les attentes nouvelles du consommateur final dont elle est souvent coupée. Elle doit mettre ses capacités d'innovation au service de l'homme pour lui apporter un progrès réel au niveau de santé, de son bien-être au quotidien, tout en ayant le souci d'économiser les ressources matérielles, de réduire les impacts sur l'environnement tout au long de la chaîne, c'est-à-dire, comme le disent les Américains, du «berceau à la tombe» (from the cradle to the grave).

C'est grâce à une coopération étroite avec des partenaires industriels proches du consommateur que la chimie peut relever ce défi. Ainsi, le groupe Rhône-Poulenc travaille avec :

- les constructeurs automobiles, pour réduire la pollution des moteurs à essence ou Diesel ;
- les papetiers, pour faciliter le désencrage et le recyclage du papier ;
- les industries agro-alimentaires, pour réduire les risques d'intoxications associés aux bactéries : salmonelles, listériose, pour faciliter la préparation, la conservation et la qualité nutritionnelle de leurs produits ;
- les industriels du bâtiment et des travaux publics, pour développer de nouveaux concepts de matériaux plus

légers, plus isolants, plus résistants, plus faciles à mettre en œuvre ;

- les industriels utilisant des solvants organiques (peinture, textile, mécanique...) pour développer de nouveaux systèmes à base aqueuse.

Au-delà de la science et des industries, Lavoisier s'est aussi intéressé de près aux problèmes économiques et financiers de son pays et de son temps. *«L'Académie des sciences serait tentée de croire que rien de ce qui peut intéresser la société n'est étranger pour elle»*, écrivait-il, avant d'ajouter : *«Si, à côté des vulgarisations d'ordre technique, on aborde un problème économique, on se préoccupe de relever les manufactures, de le soutenir contre la concurrence anglaise et allemande, tout autant que de ranimer la production agricole»*.

Cette approche globale de la société, est d'une extraordinaire actualité. Les grandes puissances s'affrontent toujours et les champs de bataille sont devenus industriels et économiques. Le chômage, est, pour partie, une résultante d'une formidable accélération de la capacité de productivité et d'innovation technologiques, et il menace profondément l'équilibre de la société. Quant aux performances de l'agriculture, elles imposent de trouver de nouveaux débouchés industriels pour ses productions et de préparer ainsi, peut-être, la relève du pétrole qui viendra à manquer dans le courant du prochain siècle.

Ce n'est pas seulement en qualité de fermier général, que Lavoisier s'est intéressé au monde dans lequel il vivait, même si cette fonction lui permit de prendre conscience que la taille et la corvée constituaient deux obstacles majeurs au développement de l'agriculture - en quelque sorte comme la taxe professionnelle aujourd'hui vis-à-vis de l'activité industrielle.

Nous lui devons la première approche de calcul du produit intérieur brut (le fameux PIB). Il fut également le précurseur de la statistique et de la comptabilité nationale. Enfin, il prit des mesures libérales et instaura la décentralisation au niveau de la Caisse d'Escompte.

Lavoisier disait : *«Obtenir la plus grande augmentation possible de jouissances par la plus grande diminution possible des dépenses, c'est la perfection de la conduite économique»*, ce qui n'est qu'une autre façon de dire «moins on perd, plus on crée».

Science, industrie, économie et finance constituent une chaîne continue d'interférences et d'interactions, sources de contraintes, certes, mais aussi de fortes synergies.

Aujourd'hui encore, c'est la rigueur et la méthode scientifiques accompagnées d'une conscience éthique, qui peut et doit servir de guides pour assurer un développement industriel, économique et financier au bénéfice de l'homme.



Le conseil scientifique et le conseil technologique du groupe Rhône-Poulenc réunis autour du président J.-R. Fourtou (photo prise le 8 décembre 1994).

# Rapport 1993 de l'Union des Industries Chimiques

**N**ous reproduisons ci-après de larges extraits de la partie «Affaires scientifiques et formation» du rapport 1993 de l'UIC en l'illustrant de tableaux extraits du même rapport.

## Recherche - Technologie

Le renforcement indispensable de l'action de l'UIC dans le domaine de la recherche a conduit à réactiver, à partir du milieu de l'année 1993, la commission «Recherche». Cette commission s'est fixé pour objectif principal de faire le point de la situation et des besoins dans le domaine de la recherche en prenant en compte les «tendances lourdes» de la branche (*tableau I*). A cette fin, deux groupes de travail ont été créés :

- le groupe *Management de la recherche* qui se consacre à l'étude des problèmes de gestion des hommes, de méthodologie du travail de recherche et d'information en vue de formuler des recommandations ;
- le groupe *Recherche fondamentale* qui a pour objectif de déterminer les domaines technologiques qui vont conditionner le développement de notre industrie (*tableau II*) et de faire des propositions concernant l'environnement scientifique dont elle a besoin. Il a entrepris l'élaboration de documents

par thèmes [...]. Trois documents sont actuellement en préparation sur les thèmes suivants : génie des procédés, formulation et biotechnologies pour la chimie.

Ce groupe de travail a aussi pour objectif de suivre l'élaboration des grands programmes français et européens et d'être une instance de concertation entre responsables de recherche français de la chimie pour les actions de recherche en coopération qui s'amorcent au niveau européen.

On notera que la commission «Recherche» a pris position dans la consultation nationale sur la recherche lancée par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et dont le document préparatoire était loin d'attribuer à la chimie la place correspondant à son importance économique.

L'UIC a participé activement aux travaux du comité «Science et technologie» du Cefic et de ses groupes de travail, notamment dans le domaine de l'évaluation des technologies (impact sur l'homme et l'environnement), du partenariat éducation-industrie (voir plus loin) et de la politique européenne en matière de recherche. Dans les débats qui ont accompagné la préparation du 4e programme communautaire de recherche et développement, et qui se sont achevés à la fin de l'année, il s'est agi de faire mieux prendre en compte les besoins de l'industrie chimique et de modifier certaines orientations liées à une perception inexacte des problèmes d'environnement.

On rappelle la signature à Paris, en janvier 1993, de la nouvelle convention internationale sur l'interdiction des armes chimiques qui prévoit des

contrôles, par déclarations et inspections internationales, de la fabrication de certains produits chimiques précurseurs de ces armes. Cette convention est soutenue par notre industrie, dont l'activité est totalement étrangère à la production d'armes chimiques [...].

## Enseignement - Formation

Compte tenu de la situation économique et du changement de gouvernement, ce domaine d'importance stratégique pour notre branche, et dans lequel les syndicats géographiques sont conduits à s'investir de plus en plus, a continué à connaître une forte activité. Celle-ci s'est appuyée sur les travaux des groupes spécialisés de la commission «Enseignement-formation», dont une restructuration est prévue pour lui permettre de s'impliquer plus activement dans une conjoncture mouvante et difficile (*tableau III*).

Elle s'est appuyée également sur un effort permanent de collecte de renseignements statistiques, qu'il s'agisse des enquêtes renouvelées chaque année : effectifs des diplômés intéressant la profession, devenir des ingénieurs et des DUT, recrutement des ingénieurs et cadres par l'industrie chimique, ou d'enquêtes plus exceptionnelles comme celle concernant les besoins, tant sur le plan qualitatif que quantitatif, des PMI de la branche en ingénieur (NdIR : publiée au printemps 1994).

### Formation initiale sous statut scolaire

L'UIC, toujours active auprès de l'administration, est intervenue pour que les réformes positives, obtenues ou

\* UIC, Département scientifique et de la formation, 14, rue de la République, Cedex 99, 92909 Paris La Défense.  
Tél. : (1) 46.53.11.00. Fax : (1) 46.53.11.05.

Tableau I - Les activités de recherche et de développement dans l'industrie chimique.  
Source : ministère de la Recherche

(en millions de francs)	1980	1988	1989	1990	1991
Dépenses totales de R & D (D)	5 420	17 524	19 404	21 553	22 397
dont : chimie	3 034	9 272	9 904	10 858	10 955
pharmacie	2 386	8 252	9 500	10 695	11 442
Chiffre d'affaires des sociétés faisant de R & D (C)	13 402	259 710	284 129	278 528	292 240
dont : chimie	91 579	92 646	204 242	193 339	197 271
pharmacie	21 823	67 064	79 887	85 189	94 969
D/C en %	4,78	6,75	6,83	7,74	7,66
dont : chimie	3,31	4,81	4,85	5,61	5,55
pharmacie	10,93	12,30	11,89	12,55	12,05
Chiffre d'affaires total du secteur (CT)	159 380	318 397	345 991	359 976	362 438
D/CT en %	3,40	5,50	5,61	6,22	6,18
Effectif total du personnel de R & D	19 145	24 742	25 407	25 887	27 221
dont : chimie	12 147	14 873	14 795	14 712	15 285
pharmacie	6 998	9 869	10 612	11 175	11 936
Effectif personnel cadre de R & D	4 476	7 567	7 884	8 390	8 660
dont : chimie	2 575	4 183	4 325	4 474	4 677
pharmacie	1 901	3 384	3 559	3 916	3 983
Investissement productif du secteur	6 900	17 000	19 900	24 900	22 400

Tableau II - Indices de production (base 100 en 1985) (Source Insee).

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Chimie minérale	93,4	95,4	96,7	94,0	92,9	92,8	86,2
Chimie organique	108,7	115,3	120,6	118,5	120,1	128,0	130,6
Parachimie	100,2	105,6	113,8	116,8	119,2	124,3	125,8
Pharmacie	110,3	121,9	136,4	147,7	156,1	169,1	177,1

en voie de l'être en 1992 (par exemple, celle de l'enseignement de la chimie dans le secondaire ou celle des filières des classes préparatoires aux grandes écoles), soient effectivement mises en application et pour que, notamment dans l'enseignement supérieur, des infléchissements indispensables soient apportés à une politique de développement trop rapide des formations initiales, amplifiée par la décentralisation.

• Les principaux acquis de la réforme de l'enseignement de la chimie dans le secondaire ont été maintenus, le groupe technique disciplinaire de chimie, auquel participe l'UIC, a pu continuer ses activités et les programmes de terminale scientifique ont été finalisés. Notre industrie devra soutenir les enseignants dans l'application de cette réforme qui représente un grand progrès susceptible d'améliorer profondément la perception de la chimie chez les jeunes.

Après la réforme du baccalauréat technologique, l'UIC s'est intéressée à la mise à jour et à l'élargissement (à l'étude actuellement) du baccalauréat professionnel «industries chimiques et de procédés», dans le cadre des activités de la commission professionnelle consultative de la chimie du ministère de l'Éducation nationale.

• L'action de l'UIC en matière d'enseignement supérieur vise, en particulier, à faire entrer dans les faits les orientations définies dans le rapport de mai 1992 sur l'évolution de la formation des ingénieurs chimistes, précisées à nouveau dans un colloque UIC-SCI tenu à la Maison de la Chimie en décembre 1993 ; elle s'est exercée notamment à travers sa participation à diverses instances :

- La commission consultative nationale des IUT, qui a poursuivi ses travaux sur le remodelage des horaires, s'est effor-

cée d'endiguer la prolifération anarchique de nouveaux départements et a amorcé une réflexion sur la préparation des DUT par l'apprentissage. Avec un grand retard, les nouvelles commissions pédagogiques nationales par spécialités, et notamment la commission unique rassemblant les deux spécialités «chimie» et «génie chimique», désormais présidées par des professionnels, ont fixé leurs premières réunions à partir du printemps 1994.

- Un groupe sectoriel «Chimie», réunissant des représentants de la direction générale des Enseignements supérieurs, des membres de la profession (UIC et entreprises) et quelques personnalités extérieures, qui a préparé un document de base sur les besoins réels de la profession en matière de formations supérieures, en cours de validation.

- Le groupe de travail «Enseignement supérieur» du CNPF, qui a amorcé une réflexion de fond sur l'inadéquation croissante entre les flux de diplômés issus de l'enseignement supérieur et les besoins en cadres des activités économiques et a entamé le dialogue avec les pouvoirs publics sur la réforme de la filière technologique rendue trop



complexe par l'adjonction successive de nouveaux diplômés, dont, en dernier lieu, ceux des instituts universitaires professionnalisés.

- La Commission des titres d'ingénieur, où nous cherchons à éviter la multiplication de nouvelles écoles et qui doit rester le garant de la qualité de ces formations.

- La Fédération Gay-Lussac des écoles de chimie et de génie chimique, ces dernières prenant de plus en plus l'habitude de travailler en réseau ; l'UIC y pousse à la diversification des profils, à une meilleure prise en compte des besoins des PMI, aux échanges d'étudiants entre écoles, à la prise en compte, heureusement de plus en plus effective dans l'enseignement, d'une sensibilisation aux problèmes de sécurité et de protection de l'environnement, à la concertation sur les flux et le placement des jeunes diplômés.

L'UIC soutient bien entendu les projets de rapprochement entre écoles et de certains transferts, de façon à faire émerger les pôles forts d'enseignement et de recherche qu'elle préconise.

Elle s'est par ailleurs mobilisée pour la création d'une filière à contenu expérimental dans les classes préparatoires aux grandes écoles destinée à faire évoluer le système français de formation des ingénieurs vers le développement des qualités de créativité et d'innovation. Même si elle ne va pas aussi loin qu'il aurait été souhaitable, la réforme a finalement été entérinée par les pouvoirs publics.

En raison de la conjoncture, le démarrage de certaines NFI (nouvelles formations d'ingénieurs, alias filière

«Decomps») concernant la profession a dû être repoussé, faute d'effectifs suffisants. Une seule formation de ce type a été homologuée depuis l'an dernier : NFI «Maintenance industrielle» avec deux options (industrie de procédés/industrie de transformation), ouverte à Lyon, à la fin de 1993.

• L'action permanente d'information des enseignants et des jeunes sur l'industrie chimique, soit par réponse personnalisée à de nombreuses demandes directes, soit par des opérations conduites en collaboration avec la Société de Chimie Industrielle (opération «1 000 professeurs», par exemple, ou soutien à des universités d'été) a été poursuivie activement.

L'UIC, grâce au maintien du soutien financier d'un grand nombre d'entreprises de la branche et à l'appui des syndicats géographiques, a assuré avec succès la réalisation des IXe Olympiades nationales de chimie (1992-1993). On connaît l'impact positif de ces Olympiades sur l'image de notre profession dans le milieu éducatif, parents, enseignants et élèves. Cet impact a été confirmé par l'enquête réalisée auprès des participants aux précédentes Olympiades, qui a souligné l'image positive de la chimie que ceux-ci tiraient de leur participation, quel que soit leur cursus ultérieur. On sait aussi le rôle qu'ont joué ces Olympiades dans l'évolution des programmes de chimie de l'enseignement secondaire ; c'est pour aider à l'application de ces programmes que l'édition, à l'intention des professeurs de physique et chimie, d'un nouveau recueil d'épreuves sélectionnées (cette fois choisies parmi celles des Ve, VIe et

Tableau III - Évolution, de 1980 à 1993, de la chimie minérale en France (en milliers de tonnes).

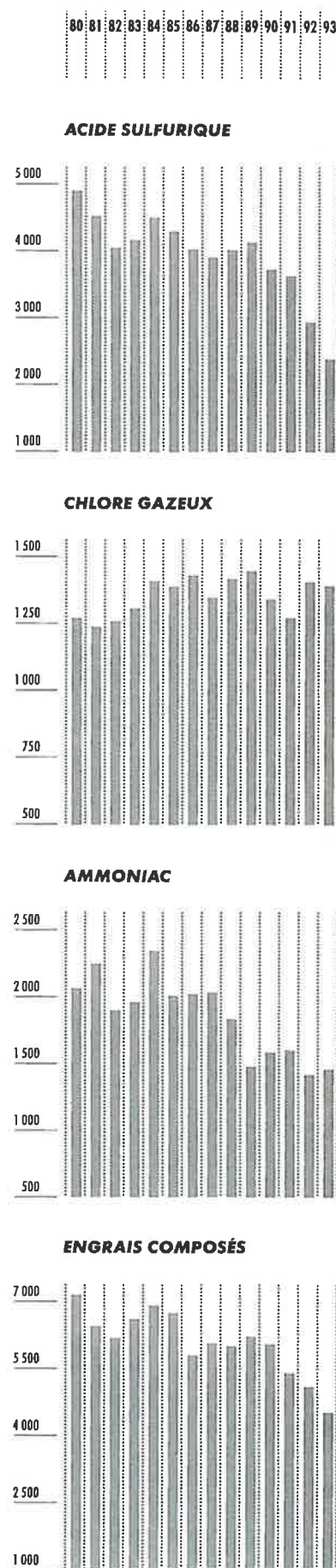


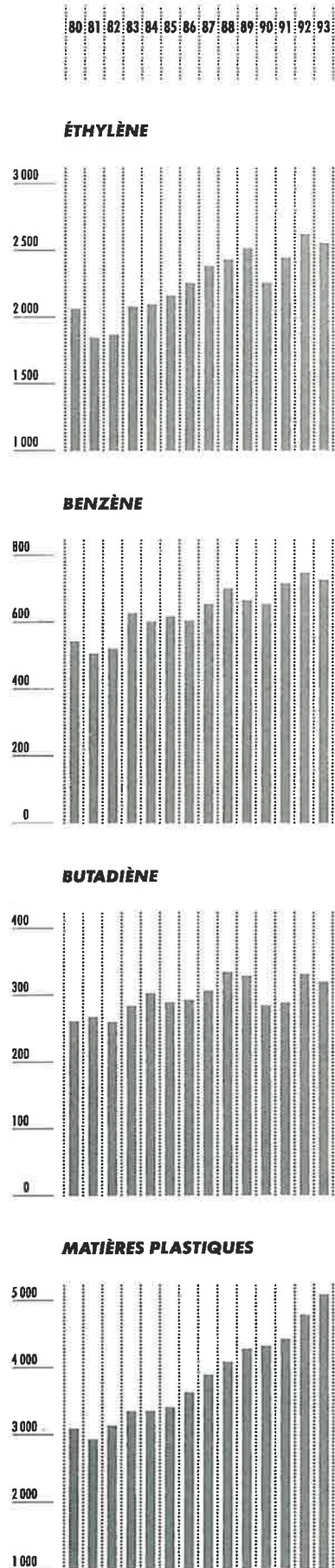
Tableau V - Évolution des effectifs 1993/1992 en % (Source : Unedic).

	Chimie de base	Parachimie	Pharmacie	Ensemble de la profession
1er trimestre	- 1,0	+ 0,4	+ 0,3	- 0,1
2e trimestre	- 0,2	- 0,1	+ 0,8	+ 0,2
3e trimestre	- 1,0	- 0,1	- 0,2	- 0,8
4e trimestre	- 1,0	- 2,0	- 0,5	- 1,2
Total année 1993*	- 3,2	- 2,7	+ 0,4	- 1,9
* Résultats provisoires				

Tableau VI - Évolution de la répartition des effectifs par catégories professionnelles en %. Source : UIC.

Catégories professionnelles	1982	1992	1993
Ouvriers et employés	67,0	50,2	50,1
Agents de maîtrise et techniciens	22,4	32,3	32,2
Ingénieurs et cadres	10,6	17,5	17,7

Tableau IV - Évolution, de 1980 à 1993, de la chimie organique en France (en milliers de tonnes).



VIIe Olympiades) a été finalement réalisée, malgré les problèmes financiers qu'elle posait.

La préparation des Xe Olympiades (1993-1994) a été engagée, avec le souci de continuer à maîtriser les coûts au maximum et de faire face à une certaine érosion des contributions financières.

On notera, enfin, les assez bons résultats - une médaille d'argent et deux médailles de bronze - remportés par les jeunes Français (d'ailleurs lauréats des Olympiades nationales de l'année précédente) aux XXVe Olympiades internationales qui ont eu lieu, en juillet 1993, en Italie, à Pérouse.

Ces actions de l'UIC vers les jeunes s'intègrent parfaitement dans les réflexions engagées au sein du groupe de travail du Cefic «Partenariat éducation-industrie» afin de promouvoir des actions pour attirer les jeunes vers les sciences. Orientée jusqu'à présent essentiellement vers les élèves des classes de première et de terminale, l'action de l'IUC va s'étendre aux classes de collèges, le Cefic ayant décidé la création d'un prix européen destiné à récompenser l'excellence dans l'enseignement des sciences dans cette tranche d'âge.

#### **Formation en alternance et formation continue**

En dehors de sa participation aux travaux ayant conduit, à la fin du mois d'avril 1993, à la signature de l'accord paritaire sur les objectifs et les moyens de la formation professionnelle dans les industries chimiques, l'activité du Département scientifique et de la formation, en liaison avec le Département social, a été consacrée à :

- l'exploitation des résultats du contrat d'études prévisionnelles et du rapport du GSI «Chimie» du Plan ;
- l'action engagée pour le développement de l'alternance et de l'apprentissage, en relation avec la campagne «Cap sur l'avenir» initiée par le CNPF ;
- la préparation, puis la prise en compte des dispositions de la nouvelle loi quinquennale pour l'emploi dans son titre III sur la formation. [...].

## **La photochimie**

Des exemplaires de ce numéro supplémentaire de L'Actualité Chimique sont disponibles au prix exceptionnel de 380 FTTC

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

## **Journées de Palaiseau**

**12-15 septembre 1995**

La division «Chimie organique» de la Société Française de Chimie organise les Journées de chimie organique (JCO) à l'École polytechnique.

Une des journées sera consacrée à Pasteur, à l'occasion du centenaire de sa mort.

Renseignements :  
J.P. Genêt, ENSCP,  
Laboratoire de synthèse organique,  
11, rue Pierre et Marie Curie,  
75231 Paris Cedex 05.  
Tél. : (1) 44.27.67.43. Fax : (1) 44.07.10.62.



# Berthelot, Sainte-Beuve et la Princesse Mathilde

Jean Jacques\* directeur de recherche émérite du CNRS

On a dit qu'on pourrait résumer l'histoire par une chronologie plus ou moins adroitement commentée des relations de l'homme avec le pouvoir. Des hommes avec tous les pouvoirs évidemment : celui qu'il subit, qu'il exerce ou qu'il impose, celui dont il s'accommode ou qu'il cherche à changer. C'est du moins dans cette perspective que je voudrais revenir sur le cas de Marcelin Berthelot (1827-1907), symbole mythique de la chimie triomphante, parangon du savant laïc et républicain. Je me limiterai dans cet article à examiner les relations de Berthelot avec le pouvoir du second Empire.

Dès sa jeunesse parisienne, à la pension Crouzet ou au collège Henri IV, Berthelot s'est trouvé en contact avec des personnalités qui, plus tard, d'une façon ou d'une autre, joueront comme lui un rôle politique : Victor Duruy (1811-1894), Emile Ollivier (1825-1913), Jules Clamagèran (1827-1903) furent ministres. A partir de la trentaine, on le voit s'intégrer, apparemment sans problèmes de conscience, à la bourgeoisie éclairée qui s'accommoda fort bien du régime autoritaire institué par Napoléon III. Léon Velluz [1], puis moi-même [2] avons raconté les circons-

tances de la création de la chaire de chimie organique du Collège de France en 1865 et comment l'arbitraire de la décision impériale en faveur de Berthelot, avait soulevé les protestations indignées de Pasteur lui-même.

Revenu de l'inauguration du canal de Suez en compagnie de l'impératrice Eugénie à la veille de la guerre de 1870, il deviendra, après la défaite, plus explicitement républicain. Ministre de l'Instruction publique en 1886, on le retrouvera dix ans plus tard ministre des Affaires étrangères. Sénateur inamovible, inspecteur de l'enseignement supérieur, il exerça alors sur l'enseignement et la recherche en France une influence capitale et, il faut bien le redire, détestable.

Récapitulons les succès et les signes de réussite sociale qui ont marqué la carrière de Berthelot au cours des dix dernières années du second Empire.

- En 1859, il a trente deux ans : on crée pour lui une chaire de chimie organique à l'École de Pharmacie de Paris ;
- 1861, il est chevalier de la Légion d'honneur ;
- 1863, on crée spécialement pour lui une charge de cours au Collège de France ;
- 1865, sa charge de cours est transformée par décret en nouvelle chaire de chimie organique ;
- 1867, il est promu officier de la Légion d'honneur ;
- 1868, il est nommé directeur de laboratoire à l'École des Hautes Études qui vient d'être créée.

Peu de scientifiques, peu d'autres chimistes qui ont laissé un nom dans l'histoire pourraient faire état d'un parcours aussi rapide et aussi brillant. Toutes ces marques de reconnaissance

sociale dépendent certes d'un mérite admis, mais, qu'on le veuille ou non, elles expriment aussi les faveurs particulières d'un pouvoir qui veut s'y associer.

Quel est le mécanisme des choix officiels dont Berthelot a bénéficié ?

Je vous livre mon impertinente hypothèse : il a profité, sous l'Empire, de ce qu'il faut bien appeler un « piston » considérable de la part de Charles Augustin Sainte-Beuve (1804-1869) et de la Princesse Mathilde (1820-1903), fille de Jérôme Bonaparte (le deuxième frère de Napoléon Ier) et cousine germaine de Napoléon III. Et je voudrais surtout montrer comment Sainte-Beuve fut la courroie de transmission entre Berthelot et le pouvoir impérial.

Au moment du coup d'État de Louis Napoléon Bonaparte, le 2 décembre 1851, Sainte-Beuve a 47 ans. Poète et critique, il est déjà un des monuments incontournables du paysage littéraire de l'époque. En août 1852, il se rallie avec éclat à l'Empire qui vient d'être fondé.

Quand il est nommé professeur de poésie latine au Collège de France, en 1854, il éprouve le besoin d'exprimer, dans son cours inaugural, son allégeance au pouvoir en place. Pour être promu à cette fonction, « *j'avais eu besoin, dirai-je, pour que cette ambition s'éveillât en moi, de l'opinion favorable d'un ministre, ami des études, son estime et son affection m'ont encouragé. Mais maintenant c'est à moi [...] de justifier par mes efforts le choix du Prince...* » Cette sortie lui avait valu un beau chahut de la part « d'un détachement de jeunes barbares » qui lui reprochaient de prendre la parole en faveur du « prince » sur les lieux mêmes où celui-ci venait de condamner au silence plusieurs de ses éminents collègues. Sainte-Beuve

\* Collège de France, Laboratoire de chimie des interactions moléculaires, 75005 Paris. Tél. : (1) 44.27.13.57. Fax : (1) 44.27.13.56.



n'avait pas de goût pour ce genre d'affrontement : il renonça définitivement à faire son cours et, s'il figura sur l'affiche du Collège jusqu'à sa mort, en 1869, ses auditeurs potentiels durent se satisfaire de ses suppléants, Constant Martha (1820-1895) et Gaston Boissier (1823-1908). Ce n'est pas sans raison que certains historiens ont vu en Sainte-Beuve «le maître à penser du second Empire» auquel il donna de multiples gages [3].

En 1861, Sainte-Beuve a fait connaissance de la Princesse Mathilde et a noué avec elle d'affectueuses relations. Dans son salon de la rue de Courcelles ou à Saint-Gratien, près de Paris, il retrouve Littré, Renan, le Prince Napoléon (le frère de l'hôtesse) et bien d'autres personnalités du monde des arts et des lettres. Il entretient avec Mathilde, qui aurait souhaité le voir ministre de l'Instruction publique, une correspondance régulière dont la lecture nous ramène à Berthelot.

C'est sans doute très tôt, par l'intermédiaire de Renan, que Berthelot a connu Sainte-Beuve, au Collège de France. C'est en tout cas lui, d'après le témoignage des Goncourt, qui, en juin 1864, a présenté Berthelot aux convives des dîners célèbres du restaurant Magny. L'année où Berthelot est nommé professeur de chimie organique au Collège de France, Sainte-Beuve vient d'être nommé sénateur.

La première trace écrite que je connaisse des relations triangulaires auxquelles nous nous intéressons n'est pas expressément datée : il s'agit d'un court billet de Sainte-Beuve à son ami chimiste. Griffonné à la hâte, on le retrouve dans la collection d'autographes de Monsieur Daniel Langlois-Berthelot (que je remercie vivement de m'avoir généreusement ouverte). Il répond visiblement à une question précise : comment doit-on se comporter avec la Princesse quand on est appelé à la rencontrer pour la première fois ?

*Ce dimanche*

*Voici pour l'adresse*

*Son Altesse Impériale*

*Madame la Princesse Mathilde*

*Rue de Courcelle, 24*

*ne pas affranchir*

*Si l'invitation est d'elle et de sa main,*

*lui écrire, tout simplement*

*Princesse etc.*



«Les ennemis de la Princesse et de son impérial cousin ne faisaient pas dans la dentelle.»



*Si c'est une carte et du Gal Bougenel répondre*

*J'ai l'honneur d'accepter...*

*et respects au Gal*

*Mais la première visite faite, vous verrez que ces formules ne tiennent pas devant la familiarité des relations et la vivacité des intelligences*

*Mille amitiés*

*Sainte-Beuve*

Cette mention du général Jean-François Bougenel est précieuse. L'Empereur avait accordé à sa cousine un «service d'honneur» dont ce général de division faisait partie avec le titre de «chevalier d'honneur». Ce brave militaire en retraite (il était né en 1786), dont on disait qu'il était familiarisé avec la poudre, mais qu'il ne l'avait pas inventée, est mort à Paris le 25 mars 1865. La première visite de Berthelot à Mathilde (si elle a suivi ce billet) se situe donc entre 1861 (date de la rencontre Sainte-Beuve-Mathilde) et 1865 (date de la mort du chevalier d'honneur).

Le second document concernant les relations qui nous occupent est daté :

*Le 24 Xbre 1866*

*Cher Ami,*

*Je voudrais pouvoir vous aider à votre bon désir, mais je ne connais absolument personne à la Légion d'honneur et une apostille que je m'étais permise il y a un ou deux ans au ministère de la guerre n'a abouti qu'à un secours de 50 francs. Quand il y a quelque bienfait de ce genre à poursuivre, c'est d'ordinaire par la Princesse Mathilde que nous essayons ; voyez si vous voulez tenter cette voie. Elle est la bonté même, mais elle a aussi ses obstacles et ses empêchements.*

*J'espère ne pas toujours être absent des Magny, dussè-je n'y manger qu'à peine et n'y pas boire du tout.*

*Agréez cher et savant ami, l'assurance de mes sentiments dévoués.*

*Sainte-Beuve*

On ignore évidemment pour qui Berthelot sollicitait cet appui et je n'aurai pas la perfidie d'envisager que ce fut pour lui-même : il ne fut en effet promu officier que quelques mois après cette lettre.

Mais la correspondance entre Sainte-Beuve et Mathilde ne va pas tarder à nous faire mieux pénétrer dans le vif de notre sujet : une lettre à la Princesse nous montre notre critique-éminence grise dans l'exercice de ses bonnes œuvres.

*«Il faudra pourtant tâcher que Berthelot, grand inventeur, ne s'épuise pas à faire des cours : un cours suffit. Duruy ne pourra jamais, mais si l'Empereur, si digne de comprendre les hautes sciences et de les maintenir, Duruy*

*pourra*» [4]. Dans une note spéciale rédigée, à ce qu'on a dit, sur la demande de Renan et avec son aide, il explique à la Princesse en quoi et comment elle peut utilement intervenir.

*Il s'agit d'un savant du premier ordre, jeune, inventeur, et dont les travaux en chimie ont été marqués d'un caractère à la fois d'originalité scientifique et d'utilité pratique. M. Berthelot, de l'aveu de l'Europe savante, est un des hommes qui font marcher la science ; il ne cesse de se livrer à des expériences qui se traduisent chaque jour par de nouvelles découvertes, ses méthodes d'analyse deviennent des points de départ pour d'importances séries de travaux. Or, M. Berthelot est chargé de deux cours : l'un supérieur au Collège de France, l'autre d'enseignement élémentaire à l'École de Pharmacie. Cette dernière place l'occupe sans profit suffisant pour la science ; et le professeur, chargé d'enseigner des éléments, ne peut se concentrer comme il le voudrait sur les recherches d'invention pour lesquelles il possède une aptitude manifeste et où il fait ses preuves décisives.*

*Il s'agirait de lui conférer des fonctions qui lui procurassent les mêmes avantages matériels avec moins de fatigue et de déperdition de force. Il y a des inspecteurs généraux pour les écoles de droit, il y en a pour les facultés de lettres, pour les facultés des sciences, pour les écoles de médecine.*

*Les écoles de pharmacie forment la seule branche de l'enseignement qui n'ait pas ses inspecteurs généraux. La création d'une telle place d'inspecteur général des écoles de pharmacie en faveur de M. Berthelot serait d'une utilité incontestable, et il est l'homme indiqué.*

*On est sûr d'une approbation universelle.*

*Il n'est aucun savant désintéressé, aucun homme compétent et jaloux avec grande raison du maintien de la suprématie scientifique de la France vis-à-vis des autres nations, qui n'applaudisse à une mesure de cet ordre qui mettra à même un inventeur éminent, un esprit aussi original que profondément laborieux, de produire tout son mérite et de remplir toute sa carrière. Ces sont de ces actes qui honorent un règne éclairé [4].* Fermez le ban.



Photo 1 - Marcelin Berthelot en 1868. Il vient d'avoir 40 ans.

Comment la Princesse aurait-elle pu rester insensible devant appel au secours justifié par un tel panégyrique ? Elle prend immédiatement les contacts nécessaires et elle mérite les encouragements que Sainte-Beuve lui prodigue quelques jours plus tard :

*Ce 23 mai (1867)*

*Oui, travaillez ferme pour le succès de cette affaire Berthelot. Je vous jure que c'est une belle et bonne chose. Mais Duruy n'a que des idées inférieures en fait d'enseignement et d'études. Cet ordre de sciences le dépasse. il n'était bon qu'à être un très bon applicateur et inspecteur sous un chef. Il n'y a que l'empereur pour lui dire : je le veux, faites [5].*

Mais cette affaire n'était pas encore mûre et qu'elle ne se fit pas à ce moment là. Léon Velluz a publié des documents qui montrent que l'entourage de Victor Duruy savait parfois résister aux pressions de la famille impériale. Peu de temps après cet échec, Berthelot obtint la rosette d'officier de la Légion

d'honneur. Cette promotion ne trompa ni ne désarma Sainte-Beuve qui, le 27 août, relance sa complaisante amie ;

*M. Berthelot n'a eu qu'une consolation sèche avec cette rosette. Il y a (Duruy étant impossible à réduire) quelque chose à essayer auprès du ministre des travaux publics, si M. de Forcade de la Roquette veut bien s'y prêter. On reviendrait, moyennant détour, au même résultat, et la bonne volonté de l'empereur aurait son issue de ce côté. J'aurai l'honneur d'expliquer cela verbalement à Votre Altesse à la première occasion [6].*

Malgré tous ses efforts, Sainte-Beuve ne put obtenir la sinécure qu'il souhaitait pour son savant ami. Ce n'est que bien après la mort de son protecteur que Berthelot accéda à l'Inspection de l'Enseignement supérieur, grâce cette fois à ses amitiés républicaines.

Mais heureusement l'année 1868 fut plus favorable aux ambitions de notre illustre chimiste et à son goût pour



les responsabilités rétribuées. Un décret du 31 juillet fondait enfin l'École pratique des Hautes Études dont on parlait depuis 1861 ; le bibliothécaire personnel de Napoléon III, l'historien et archéologue Alfred Maury (1817-1892), en avait, dès cette époque, averti Berthelot. Quelques mois après la création tant attendue de cette institution nouvelle, Berthelot y était nommé directeur de laboratoire : on pensait à lui depuis longtemps. En l'absence d'autres indications, on peut supposer qu'une dernière lettre de Sainte-Beuve à Mathilde n'est pas sans rapport avec cette nomination. Elle date du 7 décembre 1867 et elle est écrite à un moment où les décisions officielles ne sont encore ni définitives ni publiques :

*Je viens de voir Berthelot très reconnaissant... Duruy étant très bienveillant pour lui, la pression ne devrait être que très douce. Il n'aurait pas affaire à un récalcitrant... [7].*

Concernant ce même sujet des relations de Berthelot avec Sainte-Beuve et le pouvoir impérial, j'ai trouvé chez un marchand d'autographes, il y a maintenant fort longtemps, une lettre que Berthelot adressait à Victor Duruy :

*Monsieur le Ministre,*

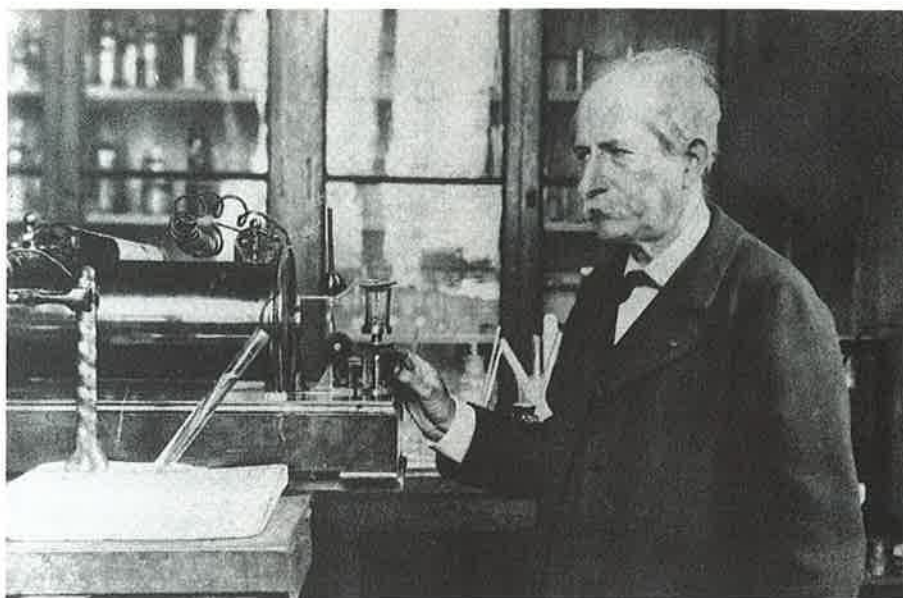
*Je prends la liberté de vous transmettre le résultat d'une conversation que j'ai eue, récemment avec M. Ste (sic) Beuve. Il a appris qu'il était question d'appeler à la Sorbonne M. Matha, son suppléant au Collège de France. Dans le cas où ce changement aurait lieu, il s'agirait de nommer un nouveau chargé de cours au Collège de France. Je pense et je suis autorisé à dire par M. Ste Beuve qu'il désirerait que la candidature possible de M. Taine ne fut pas oubliée, dans le cas où vous n'auriez encore aucun engagement. Veuillez, monsieur le Ministre, excuser mon ingérence dans cette affaire et agréer l'assurance de ma respectueuse affection.*

*20 novembre 1865*

*M. Berthelot*

Ne soyons pas trop injustes : les relations de Berthelot et de Sainte-Beuve ne furent pas uniquement intéressées. Elles correspondaient parfois avec une véritable communion d'idées.

Le «scandale du Vendredi saint», le 10 avril 1868 donna à notre illustre collègue l'occasion de manifester une



Berthelot dans son laboratoire.

authentique sympathie à l'égard de son influent correspondant, comme en témoigne cette lettre [8] :

*Mon cher Président,*

*A mon retour de la campagne, je trouve votre invitation à dîner pour le 10 avril. Les attaques dont vous êtes l'objet à cette occasion me font regretter vivement de n'avoir pas été à Paris pour me rendre à votre dîner. Il faut maintenir en toute occasion la liberté des opinions contre le fanatisme qui relève sans cesse la tête. Si on ne lui résiste en face, il reprendra bientôt l'autorité des persécutions. Agréez...*

La petite histoire littéraire a retenu les motifs de ces attaques dont parle Berthelot. Ce fameux vendredi saint 1868, Sainte-Beuve avait invité quelques amis à dîner chez lui, rue du Montparnasse. Ce soir-là, le Prince Napoléon avait trouvé plaisant de célébrer «les fêtes catholiques entre philosophes et libres-penseurs». Hippolyte Taine, Edmond About, Ernest Renan, Gustave Flaubert étaient des réjouissances. Le menu du repas était à la hauteur de l'intention sacrilège : écrivisses, truites évidemment, mais aussi filet au vin de Madère et faisan truffé. La presse cléricale, informée du péché, transforma ces agapes en orgie et, dans *L'Univers*, Louis Veuillot se déchaîna contre ces «libres-mangeurs».

On sait qu'à la fin de sa vie Sainte-Beuve se brouilla avec Mathilde et qu'il mourut fâché avec sa grande amie. Mais les contacts que Berthelot avait noués avec la Princesse étaient solides et résis-

tèrent à la chute de l'Empire. Du moins si l'on prend au sérieux l'historien [9] qui affirme (sans preuve explicite il est vrai) que Berthelot entra - non sans mal - à l'Académie des sciences (en 1873 seulement) grâce à son influence».

Cet article ne fait qu'effleurer, si j'ose dire, par le petit bout de la lorgnette, l'histoire des rapports à la fois compliqués et directs qui peuvent se nouer entre le pouvoir politique et le monde universitaire et scientifique. Ces notes sur Berthelot et le pouvoir impérial pourraient avoir une suite qui concernerait ses relations avec le pouvoir républicain. Nous y retrouverions les mêmes ambiguïtés et les mêmes détours dont on ne parle que rarement. Mais il est vrai que le métier de scientifique n'est qu'un cas particulier du métier de vivre et que les savants sont aussi des hommes ordinaires.

### Références

- [1] Léon Velluz, *Vie de Berthelot*, Plon, Paris, 1964.
- [2] Jean Jacques, *Berthelot, autopsie d'un mythe*, Belin, Paris, 1988.
- [3] M. Regard, *Sainte-Beuve*, Hatier, Paris, 1959.
- [4] Sainte-Beuve, *Correspondance générale*, recueillie classée et annotée par J. Bonnerot, Privat, Toulouse ; Didier, Paris, 1977, tome XVIII, p. 230.
- [5] *ibid.*, p. 244.
- [6] Sainte-Beuve, *Lettres à la Princesse*, p. 298.
- [7] voir référence 4, p. 280.
- [8] *ibid.*, p. 190.
- [9] J. de la Faye, *Princesse Mathilde*, Emile-Paul, Paris, 1929, p. 137.



**CLAUDE FRÉJACQUES  
(1924-1994)**

Claude Fréjacques, qui fut le président de la Société Chimique de France et de la Société Française de Chimie de 1984 à 1986, nous a quittés le 7 juin dernier. Avec lui disparaît une des grandes figures de la chimie française. Né à Paris en 1924, fils d'un chimiste distingué, il a excellé dans tout ce qu'il a entrepris, comme chercheur, comme enseignant et comme administrateur scientifique. Ses premiers travaux furent inspirés à ce polytechnicien, formé à la recherche par MM. Bauer et Magat, par son appartenance au Laboratoire Central des Poudres dont il fut chef de service de 1953 à 1957. De cette époque datent plusieurs recherches sur les nitrations en phase vapeur, la chimie de l'oxyde nitrique, la préparation de la nitrocellulose et la synthèse de la diméthylhydrazine asymétrique qui est utilisée comme comburant hypergolique dans les deux premiers étages de la fusée Ariane.

Mais c'est au Commissariat à l'Énergie Atomique, où il entre en 1957 pour y demeurer jusqu'à sa retraite, que Claude Fréjacques donne toute sa mesure. Chef des services de séparation isotopique, puis du département de physico-chimie, il fut le directeur de la division de chimie du Commissariat de 1970 à 1980.

Orienté vers la séparation isotopique par diffusion gazeuse dès la fin de son séjour au Laboratoire Central des Poudres, il devait accomplir dans ce domaine son œuvre la plus remarquable si l'on songe à sa nouveauté, aux difficultés auxquelles elle se heurtait et à l'importance des résultats auxquels elle a conduit. Elle devait se conclure, en effet, par la construction et la mise en service de l'usine d'enrichissement de l'uranium de Pierrelatte puis de celle d'Eurodif du Tricastin, qui est la plus grosse usine civile mondiale de séparation des isotopes de l'uranium.

Il ne suffisait pas pour en arriver là de connaître la différence qui existe entre la vitesse de passage des deux molécules isotopiques de l'hexafluorure d'uranium à travers une paroi poreuse, car il fallait apprendre à réaliser des barrières de diffusion dont les pores fussent deux fois plus petits que celles

que l'on utilisait alors dans l'industrie et dont la résistance à la corrosion fût des milliers de fois supérieure aux exigences habituelles, avant de construire la gigantesque cascade de diffuseurs indispensable au succès de la séparation.

Cette cascade fut efficace dès sa mise en marche et, pour apprécier cette performance, on peut rappeler qu'une réalisation analogue construite à l'étranger ne laissa échapper de l'hexafluorure d'uranium à sa sortie qu'après six mois de fonctionnement !

Il faut certainement souligner que pour réussir, avec ses très nombreux collaborateurs, une entreprise aussi difficile, Claude Fréjacques dut faire preuve d'une compétence et d'une habileté exceptionnelles à la fois dans le domaine de la recherche technologique et dans celui de la recherche fondamentale.

Ces qualités, jointes à sa familiarité avec les réacteurs nucléaires, lui ont permis de faire, par ailleurs, une découverte majeure par son originalité. En 1972, ayant constaté avec son équipe que l'hexafluorure d'uranium naturel présentait une variation de sa composition isotopique pouvant atteindre 1%, il reprit l'analyse des minerais utilisés pour sa fabrication et trouva que c'était l'oxyde  $U_3O_8$  naturel qui était à l'origine de ces teneurs isotopiques anormales et d'ailleurs variables. Parmi les hypothèses qui pouvaient expliquer ce phénomène, il s'avéra assez rapidement que c'était la plus hardie et la plus inattendue qui devait être retenue. Très vite, en effet, la spectrométrie de masse montrait que les minerais en cause renfermaient des terres rares avec une distribution qui était caractéristique des produits de fission de l'uranium et différente de celle des terres rares naturelles. Il fallait donc admettre qu'un réacteur fossile avait fonctionné spontanément, un milliard sept cent quarante millions d'années auparavant à Oklo, au Gabon, à une époque où l'uranium naturel contenait encore les 3% d'uranium 235 nécessaires ; quelques autres cœurs nucléaires furent d'ailleurs retrouvés sur le même site. L'intérêt de cette découverte suscita dans le monde entier la recherche de gisements analogues, mais ce fut jusqu'à présent sans aucun succès.



Claude Fréjacques, président de la SFC de 1984 à 1986, à SFC 86 (Paris).

L'œuvre de Claude Fréjacques ne se limite pas à ce qui vient d'être évoqué et, même si beaucoup de ses recherches n'ont pu faire l'objet de publication, pour des raisons évidentes, chacun sait qu'il est à l'origine de nouveaux procédés de séparation des isotopes du lithium et surtout de ceux de l'uranium par échange chimique, par photoexcitation sélective par laser et par centrifugation gazeuse.

Il n'est pas surprenant, dans ces conditions, qu'il ait été appelé depuis 1980 à exercer les plus hautes responsabilités scientifiques sur le plan national et sur le plan international. Il fut, en particulier, directeur de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique (1980-1981), président du Centre National de la Recherche Scientifique (1981-1989) et du Comité National de la Chimie (1990-1994) et administrateur de nombreuses organisations scientifiques (Cnes, Inserm, Institut Pasteur, École polytechnique, Comité scientifique de l'Otan...) ou sociétés industrielles (Elf Aquitaine, Saint-Gobain, CSF...) avant d'être élu, en 1979, à l'Académie des sciences.

Vice-président du Comité des Applications de l'Académie des Sciences de 1989 à 1992, puis de l'Académie elle-même depuis 1992, il allait devenir président de celle-ci en 1995.

Les qualités de cœur allaient de pair chez lui avec celles de l'esprit et tous ceux qui ont eu le privilège de l'approcher et de travailler avec lui ont été douloureusement atteints par sa disparition aussi brutale que prématurée.

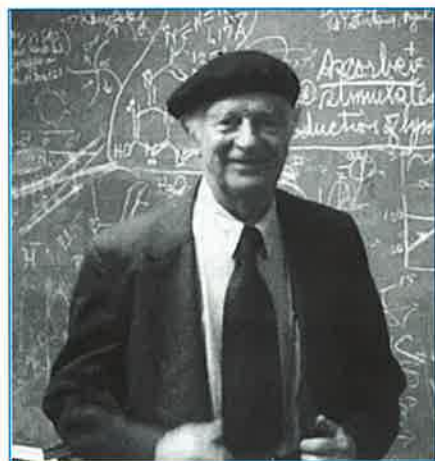
Fernand Gallais, membre de l'Institut  
(président de la SFC, 1978-1981)

## LINUS C. PAULING (1901-1994)

Linus C. Pauling, prix Nobel de chimie en 1954 «pour ses travaux sur la nature de la liaison chimique avec application à la détermination de la structure de substances complexes», est décédé le 19 août dernier à l'âge de 93 ans dans son ranch californien. Il a été le seul lauréat à avoir obtenu deux prix Nobel non partagés : celui de chimie et le prix Nobel de la paix en 1962 pour sa lutte contre l'armement nucléaire. En effet, Pauling a, pendant très longtemps, consacré, avec sa femme, la moitié de son temps à la cause du contrôle des armements nucléaires. Il y a trente-cinq ans, il a publié «*No more war*» et, il y a une dizaine d'années encore, il déclarait : «*c'est complètement insensé d'avoir une guerre nucléaire. Aussi, pourquoi gâchons-nous notre argent, des centaines de milliards de dollars, à cette sorte de militarisation ?*».

Linus Pauling s'est aussi illustré par une croisade en faveur de la vitamine C. Il prenait de fortes doses d'acide ascorbique contre les refroidissements et en prévention contre le cancer. Cette apologie a, pour certains, ouvert la voie à la grande mode pour un usage immo-déré pour les vitamines.

Pauling a avant tout été un remarquable chimiste, un savant dont l'exceptionnelle activité a touché de nombreux domaines tels que la détermination de la structure par les rayons X, l'application de la mécanique quantique aux problèmes physico-chimiques, la théorie du ferromagnétisme, la nature de la liaison chimique,



la structure des protéines, celle de l'hémoglobine et de ses dérivés, la théorie moléculaire de l'anesthésie générale...

Les lecteurs de *L'Actualité Chimique* se souviendront des propos, de L. Pauling recueillis par P. Lestienne (*L'Actualité Chimique*, 1986, 4, p. 33-36) concernant, en particulier, l'évolution des protéines et la façon dont il a conduit sa recherche.

T.C.

## RENÉ TRUHAUT (1910-1994)

La toxicologie française est en deuil...

Le 10 mai 1994 disparaissait, dans sa 85<sup>e</sup> année, le Professeur René Truhaut, qui durant plus de trente ans a largement contribué au rayonnement des sciences toxicologiques tant en France que dans des instances internationales aussi prestigieuses que l'OMS, l'IUPAC et la FAO, pour ne citer que les plus connues.

René Truhaut doit être considéré comme l'un des plus éminents toxicologues de notre époque. Ce fut un travailleur infatigable et acharné, animé d'une générosité de cœur à toute épreuve.

Son œuvre scientifique s'est concrétisée par plus de 800 publications. Celles-ci couvrent tous les domaines de la toxicologie ainsi que celui de la cancérogénèse chimique, domaine qui fut à l'origine de ses recherches [1]. Son impact sur notre société industrielle restera celui d'un grand humaniste tant son influence sur la fixation de normes pour les produits chimiques dangereux au niveau de la santé de l'Homme au travail aura été déterminante.

Quelques extraits de la leçon inaugurale que prononça René Truhaut le 8 février 1961 à la Faculté de pharmacie de Paris, lorsqu'il succéda à la chaire de toxicologie au doyen René Fabre son maître, devraient permettre de mieux retracer cette carrière de chercheur et d'enseignant tout à fait exceptionnelle [2].

«*Je suis né*, disait-il, *à Pouzauges, en plein cœur du bocage vendéen dans une famille ouvrière : mon père était, à l'époque, maréchal-ferrant et ma mère couturière*». Il est évident que ses parents durent consentir à beaucoup de

sacrifices pour lui permettre de faire des études... en particulier en chimie, science pour laquelle il avait une grande attirance. René Truhaut obtint à Paris, en juillet 1931, son diplôme de pharmacien puis sa licence ès sciences en 1932.

C'est dans le laboratoire de Charles Sennié, à l'Institut du Cancer de Villejuif, qu'il prépara sa thèse de doctorat sur les cancérogènes exogènes. Il étudia en particulier le pouvoir cancérogène des goudrons, mélanges complexes dans lesquels les chercheurs britanniques Cook et Kennaway venaient d'isoler le benzo(a)pyrène.

La route fut longue, avant sa nomination, en 1960, comme professeur de toxicologie à la faculté de pharmacie de Paris, poste qu'il conserva jusqu'en 1978.

Sa clairvoyance et son dynamisme, lui permirent d'apporter à la toxicologie française un esprit de renouveau, lançant ainsi les bases de la toxicologie moderne. Avec son équipe, il fut le premier à tenter d'interpréter le mécanisme d'action de nombreux produits chimiques en particulier des hydrocarbures aromatiques dont certains comme le benzène, le toluène ou les xylènes (solvants courants de l'industrie chimique) sont responsables de maladies professionnelles parfois très graves [3].

Précurseur génial dans le domaine de la prévention des risques chimiques, René Truhaut fut le premier à considérer le benzène, dont l'action insidieuse au niveau de la moelle osseuse pouvait aboutir à l'apparition de leucémie, comme «l'ennemi n°1». C'est l'existence de ce puissant pouvoir cancérogène du benzène chez l'Homme qui conduisit actuellement la Communauté économique européenne à proposer une valeur limite moyenne d'exposition (VME/8 heures) inférieure à 1 ppm (< 3,5 mg.m<sup>-3</sup>).

Dans le domaine de la prévention en milieu du travail, il faut se rappeler que René Truhaut a joué un rôle de tout premier plan, étant à l'origine en 1957 à Helsinki du premier Comité scientifique international pour l'étude des limites admissibles des toxiques dans les atmosphères de travail ou dans les milieux biologiques des sujets exposés [4].

Dans le secteur de la toxicologie nutritionnelle, René Truhaut, grâce aux travaux de son équipe sur l'évaluation





de l'impact des produits chimiques apportés par l'alimentation surtout à l'état de résidus (pesticides, agents conservateurs, colorants, anabolisants...) a introduit dès 1956 la notion de dose journalière acceptable (DJA) pour l'Homme. Ceci a permis la fixation au niveau international des concentrations maximales tolérables des résidus dans les aliments [5].

Parallèlement à ces travaux de tout premier plan, René Truhaut, esprit éclairé et éclectique, étendit le domaine d'application des sciences toxicologiques à l'environnement. C'est ainsi qu'il créa, en juin 1969 à Stockholm, le terme «écotoxicologie», branche nouvelle de la toxicologie, dont l'objectif est l'étude des effets nocifs des produits chimiques sur les différents écosystèmes (air, eau, sol) constituants notre environnement biologique [6,7].

Que ce soit dans le domaine de la santé au travail, de l'alimentation ou de l'environnement, René Truhaut s'est toujours attaché à déterminer l'objectif ultime de la toxicologie : «être toujours en prise directe avec l'actualité, évaluer les risques de nocivité des produits pour finalement établir les bases d'une prévention qui permettent de mieux protéger la santé de l'homme et son environnement».

En fait, René Truhaut s'est toujours battu pour que, comme il aimait à le dire : «la toxicologie soit une science véritablement sociale dont l'objectif fondamental est de protéger la santé des populations, ce qui doit leur permettre de bénéficier en toute sécurité des progrès de la chimie moderne» [8].

Ayant défini et popularisé ces concepts fondamentaux de la toxicolo-

gie appliquée tant dans le domaine du travail que de la nutrition et de l'environnement, René Truhaut a largement contribué à valoriser cette discipline, souvent mal perçue par les médias, mais aussi par les décideurs.

Beaucoup de ses élèves ont poursuivi son œuvre : ainsi son successeur à la chaire de toxicologie de Paris, le Professeur Jean Roger Claude, continue dans les instances internationales à défendre les fondements de la réglementation toxicologique.

Grâce à ses travaux fondamentaux, René Truhaut fut un expert très apprécié de nombreuses organisations internationales (OMS, FAO, CEE, IARC...). Il était membre de plusieurs académies dont l'Académie des sciences, l'Académie nationale de médecine, l'Académie nationale de pharmacie, et professeur honoraire ou docteur honoris causa de grandes universités par exemple d'Amérique du sud (Buenos Aires, Caracas et Santiago du Chili). Il était commandeur de la légion d'honneur et croix de guerre, car il fut un grand patriote.

Pour conclure, quatre qualités essentielles ont caractérisé toute la carrière de René Truhaut : l'ardeur au travail, la clairvoyance, l'esprit de synthèse et une grande humanité.

Je me réjouis d'avoir pu procurer à René Truhaut l'une de ses dernières satisfactions scientifiques. Les 3 et 4 mars 1994, dans le cadre de la première manifestation du bicentenaire du CNAM de Paris, à l'occasion des journées consacrées à la toxicochimie dans notre société, il eut la grande joie de coprésider cette manifestation avec ses amis, Robert Lauwerys (Université Catholique de Louvain) et Pierre Potier (CNRS, Gif-sur-Yvette). Ces deux journées, qui ont rassemblé plus de 350 personnes, ont présenté la toxicologie comme une science d'interface entre la chimie et la biologie [9]. Cette réalité bien admise aujourd'hui, fut en permanence la ligne de pensée de René Truhaut..., mais peut-être était-il en France un peu en avance sur son temps ?

Que son épouse, ses enfants et toute sa famille acceptent nos condoléances les plus sincères.

André PICOT  
UPS 831 (Gif-sur-Yvette)

## Références

- (1) Jubilé scientifique de René Truhaut, Paris, 1985.
- (2) Truhaut R., Leçon inaugurale de la chaire de toxicologie, prononcée le 8 février 1961 à la Faculté de pharmacie de Paris, *Ann. Pharm. Franç.* avril 1961, 19, p. 283-302.
- (3) Truhaut. R., Transformations métaboliques des toxiques organiques. Intérêt de leur étude, *Ann. Pharm. Franç.*, 1953, XI, p. 46-78.
- (4) Truhaut. R., Le problème des limites tolérables pour les substances toxiques dans les ambiances professionnelles, *Archives des maladies professionnelles*, 1963, 26, p. 41-56.
- (5) Truhaut. R., Contrôle des substances ajoutées aux aliments en France, FAO, Rome, 1963.
- (6) Truhaut. R., Écotoxicologie, objectifs, principes et perspectives, Exposé sur l'écologie, Académie des sciences, Séance du 5 avril 1976.
- (7) Truhaut. R., Écotoxicologie, objectifs, principes et perspectives, *Annales des mines*, juillet-août 1978, p. 65-84.
- (8) Truhaut. R., Aperçus sur les dangers de l'ère chimique, *L'Actualité Chimique*, septembre 1975, p. 3-6.
- (9) Congrès La toxicochimie dans notre société, 1994, CNAM, Paris, (ouvrage sous presse).

## YOSHIO BAN (1921-1994)

Le professeur Yoshio Ban, éminent chimiste japonais et l'un des fondateurs de la «Société Franco-Japonaise de Chimie Fine et Thérapeutique», est décédé il y a quelques mois à Tokyo. Connu pour ses travaux dans le domaine de la synthèse organique, notamment des produits naturels, il a joué un rôle de premier plan dans le développement des relations scientifiques entre les chimistes japonais et français.

Il fut, avec le professeur Ken'ichi Takeda, lui aussi maintenant disparu, le fondateur de la Société Franco-Japonaise de Chimie Fine et Thérapeutique du côté japonais, Pierre Potier et Jean Mathieu étant leurs correspondants français (respectivement «académique» et «industriel»).

Cette société, toujours vivace, est le meilleur exemple de ce que l'on doit à Yoshio Ban. Nous ne l'oublierons pas.

P. Potier  
ICSN (Gif-sur-Yvette)



## AUTEURS

- Amoureux J.**, Les procédés plasmas et leurs développements industriels (3, p. 5).
- Amouyal E.**, Conversion de la lumière (suppl. 7, p. 194)/Composants électroniques photoactifs à l'échelle moléculaire (suppl. 7, p. 201).
- André J.-C.**, voir Roizard C. (suppl. 7, p. 54)/Qu'y a-t-il de nouveau en stéréolithographie ? (suppl. 7, p. 105).
- Ansart M.**, voir Sertin R. (6, p. 91).
- Arnaud R.**, Photoprotection des matériaux polymères synthétiques (suppl. 7, p. 134).
- Aubert A.**, Sécurisol : 35 ans de «Responsible Care» (6, p. 66).
- Bazile F.**, Les mutations de l'industrie chimique. Nouveaux métiers, Nouveaux besoins (1, p. 7).
- Bensaude-Vincent B.**, La balance : un univers de mesure (2, p. 36)/Le langage chimique à la recherche de l'élément chimique : Éclairages historiques sur l'élément (4, p. 51).
- Beretta M.**, La bibliothèque de Lavoisier (2, p. 48).
- Bernier J.-C.**, Les écoles de chimie et de génie chimique de la Fédération Gay-Lussac (1, p. 9).
- Bertholon G.**, L'Institut Polytechnique de Lyon (5, p. 25).
- Bigot B.**, Sur la politique du MESR. Allocution d'ouverture du Congrès SFC 1994 (7, p. 5).
- Bloch R.**, voir Vogel P. (7, p. 21).
- Boite M.**, voir Lesclaux R. (suppl. 7, p. 64).
- Bossmann S.**, voir Lesclaux R. (suppl. 7, p. 64).
- Bouas-Laurent H.**, Reconnaissance d'ions (suppl. 7, p. 183)/Photocontrôle de l'association ionique et moléculaire (suppl. 7, p. 189)/Contrôle supramoléculaire de la réactivité photochimique (suppl. 7, p. 193)/voir Amouyal E. (suppl. 7, p. 194).
- Boule P.**, voir Lesclaux R. (suppl. 7, p. 64).
- Boyer M.**, voir Serusclat F. (5, p. 7).
- Bram G.**, La chimie à l'École polytechnique (4, p. 11).
- Braun A.M.**, Sources lumineuses (suppl. 7, p. 42)/Réacteurs photochimiques industriels. Types et exemples (suppl. 7, p. 48)/voir Lesclaux R. (suppl. 7, p. 64)/Emploi d'irradiations UV pour la dépollution d'air ou d'eau (suppl. 7, p. 74).
- Bret P.**, Antoine-Laurent Lavoisier (2, p. 19).
- Broussely M.**, Piles et accumulateurs au lithium (1, p. 25).
- Brouzeng P.**, Éléments d'histoire d'un concept disparu : le calorique (2, p. 32).
- Burget D.**, Photolyse du bleu de méthylène par une amine. Une expérience pour illustrer le cours de photochimie (1, p. 16).
- Cabridenc R.**, L'écotoxicologie des insecticides organochlorés (6, p. 59).
- Carré C.**, voir Burget D. (1, p. 16).
- Cassoux P.**, Electrochimie et chute ohmique. Avantages comparés des méthodes de coupure du courant et de réinjection et de l'emploi des ultramicroélectrodes (1, p. 49).
- Castellan A.**, Comportement photochimique de la pâte à papier (suppl. 7, p. 148).
- Cataldo L.**, «Nous, jeunes sociétaires, souhaitons être une force vivante au sein de la SFC» (4, p. 3).
- Charpentier J.-C.**, L'École Supérieure de Chimie Physique Électronique de Lyon/CPE Lyon (5, p. 27).
- Compain J.-C.**, L'eau : la fin d'un élément (2, p. 27).
- Cossy J.**, voir Vogel P. (7, p. 21)/Réactions photochimiques directes et sensibilisées : synthèse de molécules organiques complexes (suppl. 7, p. 25).
- Dartiguepeyron R.**, voir Cassoux P. (1, p. 49).
- David C.**, voir Cassoux P. (1, p. 49).
- De Montauzon D.**, voir Cassoux P. (1, p. 49).
- Deglise X.**, Comportement photochimique du bois soumis à un rayonnement de type solaire (suppl. 7, p. 156).
- Delacroix A.**, Notice anecdotique et généalogique sur Antoine Laurent Lavoisier (3, p. 56).
- Delaire J.**, Les photorésists (suppl. 7, p. 111).
- Desmarescaux P.**, La science et l'économie : le modèle de Lavoisier (7, p. 31).
- Desvergne J.-P.**, voir Bouas-Laurent H. (suppl. 7, p. 183)/voir Bouas-Laurent H. (suppl. 7, p. 189)/voir Bouas-Laurent H. (suppl. 7, p. 193).
- Detournay J.-P.**, Le chlore et ses applications dans notre activité quotidienne (6, p. 5).
- Devilliers D.**, Générateurs électrochimiques au lithium. L'enjeu économique (1, p. 21).
- Donard O.**, Spéciation et environnement ou l'histoire de l'œuf et de la poule (4, p. 47).
- Donnet J.-B.**, «Sans possibilité d'expression la liberté n'est qu'une illusion» (1, p. 3).
- Dubois J.-C.**, L'optique non linéaire dans les composés organiques (suppl. 7, p. 126).
- Dugua J.**, L'unité chlore-soude à membrane de Fos. Une bonne intégration (6, p. 28).
- Duprez N.**, L'exemple française du recyclage de la bouteille PVC : Récy PVC SA (6, p. 68).
- Fabre P.-L.**, voir Cassoux P. (1, p. 49).
- Fauque D.**, La chimie avant Lavoisier (1, p. 57)/1794-1994, Bicentenaire Lavoisier, Année de la chimie (2, p. 17)/De la chimie des gaz à la théorie des acides : du rôle de l'oxygène (1772-1779) (2, p. 22)/voir Brouzeng P. (2, p. 32).
- Faure J.**, Les bases élémentaires de la photochimie (suppl. 7, p. 7).
- Fauvarque J.-F.**, Cyclabilité de l'électrode de lithium (1, p. 34).
- Ferroud C.**, voir Santamaria J. (suppl. 7, p. 12).
- Figuière P.**, voir Thibault J. (4, p. 56).
- Fillon F.**, Demain la chimie : des formations d'ingénieurs diversifiées. Allocution du ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (1, p. 5).
- Fouassier J.-P.**, Les photopolymères (suppl. 7, p. 95).
- Fréjacques C.**, Lavoisier, chimiste et esprit universel (2, p. 3).
- G. O.**, L'état du Rhin (4, p. 31)/De la langue et des dessins (6, p. 90).
- Gallais F.**, Claude Fréjacques (1924-1994) (7, p. 41).
- Gardette J.-L.**, voir Arnaud R. (suppl. 7, p. 134).
- Gasset J.**, Chlore et médicaments (6, p. 40).
- Gaudé J.**, Notions élémentaires de cristallographie. Dérivations de quelques structures type à partir de l'empilement hexagonal compact (4, p. 16).
- Gelas J.**, Les filières d'accès aux écoles d'ingénieurs chimistes de la Fédération Gay-Lussac (1, p. 13).
- Grenier J.**, Syndicat des Halogènes et Dérivés. Une plateforme de dialogue pour l'industrie du chlore (6, p. 19).
- Grierson D.**, voir Vogel P. (7, p. 21).
- Guenier J.-P.**, Mise en place d'une politique de sécurité. Principes généraux. Proposition de méthodologie (3, p. 25)/Les problèmes posés par le stockage et l'élimination des déchets de laboratoire (5, p. 47).
- Guéry J.**, voir Picot A. (6, p. 43).
- Guglielmetti R.**, Les photochromes organiques et leurs principaux domaines d'application (suppl. 7, p. 90).
- Guillet R.**, Ordures ménagères, chlore et PVC. Points de vue d'un ingénieur municipal (6, p. 71).
- Guitton Y.**, Apora (5, p. 15).
- Guy A.**, voir Vogel P. (7, p. 21).
- Hamelin R.**, La chimie et la démocratie (5, p. 3)/Victor Grignard (1871-1935) (5, p. 61)/Notes de voyage : Brésil (7, p. 16).
- Heber J.M.**, Comment aborder un marché en déclin ? Le cas du chlore (6, p. 38).
- Helou M.**, Les enjeux de la chimie européenne (3, p. 30).
- Hui J.**, La Maison de la Chimie et le bicentenaire de la mort de Lavoisier (2, p. 64).
- Jacomy B.**, Une visite au laboratoire de Lavoisier (2, p. 52).
- Jacquard P.**, Le cinquantenaire de l'Institut Français du Pétrole. Interview (4, p. 23).
- Jacques P.**, voir Burget D. (1, p. 16).
- Jacques J.**, Berthelot, Sainte-Beuve et la Princesse Mathilde (7, p. 37).
- Joussot-Dubien J.**, Introduction (suppl. 7, p. 4).
- Jullet F.**, L'analyse chimique en région lyonnaise (5, p. 35).
- Julia M.**, «Une revue n'est-elle pas un puissant instrument d'échange ?» (3, p. 3)/Un message de confiance (7, p. 3).
- Kossanyi J.**, Les photoconducteurs (suppl. 7, p. 120).
- Kunth D.**, La place du chercheur dans la vulgarisation scientifique (1, p. 41).
- Lacoste J.**, voir Arnaud R. (suppl. 7, p. 134).
- Lagarde M.**, Lipides pharmacologiquement actifs et nutrition (4, p. 41).
- Lamotte A.**, voir Jullet F. (5, p. 35).
- Langlois Y.**, voir Vogel P. (7, p. 21).
- Laporte J.**, L'Institut de l'Environnement International (IEI). Interview (5, p. 43).
- Lapouyade R.**, voir Bouas-Laurent H. (suppl. 7, p. 183)/voir Bouas-Laurent H. (suppl. 7, p. 189).
- Launay J.-P.**, Quelques développements récents en électronique moléculaire (4, p. 37).
- Lazare S.**, La photoablation (suppl. 7, p. 116).
- Leblanc J.-L.**, Quelques considérations sur l'industrie des polymères. Développements et problèmes contemporains (3, p. 19).
- Lefour J.-M.**, Les nouveaux programmes de chimie du secondaire. Enseigner la chimie autrement (4, p. 5).
- Legendre J.-J.**, voir Thibault J. (4, p. 56).
- Lesclaux R.**, Réactions photochimiques en milieu naturels (suppl. 7, p. 64).
- Lougot D.J.**, voir Fouassier J.-P. (suppl. 7, p. 95).
- Lubineau A.**, voir Vogel P. (7, p. 21).
- Luft R.**, Fourcroy chimiste, homme d'État créateur du système éducatif français (3, p. 47).
- M.H.**, L'industrie chimique française s'attend à une reprise encore limitée en 1994 (2, p. 69)/Rhône-Poulenc : bilan 93 en recherche et innovation (2, p. 70).
- Machery A.C.**, voir A. Picot (6, p. 84).
- Marignier J.-L.**, La photographie (suppl. 7, p. 85).
- Massin J.-M.**, Le chlore et ses dérivés dans le contexte des conventions et accords internationaux (6, p. 57).
- Maurette M.-T.**, voir Braun A.M. (suppl. 7, p. 42)/voir Braun A.M. (suppl. 7, p. 48)/voir Lesclaux R. (suppl. 7, p. 64)/voir Braun A.M. (suppl. 7, p. 74).
- Meheut M.**, voir J.-M. Lefour (4, p. 5).
- Merlin A.**, voir Deglise X. (suppl. 7, p. 156).
- Midoux N.**, voir Roizard C. (suppl. 7, p. 54).
- Monjour L.**, Relations entre chloration de l'eau et santé (6, p. 46).
- Montel G.**, I have a dream (1, p. 15)/Évolution des programmes d'enseignement de la chimie. Rôle des Olympiades (7, p. 9).
- Montiel A.**, La désinfection des eaux par le chlore (6, p. 52).
- Naudi A.**, Automatisation des laboratoires (4, p. 28).
- Naumann K.**, Chimie du chlore dans la nature (6, p. 11).
- Nguyen Trong Anh**, voir Bram G. (4, p. 11).
- Oliveros E.**, voir Braun A.M. (suppl. 7, p. 42)/voir Braun A.M. (suppl. 7, p. 48)/voir Lesclaux R. (suppl. 7, p. 64)/voir Braun A.M. (suppl. 7, p. 74).
- Ottaviani A.**, voir Dugua J. (6, p. 28).
- Pacault A.**, voir Thibault J. (4, p. 56)/Le langage chimique à la recherche de l'élément : l'élément chimique aujourd'hui (4, p. 58).
- Papp R.**, Les propriétés environnementales des dérivés organiques halogénés (6, p. 62).
- Patrouillard X.**, Rhône-Poulenc : un siècle d'histoire en Rhône-Alpes (5, p. 20).
- Pichat P.**, voir Lesclaux R. (suppl. 7, p. 64)/voir Braun

- A.M. (suppl. 7, p. 74).
- Picot A.**, L'hexane (6, p. 4)/Toxicologie du chlore inorganique et dérivés (6, p. 43)/La toxicité des dioxines en question : rapports EPA et Cadas (6, p. 84)/René Truhaut (1910-1994) (7, p. 42).
- Poirier J.-P.**, Lavoisier et l'industrie chimique en France (2, p. 40)/Madame Lavoisier (2, p. 44).
- Porte C.**, voir Delacroix A. (3, p. 56).
- Potier P.**, Yoshio Ban (1921-1994) (7, p. 43).
- Rabine J.-P.**, Enseignement, images vidéo, ordinateurs... 10 ans après... (3, p. 33).
- Rigaudy J.**, Conclusion (suppl. 7, p. 208).
- Rivaton A.**, voir Arnaud R. (suppl. 7, p. 134).
- Robin J.**, Analyse par plasma haute fréquence. Le plasma comme source de photons et d'ions (3, p. 13).
- Roizard C.**, Les bases du génie photochimique (suppl. 7, p. 54).
- Roues G.**, Maison de la Chimie. Une vocation internationale au service de la vie associative (2, p. 63).
- Rouanet J.**, Le monde est-il prêt à vivre un scénario sans chlore (6, p. 3).
- Santamaria J.**, Réactions par transfert mono-électronique photoinduit : applications et perspectives (suppl. 7, p. 12).
- Scheidecker-Chevallier M.**, A.M. Ampère et la découverte des halogènes (6, p. 101).
- Sertin R.**, Situation socio-économique des ingénieurs des grandes écoles de chimie en 1993 (6, p. 91).
- Serusclet F.**, L'Archimium (5, p. 7).
- Sevenster F.**, Syndicat des Producteurs de Matières Plastiques. Interview (6, p. 22).
- Sommer J.**, George A. Olah, prix Nobel de chimie 1994. Des ions carbéniums à la chimie des hydrocarbures grâce aux superacides (7, p. 29).
- T.C.**, Linus Pauling (1901-1994) (7, p. 42).
- Tanielian C.**, Mécanismes de photosensibilisation. Action photodynamique (suppl. 7, p. 168).
- Thibault J.**, Le langage chimique à la recherche de l'élément chimique : L'élément chimique dans les écrits et dans les esprits contemporains (4, p. 56).
- Thiers M.**, La chimie en région lyonnaise (5, p. 5).
- Thiess R.**, L'industrie chimique et son organisation professionnelle dans la région Rhône-Alpes (5, p. 10).
- Tiberghien A.**, voir Thibault J. (4, p. 56).
- Tkatchenko I.**, voir Védrine J.C. (5, p. 38).
- Tommasino J.-B.**, voir Cassoux P. (1, p. 49).
- Tournier J.**, La chimie et la cité lyonnaise de la Révolution à 1914 (5, p. 55).
- Trassy C.**, voir Robin J. (3, p. 13).
- Tronc J.-L.**, Les années Lavoisier de E.I. Du Pont de Nemours (2, p. 55).
- Vahabi P.**, Philippe Desmarescaux a parrainé la promotion 1994 de l'ESCIL (5, p. 31).
- Valeur B.**, voir Bouas-Laurent H. (suppl. 7, p. 183)/voir Bouas-Laurent H. (suppl. 7, p. 189)/voir Amouyal E. (suppl. 7, p. 194).
- Van Diest J.-Y.**, L'électrolyse à mercure (6, p. 33).
- Védrine J.C.**, L'Institut de Recherches sur la Catalyse. Un lieu interdisciplinaire de rencontres entre recherche fondamentale et applications (5, p. 38).
- Verdier J.**, Le chlore, un ressort de l'économie (6, p. 23).
- Verhille M.**, L'abandon des CFC. Une reconversion industrielle mondiale en moins de 10 ans : le cas particulier d'Elf Atochem en région Rhône-Alpes (5, p. 17).
- Virirot M.-L.**, Réactions photochimiques (suppl. 7, p. 34)/voir Roizard C. (suppl. 7, p. 54).
- Vogel P.**, La réaction de Diels-Alder (7, p. 21).
- Vogler M.**, voir Devilliers D. (1, p. 21).

## ARTICLES

### Enseignement

- Demain la chimie : des formations d'ingénieurs diversifiées (1, p. 5).  
-Allocation du ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, F. Fillon (1, p. 5).  
-Les mutations de l'industrie chimique. Nouveaux métiers. Nouveaux besoins, F. Bazile (1, p. 7).  
-Les écoles de chimie et de génie chimique de la Fédération Gay-Lussac, J.-C. Bernier (1, p. 9).  
-Les filières d'accès aux écoles d'ingénieurs chimistes de la Fédération Gay-Lussac, J. Gelas (1, p. 13).  
-I have a dream..., G. Montel (1, p. 15).
- Photolyse du bleu de méthylène par une amine. Une expérience pour illustrer le cours de photochimie, D. Burget, C. Carré, P. Jacques, (1, p. 16).
- Enseignement, images vidéo, ordinateurs... 10 ans après, J.-P. Rabine (3, p. 33).
- Les nouveaux programmes de chimie du secondaire. Enseigner la chimie autrement, J.-M. Lefour, M. Meheut (4, p. 5).
- La chimie à l'École polytechnique, G. Bram, Nguyễn Trong Anh (4, p. 11).
- Notions élémentaires de cristallographie. Dérivation de quelques structures type à partir de l'empilement hexagonal compact, J. Gaudé, (4, p. 16).
- L'Institut Polytechnique de Lyon, G. Bertholon (5, p. 25).
- L'École Supérieure de Chimie Physique Électronique de Lyon/CPE Lyon, J.-C. Charpentier, (5, p. 27).
- Philippe Desmarescaux a parrainé la promotion 1994 de l'ESCIL, P. Vahabi (5, p. 31).
- Situation socio-économique des ingénieurs des grandes écoles de chimie en 1993, R. Sertin, M. Ansart (6, p. 91).
- Sur la politique du MESR. Allocation d'ouverture du Congrès SFC 94, B. Bigot (7, p. 5).
- Évolution des programmes d'enseignement de la chimie. Rôle des Olympiades, G. Montel (7, p. 9).
- Notes de voyages : Brésil (Université de Campinas, Cespichim, le programme SFERE/CNPQ), R. Hamelin (7, p. 16).

### Documentation pédagogique

- N°2 : Polyéthylènes linéaires (2, p. 57).
- N°3 : Polyéthylène basse densité (3, p. 43).
- N°4 : Styrène (4, p. 19).
- N°5 : Polystyrène (5, p. 32).
- N°6 : Chlore-soude (6, p. 96).

### Recherche

- La place du chercheur dans la vulgarisation scientifique, D. Kunth (1, p. 41).
- Electrochimie et chute ohmique. Avantages comparés des méthodes de coupure du courant et de réinjection et de l'emploi des ultramicroélectrodes, P. Cassoux, R. Dartiguepeyron, C. David, D. de Montauzon, J.-B. Tommasino, P.-L. Fabre (1, p. 49).
- Les procédés plasmas et leurs développements industriels, J. Amouroux (3, p. 5).

- Analyse par plasma haute fréquence. Le plasma comme source de photons et d'ions, J. Robin, C. Trassy (3, p. 13).
- Quelques développements récents en électronique moléculaire, J.-P. Launay (4, p. 37).
- Lipides pharmacologiquement actifs et nutrition, M. Lagarde (4, p. 41).
- Spéciation et environnement ou l'histoire de l'œuf et de la poule, O. Donard (4, p. 47).
- L'analyse chimique en région lyonnaise, F. Juillet, A. Lamotte (5, p. 35).
- L'Institut de Recherches sur la Catalyse. Un lieu interdisciplinaire de rencontres entre recherche fondamentale et applications, J.C. Védrine, I. Tkatchenko (5, p. 38).
- La réaction de Diels-Alder, P. Vogel, A. Guy, Y. Langlois, A. Lubineau, D. Grierson, R. Bloch, J. Cossy (7, p. 21).
- George A. Olah, prix Nobel de chimie 1994. Des ions carbéniums à la chimie des hydrocarbures grâce aux superacides, J. Sommer (7, p. 29).

### Photochimie

- Introduction, J. Jousset-Dubien (suppl. 7, p. 4).
- Les bases élémentaires de la photochimie, J. Faure (suppl. 7, p. 7).
- Nouvelles voies photochimiques en synthèse organique, coordonnateur J. Santamaria (suppl. 7, p. 11).  
-Réactions par transfert monoélectronique photoinduit : applications et perspectives, J. Santamaria, C. Ferroud (suppl. 7, p. 12).  
-Réactions photochimiques directes et sensibilisées : synthèse de molécules organiques complexes, J. Cossy (suppl. 7, p. 25).
- Photochimie préparative industrielle, coordonnateur E. Oliveros, M.-L. Viriot (suppl. 7, p. 34).  
-Réactions photochimiques, M.-L. Viriot (suppl. 7, p. 34).  
-Sources lumineuses, A.M. Braun, M.-T. Maurette, E. Oliveros (suppl. 7, p. 42).  
-Réacteurs photochimiques industriels. Types et exemples, A.M. Braun, M.-T. Maurette, E. Oliveros (suppl. 7, p. 48).  
-Les bases du génie photochimique, C. Roizard, J.-C. André, N. Midoux, M.-L. Viriot (suppl. 7, p. 54).
- Photochimie et environnement, coordonnateur P. Pichat (suppl. 7, p. 64).  
-Réactions photochimiques en milieux naturels, R. Lesclaux, P. Boule, S. Bossmann, A.M. Braun, M.-T. Maurette, E. Oliveros, M. Bolte, P. Pichat (suppl. 7, p. 64).  
-Emploi d'irradiations UV pour la dépollution d'air ou d'eau, A.M. Braun, M.-T. Maurette, E. Oliveros, P. Pichat (suppl. 7, p. 74).
- Photochimie et matériaux moléculaires d'hier et d'aujourd'hui, coordonnateur J. Delaire (suppl. 7, p. 83).  
-La photographie, J.-L. Marignier (suppl. 7, p. 85).  
-Les photochromes organiques et leurs principaux domaines d'application, R. Guglielmetti (suppl. 7, p. 90).  
-Les photopolymères, J.-P. Fouassier, D.J. Lougnot (suppl. 7, p. 95).  
-Qu'y a-t-il de nouveau en stéréophotolithographie ?, J.-C. André, en collaboration avec S. Corbel, J.Y. Jézéquel (suppl. 7, p. 105).  
-Les photorésists, J. Delaire (suppl. 7, p. 111).  
-La photoablation, S. Lazare (suppl. 7, p. 116).  
-Les photoconducteurs, J. Kossanyi

- (suppl. 7, p. 120).
- L'optique non linéaire dans les composés organiques, J.-C. Dubois, (suppl. 7, p. 126).
- Évolution photochimique des macromolécules organiques et synthétiques, coordonnateur R. Arnaud (suppl. 7, p. 132).
- Photoprotection des matériaux polymères synthétiques, R. Arnaud, J.-L. Gardette, J. Lacoste, A. Rivaton (suppl. 7, p. 134).
- Comportement photochimique de la pâte à papier, A. Castellan (suppl. 7, p. 148).
- Comportement photochimique du bois soumis à un rayonnement de type solaire, X. Deglise, A. Merlin (suppl. 7, p. 156).
- Mécanismes de photosensibilisation. Action photodynamique, C. Tanielian (suppl. 7, p. 168).
- Systèmes photochimiques supramoléculaires, coordonnateur B. Valeur (suppl. 7, p. 182).
- Reconnaissance d'ions, H. Bouas-Laurent, J.-P. Desvergne, R. Lapouyade, B. Valeur (suppl. 7, p. 183).
- Photocontrôle de l'association ionique et moléculaire, H. Bouas-Laurent, J.-P. Desvergne, R. Lapouyade, B. Valeur (suppl. 7, p. 189).
- Contrôle supramoléculaire de la réactivité photochimique, H. Bouas-Laurent, J.-P. Desvergne (suppl. 7, p. 193).
- Conversion de la lumière, E. Amouyal, H. Bouas-Laurent, B. Valeur (suppl. 7, p. 194).
- Composants électroniques photoactifs à l'échelle moléculaire, E. Amouyal (suppl. 7, p. 201).
- Conclusion, J. Rigaudy (suppl. 7, p. 208).

## Industrie/Environnement/ Hygiène-Sécurité

- Générateurs électrochimiques au lithium. L'enjeu économique, D. Devilliers, M. Vogler (1, p. 21).
- Piles et accumulateurs au lithium, M. Broussely (1, p. 25).
- Cyclabilité de l'électrode de lithium, J.-F. Fauvarque (1, p. 34).
- L'industrie chimique française s'attend à une reprise encore limitée en 1994, M.H. (2, p. 69).
- Rhône-Poulenc : bilan 93 en recherche et innovation, M.H. (2, p. 70).
- Quelques considérations sur l'industrie des polymères. Développements et problèmes contemporains, J.-L. Leblanc (3, p. 19).
- Mise en place d'une politique de sécurité. Principes généraux. Proposition de méthodologie, J.-P. Guenier (3, p. 25).
- Les enjeux de la chimie européenne, M. Helou (3, p. 30).
- Le cinquantenaire de l'Institut Français du Pétrole :  
-La chimie à l'Institut Français du Pétrole. Interview de P. Jacquard (4, p. 23).
- 50 ans d'activités pétrolières (4, p. 24).
- IFP, 1000e référence de procédés industriels (4, p. 26).
- Automatisation des laboratoires, A. Naudi (4, p. 28).
- La chimie en région lyonnaise, M. Thiers (5, p. 5).
- L'Archimium, F. Serusclat, M. Boyer (5, p. 7).
- L'industrie chimique et son organisation professionnelle dans la région Rhône-Alpes, R. Thiesse (5, p. 10).
- Apora (Association Patronale Antipollution Rhône-Alpes), Y. Guitton (5, p. 15).
- L'abandon des CFC. Une reconversion industrielle mondiale en moins de dix ans : le cas particulier d'Elf Atochem en région Rhône-Alpes, M. Verhille (5, p. 17).
- Rhône-Poulenc : un siècle d'histoire en Rhône-Alpes, X. Patrouillard (5, p. 20).
- L'Institut de l'Environnement International (IEI), Interview de J. Laporte (5, p. 43).
- Les problèmes posés par le stockage et l'élimination des déchets de laboratoire, J.-P. Guenier (5, p. 47).
- Le chlore et ses applications dans notre activité quotidienne, J.-P. Detournay (6, p. 5).
- Chimie du chlore dans la nature, K. Naumann (6, p. 11).
- Syndicat des Halogènes et Dérivés. Une plateforme de dialogue pour l'industrie du chlore, J. Grenier (6, p. 19).
- Syndicat des Producteurs de Matières Plastiques, Interview de F. Sevenster, (6, p. 22).
- Le chlore, un ressort de l'économie, J. Verdier (6, p. 23).
- L'unité chlore-soude à membrane de Fos. Une bonne intégration, J. Dugua, A. Ottaviani (6, p. 28).
- L'électrolyse à mercure, J.Y. Van Diest (6, p. 33).
- Comment aborder un marché en déclin ? Le cas du chlore. Exposé de J. M. Heber (6, p. 38).
- Chlore et médicaments, J. Gasset (6, p. 40).
- Toxicologie du chlore inorganique et dérivés, A. Picot, J. Guéry (6, p. 43).
- Relations entre chloration de l'eau et santé, L. Monjour (6, p. 46).
- La désinfection des eaux par le chlore, A. Montiel (6, p. 52).
- Le chlore et ses dérivés dans le contexte des conventions et accords internationaux, J.-M. Massin (6, p. 57).
- L'écotoxicologie des insecticides organochlorés, R. Cabridenc (6, p. 59).
- Les propriétés environnementales des dérivés organiques halogénés, R. Papp (6, p. 62).
- Sécursol : 35 ans de «Responsible Care», A. Aubert (6, p. 66).
- L'exemple français du recyclage de la bouteille PVC : Recy PVC SA, N. Duprez (6, p. 68).
- Ordures ménagères, chlore et PVC. Points de vue d'un ingénieur municipal, R. Guillet (6, p. 71).
- La dioxine et ses analogues. Extrait du rapport commun Académie des sciences-Cadas (6, p. 81).
- La toxicité des dioxines en question : rapports EPA et Cadas, A. Picot, A.C. Macherey (6, p. 84).
- Un rapport de Greenpeace sur la dioxine. Extrait d'un document de Greenpeace (6, p. 88).
- La science et l'économie : le modèle de Lavoisier, P. Desmarescaux (7, p. 31).
- Rapport 1993 de l'Union des Industries chimiques. Extraits (7, p. 33).
- de la chimie, D. Fauque (2, p. 17).
- Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794). Repères biographiques et scientifiques, P. Bret (2, p. 19).
- De la chimie des gaz à la théorie des acides : du rôle de l'oxygène (1772-1779), D. Fauque (2, p. 22).
- L'eau : la fin d'un élément, J.-C. Compain (2, p. 27).
- Éléments d'histoire d'un concept disparu : le calorifique, P. Brouzeng, D. Fauque (2, p. 32).
- La balance : un univers de mesure, B. Bensaude-Vincent (2, p. 36).
- Lavoisier et l'industrie chimique en France, J.-P. Poirier (2, p. 40).
- Madame Lavoisier, J.-P. Poirier (2, p. 44).
- La bibliothèque de Lavoisier, M. Beretta (2, p. 48).
- Une visite au laboratoire de Lavoisier, B. Jacomy (2, p. 52).
- Les années Lavoisier de É.-I. Du Pont de Nemours, J.-L. Tronc (2, p. 55).
- Fourcroy, chimiste, homme d'État, créateur du système éducatif français, R. Luft (3, p. 47).
- Notice anecdotique et généalogique sur Antoine Laurent Lavoisier, A. Delacroix, C. Porte, (3, p. 56).
- Le langage chimique à la recherche de l'élément chimique :  
-Éclairages historiques sur l'élément, B. Bensaude-Vincent (4, p. 51).
- L'élément chimique dans les écrits et dans les esprits contemporains, J. Thibault, P. Figuière, J.-J. Legendre, A. Pacault, A. Tibberghien (4, p. 56).
- L'élément chimique aujourd'hui, A. Pacault (4, p. 58).
- La chimie et la cité lyonnaise de la Révolution à 1914, J. Tournier (5, p. 55).
- Victor Grignard (1871-1935), R. Hamelin (5, p. 61).
- A.M. Ampère et la découverte des halogènes, M. Scheidecker-Chevallier (6, p. 101).
- Berthelot, Sainte-Beuve et la Princesse Mathilde, Jean Jacques (7, p. 37).

## Chronique chimophile

- L'état du Rhin, G.O. (4, p. 31).
- De la langue et des dessins, G.O. (6, p. 90).

## Dossiers/Numéros spéciaux

- Le bicentenaire de Lavoisier (2)
- La chimie à Lyon (5).
- Le chlore (6).
- La photochimie (suppl. 7).

## Nécrologie

- Claude Fréjacques (1924-1994) (7, p.41).
- Linus Pauling (1901-1994) (7, p.42).
- René Truhaut (1910-1994) (7, p.42).
- Yoshio Ban (1921-1994).(7, p.43).

## Histoire de la chimie

- La chimie avant Lavoisier, D. Fauque (1, p. 57).
- Colloque Lavoisier. Paris/Blois 3-6 mai 1994. Résumés des conférences (2, p. 5).
- 1794-1994, Bicentenaire Lavoisier. Année



## Gérard Perreau en retraite



G. Perreau (à droite) s'entretenant avec le Président Claude Fréjacques.

Gérard Perreau a quitté la SFC le 30 novembre 1994. Pendant 35 ans, il a consacré son activité à la chimie française, tout d'abord à la Société de Chimie Industrielle, où il assura, notamment, la direction des éditions de la Soprodoc, puis, après 1976, à la Société Chimique de France. Depuis 1980, il était secrétaire exécutif de la Société Française de Chimie.

Par son ardeur au travail, sa connaissance des dossiers et ses relations avec le monde universitaire, industriel ou administratif, Gérard Perreau a constitué le point de convergence des activités qui, grâce au dévouement de maints sociétaires et de l'équipe de la rue Saint-Jacques, ont le plus contribué au développement de la SFC.

*L'Actualité Chimique* s'associe aux marques de sympathie que Gérard Perreau a déjà reçues. Elle lui doit beaucoup, car, depuis 1976, il fut associé à tous les aspects de la vie de la revue.

Au nom des collaborateurs, et nous en sommes persuadés, de tous les lecteurs et amis de *L'Actualité Chimique*, nous remercions Gérard Perreau et lui souhaitons une excellente retraite.

Prof R. Hamelin  
Rédacteur en chef

Pr. J. B. Donnet  
Président du Comité de Direction  
de *L'Actualité Chimique*



CENTRE NATIONAL  
DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

## CNRS Formation

au service de l'Entreprise

du 15 au 19 mai 1995 à GIF-SUR-YVETTE (91)

**Bases et pratique des méthodes chromatographiques**

du 15 au 19 mai 1995 à BONDY (93)

**Spectrométrie d'absorption atomique. Perfectionnement**

du 15 au 19 mai et du 30 au 31 mai 1995 à ORSAY (91)

**Formation de la Personne Compétente à la radioprotection.  
Option IIB : sources non-scellées**

stage à la carte SOLAIZE (69)

**Spectrométrie de masse**

Catalogue, programme et inscriptions :

**CNRS Formation**

1 place Aristide Briand- 92195 MEUDON Cedex - FRANCE

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

Adhésion

# Demande d'adhésion à la SFC

Formulaire à renvoyer à

Société Française de Chimie

250, rue St Jacques, 75005 Paris,

Tel. (33-1) 43 25 20 78,

Fax. (33-1) 43 25 87 63,

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

Merci de me faire parvenir un bulletin d'adhésion à la Société Française de Chimie.

À \_\_\_\_\_ le \_\_\_\_\_

Signature \_\_\_\_\_

N O U V E A U T É S

## NOMENCLATURE UICPA DES COMPOSÉS ORGANIQUES

R. PANICO, Prof. honoraire, École supérieure  
de physique et chimie industrielles  
J.-C. RICHER, Université de Montréal  
1994, 256 pages, 33 tableaux, 235 F\*



La nomenclature chimique a pour objectif principal d'identifier chaque espèce chimique par un nom. Pour être véritablement utile à la communication des chimistes entre eux, la nomenclature des composés chimiques devait, en outre, comporter une référence explicite ou implicite avec la structure (et par suite l'identité) du nom. Cet objectif nécessite un ensemble de principes et de règles dont l'application conduit à une nomenclature systématique. Les travaux de la commission de nomenclature de l'UICPA ont abouti à l'élaboration de telles règles pour les composés organiques. Celles-ci viennent d'être récemment réexaminées, révisées et complétées et sont exposées dans le présent guide.

Remplaçant toutes les publications antérieures relatives à la nomenclature des composés organiques, ce guide s'adresse tout autant à l'étudiant et à l'enseignant qu'au chimiste, débutant ou confirmé.

CONTENU - Principes généraux - Hydrures fondamentaux et leurs groupes substituants dérivés - Groupes caractéristiques (fonctionnels) - Guide pour la construction du nom - Applications aux classes spécifiques de composés - Interprétation du nom - Spécifications stéréochimiques - Composés isotopiquement modifiés.

## Spectrométrie de masse



## SPECTROMÉTRIE DE MASSE

E. DE HOFFMAN,  
Université de Louvain  
J. CHARETTE,  
Professeur émérite  
V. STROOBANT,  
Université de Louvain  
1994, cartonné, 352 pages, 275 F\*

Ce cours présente tous les aspects de la spectrométrie de masse moderne, y compris dans ses développements les plus récents.

Loin de se limiter aux techniques classiques d'ionisation, il fournit les principes des nouvelles techniques plus élaborées et examine les méthodes de bombardement par atomes rapides, la spectrométrie de masse en tandem, l'électrospray, etc. L'exposé est complété par des **exercices corrigés** variés de difficulté croissante permettant aux étudiants en chimie et en sciences de la vie de s'entraîner à la résolution des problèmes pouvant survenir dans la prise et l'interprétation des spectres.

CONTENU - Les sources - Les analyseurs - Le couplage chromatographie-spectrométrie de masse - Spectrométrie de masse en tandem ou MS/MS - Informations analytiques - Réactions de fragmentation - Analyse de biomolécules - Annexes.

\* Prix public TTC au 01.11.94

Ouvrages en vente en librairie ou à la MLS - BP36 - 41354 Vineuil Cedex

M  
A  
S  
S  
O  
N

# Activités de la Société Française de Chimie

*Le Président Marc Julia et le bureau de la SFC adressent leurs meilleurs vœux à tous les membres de la Société.*

## DÉPART DE GÉRARD PERREAU

Après de longues années d'activité, Gérard Perreau, secrétaire exécutif de la Société Française de Chimie, a cessé ses fonctions le 30 novembre 1994.

Le bureau de la SFC l'a chaleureusement remercié pour les services rendus à notre société et lui a souhaité une heureuse retraite.

Une partie des missions, antérieurement assurées par M. Perreau, sont reprises temporairement par Madame Miren Helou, ingénieur au siège, en particulier les relations avec les divisions, les sections régionales et les groupes thématiques.

## DIVISION Chimie organique

### JOURNÉE DE LA DIVISION

Paris, le 21 mars 1995

La journée de printemps de la division aura lieu le mardi 21 mars 1995 au ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (5, rue Descartes, 75005 Paris).

Le programme de cette journée comprendra les six conférences suivantes :

9 h 30, D. Uguen (EHICS), Strasbourg) :

*Synthèse d'enchaînements polypropioniques par une stratégie méso.*

10 h 30, conférence du récipiendaire du prix Dina Surdin, suivie de la remise du Prix Dina Surdin.

11 h 05, pause.

11 h 30, Ph. Kocienski (université de Southampton, RU) : *Recent applications of organometallic reactions to biologically active natural products.*

14 h 30, J.C. Gramain (université de Clermont-Ferrand) : *Modélisation moléculaire : applications à quelques problèmes de chimie organique.*

15 h 30, F. Brion (Roussel Uclaf, Romainville) : *Synthèses industrielles de médicaments et d'insecticides.*

16 h, pause.

16 h 30, **Conférence «Merck-SFC» 1995** : Prof. R. Noyori (université de Nagoya, Japon) : *Asymmetric hydrogenation : science and opportunities.*

17 h 30, cocktail offert par la société Merck-Schuchardt.

Renseignements, Christine Greck, ENSCP, Laboratoire de synthèse organique, 11, rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05  
Tél. : (1) 44.27.67.42.

### JOURNÉES DE PALAISEAU,

Palaiseau, 12-15 septembre 1995

Les Journées de Palaiseau (JCO 1995) auront lieu à l'école polytechnique, du 12 au 15 septembre 1995. En hommage à Pasteur (1822-1895), une journée lui sera consacrée sous le patronage de la Société Française de Biochimie et Biologie Moléculaire, de la Société de Cristallographie et Minéralogie et de la Société Française de Chimie.

Les conférenciers suivants ont déjà accepté d'y participer : P. Boger (La Jolla, États-Unis), A. Collet (ENS Lyon), A. Commerçon (RP Rorer, Vitry), A. Fürstner (Mülheim, Allemagne), E.N. Jacobsen (Harvard, États-Unis), J. Jacques (Paris), M. Lahav (Rehovot, Israël), F.A. Lerner (La Jolla, États-Unis), P. Metzner (Caen), L.E. Overman (Irvine, États-Unis), P. Ribereau-Gayon (Bordeaux II). Le programme définitif de ces journées sera diffusé ultérieurement.

Renseignements : J.P. Genêt, ENSCP, Laboratoire de synthèse organique, 11 rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05.  
Tél. : (1) 44.27.67.43. Fax : (1) 44.07.10.62.

## DIVISION Chimie du solide

### LE MOT DU PRÉSIDENT

Devant les évolutions de structure qui immanquablement nous sont demandées par les instances supérieures, MESR, CNRS, et qui pour beaucoup d'entre-nous inquiètent, il m'apparaît encore plus évident et nécessaire d'être réunis dans une même société. Je pense que la division Chimie du solide de la SFC peut-être un endroit remarquable de réflexion et d'action collective. Je vous invite à y être encore plus nombreux (nous sommes à ce jour 257 membres inscrits). Un nombre non négligeable d'entre vous ont fortement œuvré dans ce sens et je les remercie au nom de la science que nous faisons progresser ensemble. Il faut continuer.

Maurice Maurin.

### Ve CONFÉRENCE EUROPÉENNE DE CHIMIE DU SOLIDE

Montpellier, 4-7 septembre 1995

Cette cinquième conférence européenne est placée sous le patronage de la Société Française de Chimie.

Le Président de la division Chimie du solide vous invite vivement à faire de cette conférence notre grande manifestation 1995.

La deuxième fiche circulaire d'inscription sera diffusée prochainement, avec date retour impérative au 30 avril 1995.

Renseignements : Secrétariat Ve Conférence, LPMS, Case 003, Université de Montpellier II, place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier.  
Tél. : 67.14.33.43. Fax : 67.14.42.90.

### SFC 94

Recueil des résumés des conférences, des communications orales et par affiches.

Société Française de Chimie, 250 rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Prix 200 F TTC.



## DIVISION Chimie de coordination

### PRIX DE LA DIVISION

Le prix de la division Chimie de coordination de la Société Française de Chimie, d'un montant de 10 000 F, est attribué à des scientifiques de nationalité française ayant publié, dans l'année ou au cours des cinq années précédentes, les contributions scientifiques les plus méritoires. Une année sur deux, les candidats devront être âgés de moins de 37 ans. L'appel d'offre pour 1995 concerne des scientifiques qui auront moins de 37 ans au 31 décembre 1995.

Pour assurer une sélection sur la base la plus large possible, les propositions de candidatures ainsi que les candidatures spontanées seront les bienvenues. Elles devront comporter :

- une description courte de la carrière du candidat (date de naissance, études, diplôme, distinctions),
- un bref résumé des recherches effectuées,
- une liste des titres, auteurs et références des travaux publiés,
- un tiré à part des cinq publications jugées les plus importantes.

Les propositions et documents seront à adresser, au plus tard le 15 mars 1995, au professeur Roger Guillard, Faculté des sciences Gabriel, 6 bd Gabriel, 21100 Dijon.

Renseignements : Pierre Braunstein, ULP, Laboratoire de chimie de coordination, 4, rue Blaise Pascal, 67070 Strasbourg Cedex. Tél. : 88.41.60.30. Fax : 88.41.60.30.

## SECTION Limousin Poitou Charentes Touraine

### RÉUNION ANNUELLE : CHIMIE ET CÉRAMIQUE

Cette réunion s'est tenue à Limoges, le 30 novembre 1994, dans l'amphithéâtre du CRDP du campus Vanteaux. Le professeur J.-Cl. Bernier (directeur de l'ENSC de Strasbourg) a donné une conférence : *Importance*

de la chimie dans les céramiques.

Elle a été suivie de plusieurs exposés traitant des nouvelles techniques de préparation des poudres utilisées en céramiques :

- D. Bernache-Assollant, (URA CNRS 320, université de Limoges) : *Les biocéramiques.*
- C. Ceintrey, J.C. Gadea, (Rhône-Poulenc, La Rochelle) : *Synthèse et propriétés de diverses terres rares pour applications céramiques.*
- J.M. Tatibouët, (URA CNRS) 350, Lacco de Poitiers) : *Oxydes supportés : de l'ion précurseur au catalyseur.*
- J. Anquetil, (Cerdec Limoges), A. Dauger, (École Supérieure de Céramiques Industrielles, Limoges) : *Verres spéciaux et leurs utilisations dans des émaux pour les lunettes arrières des automobiles.*
- J.C. Labbé, université de Limoges et Centre Technique de la Porcelaine) : *Fabrication de la porcelaine.*
- D. Le Mordant (Faculté des sciences de Tours) : *Membranes minérales et organiques.*
- M. Broussely, (Saft, Poitiers) : *Utilisations des oxydes de lithium des métaux de transition comme matériaux cathodiques dans les accumulateurs au lithium.*

Une exposition «Matériels scientifiques/enseignement et recherche» a été présentée.

Renseignements : Jean Jarrige, Faculté des sciences, LMCTS, 123 avenue Albert Thomas, 87060 Limoges. Tél. : 55.45.74.61. Fax : 55.45.75.86.

## SECTION Lorraine

### JOURNÉE SCIENTIFIQUE DE LA SECTION

Vandœuvre-lès-Nancy, 9 décembre 1994

Ces journées ont eu lieu à la faculté des sciences (domaine scientifique Victor Grignard).

Conférences :

- Pr. J.C. Kamenka (ENSC Montpellier) : *Les neuroprotecteurs et neuromodulateurs de la série des arylcyclohexylamines : chimie et applications biologiques.*
- Pr. B. Fraser-Reid (Duke University, Durham, NC, États-Unis) : *Carbohydrates to carbocycles : synthetic routes to densely functionalized natural products.*

Communications :

- Dr. F. Schmit-Quilès (Lescoc) : *Analyse automatique par RMN <sup>13</sup>C de la microstructure de polymères acryliques*
- Dr N. Brosse (URA 457) : *Nouvelle synthèse d'analogues de prostanoïdes à partir de méthylène-cyclobutanols.*
- C. Taillefumier (URA 486) : *Synthèse d'une nouvelle classe d'inhibiteurs de l'HMGCoA*

réductase,

- A. Pizzi (Lermab) : *Réactivité des tannins condensés dans leurs réactions d'autocondensation.*
- V. Cano (Centre du Médicament) : *Synthèse de nucléotides inhibiteurs des UGT. Essais enzymatiques sur une enzyme recombinante humaine.*
- S. Dumarçay (URA 486) : *Une approche rationnelle de nouveaux inhibiteurs de la biosynthèse d'endotoxines bactériennes.*

Renseignements : André Pentenero, Faculté des sciences de Nancy, Laboratoire de chimie des surfaces et interfaces, BP 239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy. Tél. et Fax : 83.32.95.90.

## SECTION Normandie (Haute)

### COMPOSITION DU BUREAU

Président : Gérard Plé

Gérard Plé, Faculté des sciences et techniques de Rouen, Fonction azotées et oxygénées complexes, BP 118, 76134 Mont-Saint-Aignan Cedex. Tél. : 35.14.67.97. Fax : 35.14.66.70.

Vice-président : Claude Fugier et Jean-François Verchère

Secrétaire : Jacques Maddaluno

Trésorier : Georges Dupas

A l'occasion de l'assemblée générale, le président sortant, Jean Bourguignon, a présenté le rapport d'activité de la section pour les cinq années écoulées : organisation de cinq journées à thèmes au cours desquelles 30 conférences ont été prononcées, création d'un club jeunes sociétaires, organisation de cinq journées jeunes chercheurs, soutien à divers colloques, soutien aux Olympiades.

### 5e JOURNÉE JEUNES CHERCHEURS

Le 30 novembre, le club jeunes sociétaires et la section Haute-Normandie ont organisé la cinquième journée jeunes chercheurs. A cette occasion, neuf étudiants en cours de thèse ont présenté les communications suivantes :

- C. Ould M'Barek (Polymères, biopolymères et membranes, URA 500) : *La réticulation en phase gazeuse des membranes échangeuses d'ions à base de PVA.*
- C. Fulchic (Laboratoire d'analyse des systèmes organiques complexes) : *Mise en œuvre d'un nouveau milieu électrophorétique pour la reconnaissance chirale par HPCE. Application à la résolution d'un mélange racémique d'acides aminés.*
- S. Ponthieux (Laboratoire d'hétérochimie organique de l'Ircrof) : *Synthèse régiosélective de  $\alpha$ ,  $\alpha$*

bis(phénylséleño)cétones.

– N. Bellakhal (Laboratoire LASTM et Leica) : *Oxydation du cuivre par plasma inductif d'oxygène.*

– A.M. Fernandez (Laboratoire des fonctions azotées et oxygénées complexes, URA 464) : *Lactones fonctionnelles  $\gamma$ -alkylées dérivées de l'acide tartrique : synthèse diastéréodivergente des différents épimères.*

– J.Y. Malvault (Laboratoire d'analyse de spectroscopie et de traitement de surface) : *Caractérisation de sels basiques de cuivre (II) formés en corrosion atmosphérique par spectroscopie IRTF.*

– L. Picton (Polymères, biopolymères et membranes, URA 500) : *Dérivés celluloseux à propriétés associatives.*

– L. Bidois (Laboratoire des fonctions azotées et oxygénées complexes, URA 464) : *Nouvelle méthode d'accès aux composés aromatiques fluorés.*

– B. Gervais (Laboratoire de chimie organique fine et hétérocyclique, URA 1429) : *Synthèse de caeruleomycines.*

## GRUPE FRANÇAIS DES COMPOSÉS D'INSERTION

### COMPOSITION DU BUREAU

Président : Yves Chabres (Grenoble)

Yves Chabres, Laboratoire de spectrométrie physique, BP 87, 38402 Saint-Martin d'Hères. Tél. : 76.51.47.53. Fax : 76.51.45.44.

Vice-présidents : François Béguin (Orléans), Jacques Rozière (Montpellier).

### JOURNÉES ANNUELLES DU GROUPE

Mont-Saint-Odile, 29-31 mars 1995

Renseignements : D. Guérard, Laboratoire de chimie du solide minéral, Université Henri Poincaré Nancy I, BP 239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex. Tél. : 83.91.21.07. Fax : 83.91.24.47.

### JOURNÉES ANNUELLES DE MARS 1994

La réunion GFECI s'est tenue à Montpellier-Cap d'Agde, du 23 au 25 mars 1994. Elle a été l'occasion pour les 120 participants de présenter leurs résultats les plus récents dans le domaine des composés d'insertion.

Parmi les thèmes abordés, on peut citer l'insertion dans les fullerènes et ses dérivés, les composés d'insertion du graphite, l'insertion dans les oxydes de métaux de transition et les chalcogénures métalliques, les composés d'intercalation dans les lamellaires apparentés aux argiles. L'importance croissante des solides

moléculaires formés à partir du carbone ( $C_{60}$ ,  $C_{70}$  etc) s'est traduite par un nombre élevé de contributions sur la chimie d'insertion de ces nouveaux matériaux. Un autre domaine actif est celui des oxydes de métaux de transition utilisés comme matériaux cathodiques dans les batteries au lithium, les matériaux les plus prometteurs pouvant maintenant être mis en forme par les techniques classiques de dépôt en couche mince. Un dernier thème en émergence est celui de l'utilisation des réactions d'insertion pour l'élaboration de matériaux nanocomposites.

Les composés d'insertion continuent à susciter un intérêt croissant dans la communauté scientifique, comme en témoigne l'augmentation régulière du nombre de participants aux réunions annuelles du GFECI.

GFECI 94 a confirmé toute l'originalité et l'actualité de ce domaine de recherche.

Renseignements : François Béguin, Centre de recherche sur la matière divisée, 1 B, rue de la Férellerie, 45071 Orléans Cedex 2. Tél. : 38.51.53.79. Fax : 38.63.37.96.

## Grand Prix 1996 de la Fondation de la Maison de la Chimie

Ce prix est destiné à récompenser une œuvre originale concernant la chimie, au bénéfice de l'homme, de la vie, de la société ou de la nature.

Montant = 150 000 FF

Il sera décerné, pour la cinquième fois, en 1996 à une ou plusieurs personnes physiques, quelle qu'en soit la nationalité. Les candidatures devront être présentées par une société savante ou un organisme scientifique national ou international.

Elle seront examinées par un jury formé de personnalités françaises et étrangères. Les candidatures non retenues précédemment peuvent faire l'objet d'une nouvelle présentation.

### Composition du jury

- **Président** : le président de la Fondation de la Maison de la Chimie.
- **Membres** : Pr. G. Béranger (Compiègne), Dr. A.E. Fischli (président IUPAC), Dr B.W. Fulpius (Genève), Dr M.W. Geerlings (Arnhem), Pr. J. Jeannin (Paris), Pr. G. Ourisson (Strasbourg), Pr. H. Ringsdorf (Mayence), Pr. J. Rouxel (Nantes), Pr. M. Vol'pin (Moscou), Pr. R. Wiechert (Berlin).
- **Secrétaire scientifique** : Pr. Nicole Moreau (Paris).

Les candidatures devront parvenir au secrétariat le **1er mai 1995** au plus tard. La remise du Grand Prix aura lieu à la Maison de la Chimie à Paris, lors d'une séance solennelle, le 30 janvier 1996. A cette occasion, le lauréat fera un exposé sur ses travaux.

Secrétariat du Grand Prix de la Maison de la Chimie, 28 rue Saint-Dominique, 75341 Paris Cedex 07.  
Tél. : (1) 47.05.10.73. Télécopie : (1) 45.55.98.62.

# Manifestations

## LES DENTS DE LA TERRE

PARIS

Jusqu'au 13 mars 1995

Une sélection extraordinaire de minéraux et de fossiles est présentée au Palais de la Découverte. Elle provient d'une collection privée de minéraux en Europe, à laquelle s'ajoutent des échantillons minéralogiques telles que des géodes d'améthystes, dont deux pièces pesant près de 300 kg, ainsi que des cristaux de quartz, dépassant 1 mètre et qui ont mis des millions d'années à se former. A cet ensemble minéralogique s'ajoute une collection de fossiles.

Renseignements : Palais de la Découverte, avenue Franklin D. Roosevelt, 75008 Paris.  
Tél. : (1) 40.74.80.00.

## SÉMINAIRES DU SERVICE DES MOLÉCULES MARQUÉES

SACLAY

24 janvier 1995

Organisés par le SMM du département de biologie cellulaire et moléculaire du Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay, ces séminaires se tiennent dans la bibliothèque du bâtiment 547 du CEN-Saclay, à 11 h. - 24 janvier, Pr. Aylan S. Demir (université d'Ankara) : *A novel enantioselective synthesis of aminoacids.*

Pour assister à ces séminaires, toute personne extérieure au Centre est priée de se mettre en rapport avec le secrétariat SMM :  
Tél. : (1) 69.08.52.55.

## CONFÉRENCES ET SÉMINAIRES BIOCIS

CHATENAY-MALABRY  
Janvier-février 1995

Ils se tiendront à 10 h 30, dans la salle des thèses du Centre

d'études pharmaceutiques de Châtenay-Malabry :  
- 26 janvier 1995, Pr. Jacques Perichon (CNRS, Thiais) : *Couplage électroréductif d'halogénures aromatiques avec des halogénoesters, des halogénoétones et des chlorures ou acétates allyliques via le procédé à anode consommable associé à une catalyse par des complexes du nickel.*

- 9 février 1995, Dr Jacques Royer (CNRS - ICSN, Gif-sur-Yvette) : *Synthèse asymétrique d'aminoacides carboxyliques et phosphoniques.*

- 16 février 1995, Dr Michel Gruselle (CNRS - ENSCP) : *Ions propargyliums stabilisés par des clusters homo- et hétérobimétalliques : structure et réactivité.*

Renseignements : Danièle Bonnet-Delpon. Tél. : (1) 46.83.57.39.

## CHROMATOGRAPHIES ET TECHNIQUES APPARENTÉES

LYON

7-9 février 1995

SEP 95 est un carrefour d'informations réunissant un congrès scientifique et une exposition d'appareillage. La manifestation est organisée à l'initiative du Laboratoire de chimie analytique (IUT, Orsay), du Laboratoire de chimie analytique des processus industriels (ESPCI, Paris) et du Laboratoire des sciences analytiques (Lyons I). Elle est placée sous le patronage du GAMS, de la SCI et la SFC (prix spéciaux d'inscription pour les membres de ces sociétés). Trois prix SEP 95 seront attribués aux meilleures communications par affiches.

Renseignements : Euradif, BP 111, 38243 Meylan Cedex.

## AUTOMATION, ROBOTIC AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLIED TO ANALYTICAL CHEMISTRY LABORATORY MEDECINE

MONTREUX (SUISSE)  
7-10 février 1995

Renseignements : Scitec, av. de Provence 20, CH-1000 Lausanne 20, Suisse. Tél. : + 41 (21) 624 15 33. Fax : + 41 (21) 624 15 49.

## INDUSTRIAL BIOCIDES

RUNCORN (GRANDE-BRETAGNE)  
8 février 1995

Le congrès du groupe biocides industriels de la British Association for Chemical Specialities sera suivi de présentations techniques sur les biocides pour piscines et sur la préservation du cuir.

Renseignements : M. Richard J. Farn, British Association For Chemical Specialities, The Gatehouse, White Cross, Lancaster, LA1 4XQ Grande Bretagne. Tél. : + 44 (524) 849606. Fax : + 44 (524) 849194.

## INGÉNIERIE DE FIABILITÉ

BRUXELLES (BELGIQUE)  
13-17 février 1995

Renseignements : La Bourse, BP 21468, NL-3001 AL Rotterdam, Pays-Bas. Tél. : +31 10 413 90 20.

## LES PLASTIQUES DANS LE BATIMENT

PARIS  
15 février 1994

Cette journée de conférences est organisée par la Société Française des Ingénieurs Plasticiens (SFIP).

Renseignements : SFIP, Nicole Hagimont, Le Diamant A, 92909, Paris La Défense Cedex. Tél. : (1) 46.53.10.74. Fax : (1) 46.53.10.73.

## CHIMINNOV'95

ROUEN

15-16 février 1995

La convention internationale d'affaires sur la chimie fine et les spécialités chimiques a pour objectif de mettre en relation directe les responsables R & D des laboratoires pharmaceutiques, vétérinaires et cosmétiques, avec les principaux acteurs du marché de la chimie fine.

Renseignements : Société Adhésion et Associés, Lionel Barbé ou Cédric Pol-Roger, 9 rue de l'Ancienne Mairie, 92100 Boulogne. Tél. : (1) 46.04.57.43. Fax : (1) 46.04.57.61.

## PROCÉDÉS D'USINAGE DES MATÉRIAUX PAR ÉLECTRO-ÉROSION

GRENOBLE  
16 février 1995

Renseignements : Cercle des élèves, Responsables SEE/ENSEEG, domaine universitaire BP 75, 38402 Saint Martin d'Hères. Tél. : 76.82.66.30. Fax : 76.82.66.30.

## BIOEXPO/ECB 7

NICE  
20-23 février 1995

En 1995, le 6e Salon international des biotechnologies et le 7e Congrès européen de biotechnologie ne forment qu'une seule manifestation.

Renseignements : Sepfi-Technoexpo, 70, rue Rivay, 92532 Levallois Perret Cedex. Tél. (1) 47.56.21.15. Fax : (1) 47.56.21.10.

## PITTCO'95

NOUVELLE-ORLÉANS (ÉTATS-UNIS)  
5-10 mars 1995

Le Pittsburgh Conference et l'exposition de chimie analytique et de spectroscopie



appliquée aura pour thème : la science au service de la société.

Renseignements : Pittsburgh Conference, Dept CFP, 300 Penn Center Blvd, Suite 332, Pittsburgh, PA 15235-5503, États-Unis.  
Tél. : + 1 (412) 825-3220.  
Fax : + 1 (412) 825-3224.

### **LES MEMBRANES EN PRODUCTION D'EAU POTABLE**

PARIS  
27-29 mars 1995

Cet atelier est organisé par l'AIDE (Association Internationale des Distributions d'Eau).

Renseignements : Edith Weitz, Compagnie Générale des Eaux, quartier Valmy, 32, place Ronde, Cedex 82 92982 Paris la Défense.  
Fax : (1) 46.35.31.50.

### **TRANSPORT ET LOGISTIQUE**

PARIS  
28-31 mars 1995

SITL, la 12e Semaine internationale du transport et de la logistique concerne la chimie et l'agro-alimentaire.

Renseignements : Blenheim, 70, rue Rivay, 92532 Levallois-Perret Cedex.  
Tél. : (1) 47.56.52.79.  
Fax : (1) 47.56.08.68.

### **CHARGE D'ESPACE DANS LES DIÉLECTRIQUES SOLIDES**

ANTIBES  
2-7 avril 1995

Cette 2e conférence internationale CSC' 2 est la 1re réunion IEEE-DEIS. Elle est organisée par la Société Française du Vide.

Renseignements : Société Française du Vide, 19, rue du Renard, 75004 Paris.  
Tél. : (1) 42.78.15.82.  
Fax : (1) 42.78.63.20.

### **7e JOURNÉES DE L'ANALYSE INSTRUMENTALE**

MADRID (ESPAGNE)  
3-6 avril 1995

Elles seront tenues dans le cadre d'Expoanalytica et Biociencia.

Renseignements : Avda. Reina Ma Cristina, Palacio n° 1, 08004 Barcelone, Espagne.  
Tél. : + 34 (3) 423 31 01.  
Fax : + 34 (3) 423 63 48 et 423 86 51.

### **1re JOURNÉES SCIENTIFIQUES ISRAËLO-ARABE**

PARIS  
3-7 avril 1995

Ce projet bénéficie du parrainage du ministère des Affaires étrangères, de la Mairie de Paris et de l'Unesco. Il est également soutenu par le CNRS, l'université Paris-Sud. Le professeur et prix Nobel de physique Georges Charpak présentera la conférence d'ouverture du colloque. Ces journées auront lieu au Carré des sciences (1 rue Descartes, 75005 Paris).

Renseignements : Ph. Chetrit, Université Paris-Sud, bât 630, Institut de Biotechnologie des Plantes, 91405 Orsay Cedex.  
Tél. : (1) 69.33.64.07.  
Fax : (1) 69.33.64.23.

### **7e MIEC**

DIJON  
6-8 avril 1995

Les 7e Journées sur les méthodes informatiques dans l'enseignement de la chimie seront l'occasion privilégiée pour la rencontre de ceux et celles qui participent au renouvellement des pratiques pédagogiques en recourant à l'informatique. Des conférences portant sur la didactique des sciences ou sur des applications directes de l'informatique à la chimie seront présentées.

L'organisation des journées est conçue pour favoriser les contacts entre participants, en privilégiant les communications courtes, les démonstrations, les présentations par voie d'affiches. La journée du 8 avril est plus spécialement dédiée aux applications dans l'enseignement secondaire et les classes préparatoires.

Renseignements : Michel Lallemand, LRSS, Faculté des sciences Mirande, BP

138, 21004 Dijon Cedex.  
Tél. : 80.39.61.75. Fax : 80.39.65.59.

### **FUSION FROIDE**

MONTE-CARLO (MONACO)  
9-13 avril 1995

ICCF-5 est la 5e conférence internationale sur la fusion froide. Seront pris en considération les nouveaux résultats obtenus et les derniers développements en théorie.

Renseignements : Jacques Payet, ICCF-5, c/o IMRA Europe SA, Centre scientifique, BP 213, 220 rue Albert Caquot, 06904 Sophia Antipolis Cedex.  
Tél. : 93.95.73.37. Fax : 93.95.73.30.

### **TECOMEX/ENVIRO-PRO 95**

MEXICO (MEXIQUE)  
25-29 avril 1995

Renseignements : Messe München GmbH, Messegelände, D-80325 Munich, Allemagne.  
Tél. : + 49 (89) 5107-219/220.  
Fax : + 49 (89) 5107.138.

### **JOURNÉES EUROPÉENNES DES COMPOSITES**

PARIS-LA-DÉFENSE  
26-28 avril 1995

En 1995, trois thèmes sont proposés pour le 30e anniversaire des JEC : statistiques et prospectives, transports, bâtiment.

Renseignements : CPC, 65, rue de Prony, 75017 Paris.  
Tél. : (1) 44.01.16.43.  
Fax : (1) 47.63.57.39.

### **MICROBALANCES SOUS VIDE (ICVMT26)**

MARRAKECH (MAROC)  
26-28 avril 1995

Cette 26e conférence a pour thèmes : la technologie microbalance, les couplages des microbalances à des techniques d'analyses, les corrections des perturbations en thermogravimétrie, les mesures thermogravimétriques des grandeurs caractéristiques des matériaux solides, et nouvelles

techniques de mesures des masses et des poids.

Renseignements : M'barek Ben Chanaa, ICVMT26, Faculté des sciences Semlalia, BP 515, bd Prince My Abdellah, Marrakech, Maroc.  
Tél. : + 212 (4) 43 46 49, poste 409.  
Fax : + 212 (4) 43 67 69.

### **SCIENCE OF COMPLEX MOLECULAR SYSTEMS**

PARIS  
27-28 avril 1995

Thèmes traités : reconnaissance moléculaire, architecture moléculaire, assemblages de plusieurs molécules, électronique moléculaire.

Renseignements : Phil Ball, Nature Editorial, 4 Little Essex Street, Londres, WC2R 3LF, Grande-Bretagne.  
Tél. : + 44 (71) 836 6633.  
Fax : + 44 (71) 836 9934.

### **INTERPLASTICA**

SINGAPOUR (SINGAPOUR)  
2-5 mai 1995

Renseignements : Nowea International, Postfach 101006, D-40001 Dusseldorf, Allemagne.  
Tél. : + 49 (211) 45.60.01.  
Fax : + 49 (211) 45 60-6 68

### **GEOTECHNICA**

COLOGNE (ALLEMAGNE)  
2-5 mai 1995

Un congrès de géoscience et géotechnologie accompagne l'exposition internationale.

Renseignements : AWS-Alfred Wegener Foundation for the Promotion of the Geosciences, Wissenschaftszentrum, Ahrstrasse 45, D-53175 Bonn, Allemagne.  
Tél. : + 49 (228) 302 260.  
Fax : + 49 (228) 302 270

### **ADHÉSION DANS LES SYSTEMES POLYMERES**

MONT SAINTE-ANNE (QUÉBEC, CANADA)  
3-5 mai 1995

Le symposium est organisé, conjointement, par la Société Québécoise des Polymères (SQP) et le Groupe Français d'Études et d'Applications des Polymères (GFP). Le Centre de

Recherches en Sciences et Ingénierie des Macromolécules (CERSIM) et l'université Laval sont les hôtes officiels du symposium. Une dizaine de conférenciers venant de France et du Québec ont été invités et traiteront des adhésifs, des mélanges et alliages, des structures composites, de systèmes réactionnels, de la physico-chimie de l'adhésion.

Renseignements : E. Maréchal, Laboratoire de synthèse macromoléculaire, Case 184, Université P. et M. Curie, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 44.27.38.04. Fax : (1) 44.27.70.54.

### ECOTOP' 95

BRUXELLES (BELGIQUE)  
3-6 mai 1995

La Foire internationale de Bruxelles et Norexpo ont décidé de faire d'Ecotop le salon professionnel de l'environnement du Nord-Ouest européen en l'organisant à Bruxelles les années impaires et à Lille les années paires.

Renseignements : ASBL, Foire Internationale de Bruxelles, place de Belgique, B-1020 Bruxelles, Belgique. Tél. : + 32 (2) 477 04 77. Fax : + 32 (2) 477 05 40.

### AUTOMATION 95

PARIS  
16-18 mai 1995

Des journées techniques organisées par le Cetim accompagnent l'exposition.

Renseignements : Cetim, Maison de la Productique, BP 795, 42951 Saint-Étienne Cedex 09. Tél. : 77.43.19.30. Fax : 77.43.19.34.

### AGROA 95

NANTES  
16-18 mai 1995

Une série de conférences complètera l'information technologique des visiteurs au salon des Technologies pour l'hygiène et la qualité dans les industries agro-alimentaires.

Renseignements : MCI, 19, rue d'Athènes, 75009 Paris. Tél. : (1) 44.53.72.20. Fax : (1) 44.53.72.22.

### ASTELAB 95

PARIS  
16-18 mai 1995

Le 3e Salon des laboratoires d'essais se tiendra à la Porte de Versailles à Paris.

Renseignements : Idexpo, 58, bd Paul Vaillant Couturier, 94240 L'Hay-Les-Roses. Tél. (1) 46.65.18.34. Fax : (1) 46.63.26.00.

### JOURNÉES DE CALORIMÉTRIE ET D'ANALYSE THERMIQUE

MARSEILLE  
22-24 mai 1995

Thèmes retenus pour les JCAT 95 : applications de la calorimétrie et de l'analyse thermique aux sciences de la vie et de l'environnement, et solutions, sels fondus, métallurgie, interfaces, instrumentations...

Renseignements : J.C. Sari, Dr P. Rebouillon, Laboratoire d'analyse des risques technologiques, Université d'Aix-Marseille II, Faculté de pharmacie, 27 boulevard Jean Moulin, 13385 Marseille Cedex 5. Tél. : 91.79.44.89. Fax : 91.80.94.69.

### 32e SECO

SAINT-GERMAIN AU MONT D'OR  
28 mai-3 juin 1995

La semaine d'étude de chimie organique (SECO) se déroulera près de Lyon. Ce congrès de chimistes organiciens rassemble chaque année des jeunes chercheurs d'origines diverses (CNRS, enseignement supérieur, éducation nationale ou industrie) et une petite dizaine de conférenciers confirmés. Seront présents, les conférenciers suivants : Wolfgang Oppolzer (université de Genève), Jean-Yves Lallemand (École polytechnique), Marc Lemaire (Lyon I), Laurent Gilbert (Rhône-Poulenc, Saint-Fons), Marius Reglier (Aix-Marseille III), Jean Suffert (Strasbourg) et Stephen Marsden (Imperial College, Londres).

Renseignements : Patrick Rochet, Caroline Félix, Laboratoire de chimie organique I, Université Claude Bernard Lyon I, bât 308 CPE, 43, bd du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne. Tél. : 72.43.14.17. Fax : 72.43.12.14.

### JOURNÉES D'ÉLECTROCHIMIE 1995

STRASBOURG  
29 mai-1er juin 1995

Les JE se tiennent tous les deux ans. Leur objectif est de réunir la communauté française des électrochimistes, chercheurs enseignant-chercheurs et industriels, sur tous les thèmes de l'électrochimie. Traditionnellement des étrangers participent à ces journées.

Renseignements : Secrétariat des Journées d'Électrochimie 95,4, rue Blaise Pascal, BP 296, 67008 Strasbourg Cedex. Tél. : 88.41.61.50. Fax : 88.61.15.53.

### MULTIPHASE 95

CANNES  
7-9 juin 1995

La 7e Conférence internationale sera consacrée aux technologies en multiphase et aux applications.

Renseignements : Catherine Cox, BHR Group Ltd., Cranfield, Bedford MK43 0AJ, Grande-Bretagne. Tél. : +44 (234) 750422. Fax : +44 (234) 750074.

### INNOVATION 2020

VANCOUVER (CANADA)  
10-14 juin 1995

Cette manifestation est le 3e Symposium sur l'enseignement et la formation des techniciens.

Renseignements : 10767, 148th Street, Surrey, BC Canada V3R 0S4. Tél. : +1 (604) 585.2788. Fax : +1 (604) 585-2790.

### SYMPOSIUM SIPSY DE CATALYSE ASYMÉTRIQUE

PARIS  
22-23 juin 1995

Ce colloque, organisé par la société Sipsy, traitera de différentes applications de la

catalyse asymétrique aux réactions d'addition sur les doubles liaisons CO et CN. Deux thèmes ont été retenus : la réduction asymétrique et la formation de liaisons C-C.

Renseignements : Mme Jeannette Cretois, Sipsy, BP 79, 49242 Avrillé Cedex. Tél. : 41.43.32.11.

### POLYMER MORPHOLOGY AND ELECTRICAL PROPERTIES

LODZ (POLOGNE)  
5-7 juillet 1995

Renseignements : M. Kryszewski, Centre of Molecular & Macromolecular Studies, Polish Academy of Sciences, Sienkiewicza 112, 90-363 Lodz, Pologne.

### TOXICOLOGY AND CLINICAL CHEMISTRY OF METALS

VANCOUVER (CANADA)  
10-13 juillet 1995

Le 5e Comtox Symposium aura lieu à l'université de la Colombie britannique.

Renseignements : Prof. F.W. Sunderman, Jr., Departments of Laboratory Medicine and Pharmacology, University of Connecticut Medical School, POB 1292, Farmington, CT 06034-1292, États-Unis. Tél. : +1 (203) 792328. Fax : +1 (203) 6792154.

### HIGH SWELLING GELS

PRAGUE (TCHÉCOSLOVAQUIE)  
10-14 juillet 1995

Cette manifestation est le 36e microsposium sur les macromolécules.

Renseignements : B. Valter, Institute of Macromolecular Chemistry, Academy of Sciences of the Czech Republic, Heyrovského nam. 2, 162 06 Prague, 6-Petriny, Tchécoslovaquie. Tél. : +42 (2) 360317. Fax : +42 (2) 367981.

### ORGANOMETALLIC CHEMISTRY DIRECTED TOWARD ORGANIC SYNTHESIS

SANTA BARBARA (ÉTATS-UNIS)  
6-10 août 1995

OMCOS 8 est le 8e Symposium international sur ce thème.

Renseignements : B.H. Lipshutz,  
Department of Chemistry,  
University of California,  
Santa Barbara,  
Californie 93106-9510, États-Unis.

### **HETEROCYCLIC CHEMISTRY**

TAIPEH (TAIWAN)  
6-11 août 1995

Cette manifestation est placée sous le patronage de l'IUPAC.

Renseignements : Chin-Kang Sha,  
Department of Chemistry, National  
Tsing Hua University,  
Hsinchu 300, Taiwan.

### **PLASMA CHEMISTRY**

MINNESOTA (ÉTATS-UNIS)  
21-25 août 1995

Cette manifestation est placée sous le patronage de l'IUPAC.

Renseignements : J. Haberlein,  
Department of Mechanical  
Engineering,  
University of Minnesota,  
Minneapolis, MN 55455, États-Unis.

### **SELECTIVITY IN BASIC AND APPLIED ORGANIC CHEMISTRY**

JÉRUSALEM (ISRAËL)  
28 août-1er septembre 1995

Ce symposium international est organisé par l'Israël Chemical Society et les divisions «Perkin» et «Industrial» de la Royal Society of Chemistry.

Renseignements : Dan Knassim Ltd.,  
PO Box 57005, Tel Aviv 61570,  
Israël. Tél. : + 972 (3) 5626470.  
Fax : + 972 (3) 5612303.

### **INDUSTRY-EDUCATION INITIATIVES IN CHEMISTRY**

YORK (GRANDE-BRETAGNE)  
28 août-2 septembre 1995

Ce symposium international est patronné par l'IUPAC.

Renseignements : D.J. Waddington,  
Department of Chemistry,  
University of York, Heslington,  
York, YO1 5DD,  
Grande-Bretagne.

### **EUROPACAT**

MAASTRICHT (PAYS-BAS)  
3-8 septembre 1995

Europacat II est organisé dans le cadre de l'EFCATS (association européenne des fédérations de catalyse créée en 1992 sur l'initiative de la Div-Cat.

Les treize symposiums et les responsables scientifiques sont les suivants:

- Catalytic reactions involving sulphur compounds and sulphide catalysts, M. Zdrzil (CZ).
- Use of quantum and computational chemistry in catalysis, M. Witko (PL).
- Catalytic Oxidation, M. Trifiro (I).
- Catalysis and catalytic processes to abate environmental damage, N. Toptsøe (DK).
- Utilization of membranes in catalytic processes, W.J. Mortier (B).
- Photocatalysis and electrocatalysis, C.G. Vayenas (G).
- Catalytic processes in the synthesis of fine chemicals, A. Baiker (CH).
- Deactivation, rejuvenation, recycling and recovery of catalysts, A. Holmen (N).
- Research on model catalysts, R.W. Joyner (GB).
- Catalysts and catalytic processes in the production of transportation fuels, K.P. de Jong (NL).
- Catalytic oligomerisation, I.B. Tkatchenko (F).

Renseignements : Van Namen &  
Westerlaken, PO BOX 1558,  
NL-6501 BN Nimègue,  
Pays-Bas.  
Tél. : + 31 (80) 23 44 71.  
Fax : + 31 (80) 60 11 59.

### **MEDICINAL CHEMISTRY (AIMECS 95)**

TOKYO (JAPON)  
3-8 septembre 1995

Cette manifestation est placée sous le patronage de l'IUPAC.

Renseignements : N. Koga,  
Daiichi Pharmaceutical Co. Ltd.,  
Nihonbashi 3-14-10,  
3-chrome,  
Cho-ku, Tokyo 103, Japon.

### **IONIC POLYMERIZATION**

ISTANBUL (TURQUIE)  
4-8 septembre 1995

Ce 1er Symposium international est patronné par l'IUPAC.

Renseignements : Y. Yagci, Fen-  
Edebiyat, Fakültesi, Kimya Bölümü,  
Istanbul, Teknik Üniversitesi,  
Maslak, TR-80626 Istanbul, Turquie.  
Tél. : + 90 (212) 2852413.  
Fax : + 90 (212) 2856386.

### **APPLICATIONS DE L'EFFET MÖSSBAUER**

RIMINI (ITALIE)  
10-16 septembre 1995

Cette conférence internationale ICAME-95 est patronnée par la Fédération des Sociétés Chimiques Européennes et par l'IUPAC.

Renseignements : Ida Ortalli,  
Université de Parme, Istituto di  
Scienze Fisiche, Via M. D'Azeglio, 85,  
43100 Parme, Italie.

### **ORGANIZED MOLECULAR FILMS**

NUMANA (ITALIE)  
11-16 septembre 1995

Cette 7e Conférence internationale se tiendra dans la région d'Ancone.

Renseignements : Maria Grazia Ponzi  
Bossi, LB7, Istituto di Scienze Fisiche,  
Facoltà di Medicina e chirurgia,  
Università degli Studi di Ancona, Via  
Ranieri 65, 60131 Ancone, Italie.

### **5th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DRUG ANALYSIS**

LOUVAIN (BELGIQUE)  
12-15 septembre 1995

Le Symposium est organisé par la Société Belge des Sciences Pharmaceutiques.

Renseignements : J. Hoogmartens,  
Drug Analysis '95, Institute of  
Pharmaceutical Sciences, Van  
Evenstraat 4, B-3000 Louvain,  
Belgique.  
Tél. + 32 (16) 28.34.40.  
Fax : + 32 (16) 28.34.48.

### **5e CONGRES FRANÇAIS DE GÉNIE DES PROCÉDÉS**

LYON  
19-21 septembre 1995

Thème de ce congrès organisé par le Groupe Français du Génie des Procédés et par CPE Lyon : la maîtrise de la complexité rencontrée dans les procédés (génie des procédés dans la chaîne des polymères, dans la chaîne catalytique, stratégie d'accès au produit industriel, automatique et maîtrise des procédés complexes, nouvelles techniques pour l'observation de la complexité).

Renseignements : CPE Lyon, BP 2077,  
69616 Villeurbanne Cedex.  
Tél. : 72.43.13.35. Fax : 78.93.13.96.

### **BIOTECHNICA**

HANOVRE (ALLEMAGNE)  
10-12 octobre 1995

Le salon international des biotechnologies est accompagné d'un congrès scientifique.

Renseignements : Deutsche Messe  
AG, 5 rue de Stockholm, 75008 Paris.  
Tél. : (1) 43.87.69.83.  
Fax : (1) 42.93.43.23.

### **CHEMINDIA'95. PHARMA INDIA'95. ENVIRON/WATERTEC'95**

BOMBAY (INDE)  
24-29 octobre 1995

Renseignements : Nowea  
International, Friedrich Kehr,  
Postfach 10 06 06,  
D-40001 Düsseldorf, Allemagne.  
Tél. : + 49 (211) 4560-717.  
Fax : + 49 (211) 4560-740.

### **CPHI**

FRANCFORT S/MAIN  
(ALLEMAGNE)  
28-30 novembre 1995

Exposition et conférence internationales de produits et intermédiaires pharmaceutiques.

Renseignements : Expoconsult SARL,  
92, rue Jean-Pierre Timbaud,  
75011 Paris.  
Tél. : (1) 43.38.60.34.  
Fax : (1) 43.38.02.06.

### **MAC' 95**

MILAN (ITALIE)  
28 novembre - 1er décembre 1995

Le 34e Salon international de l'appareil chimique de l'analyse,



de la recherche, du contrôle et des biotechnologies de Milan se tient dorénavant tous les deux ans.

Renseignements : Mac'95,  
CP 15117, 20150 Milano.  
Tél. : +39 (2) 4815541.  
Fax : +39 (2) 4980330.

**INTERCHIMIE 1995**

PARIS-NORD VILLEPINTE  
4-8 décembre 1995

L'exposition internationale du génie des procédés regroupe, sur 50 000 m<sup>2</sup> d'exposition, l'ensemble des activités techniques et scientifiques que l'on retrouve dans le secteur de la chimie : de la recherche et du développement jusqu'aux procédés et aux technologies intégrées. Elle comprend également les secteurs des équipements de production, de la qualité, de la mesure, de l'analyse et de l'instrumentation.

Renseignements : Sepic, Agnès Rosiek, 1, rue du Parc, 92593 Levallois-Perret Cedex.  
Tél. : (1) 49.68.54.78.  
Fax : (1) 49.68.54.84.

**FORUM LABO 1996**

PARIS-LA-DÉFENSE  
2-5 avril 1996

Renseignements : MCI, 19, rue d'Athènes, 75009 Paris.  
Tél. : (1) 44.53.72.20.  
Fax : (1) 44.53.72.22.

**SÉCURITÉ ET SANTÉ AU TRAVAIL**

MADRID (ESPAGNE)  
22-26 avril 1996

Ce 14e Congrès mondial est

organisé par le ministère espagnol du Travail et de la Sécurité sociale, par l'intermédiaire de l'Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, du Bureau International du Travail (BIT) et de l'Association Internationale de la Sécurité Sociale (AISS).

Renseignements : Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Torrelaguna, 73, 28027 Madrid, Espagne.  
Tél. : + 34 (91) 404.57.36.  
Fax : + 34 (91) 326.78.55.

**BIOMEDICAL ANALYSIS**

MONTE-CARLO (MONACO)  
7-9 mai 1996

Thème de ce 7e Symposium international organisé par l'université de Gand (Belgique) : Luminescence spectrometry in biomedical analysis. Detection techniques and applications in chromatography and capillary electrophoresis.

Renseignements : Dr Willy R.G. Baeyens, University of Ghent, Pharmaceutical Institute, Dept. of Pharmaceutical Analysis, Lab. of Drug Quality Control, Harelbekestraat 72, B-9000 Gand (Belgique).  
Tél. : + 32 (9) 221.89.51.  
Fax : + 32 (9) 221.41.75.

**10th INTERNATIONAL CONFERENCE OF WOMEN ENGINEERS AND SCIENTISTS**

BUDAPEST (HONGRIE)  
13-17 mai 1996

Thème du Congrès iCwes 10 organisé par la Scientific Society of Measurement and Auto-

**L'ACTUALITÉ CHIMIQUE ORGANISE UNE DEMI-JOURNÉE  
LES ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ DE LABORATOIRES**

le vendredi 31 mars 1995

de 9 h à 13 h, salle 733 B

SALON DU LABORATOIRE.

PARC DES EXPOSITIONS -PORTE DE VERSAILLES

Renseignements : Mme Helou, L'Actualité Chimique, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : (1) 43.25.20.78. Fax : (1) 43.25.87.63.

mation : Towards the third millennium : the role of the intellectual potential in a new world.

Renseignements : Ms Zsursa Pinter, Scientific Society of Measurement and Automation, Kossuth Lajos tér 6-8, H-1055 Budapest, Hongrie.  
Tél. et Fax : + 36 (1) 153-1406.

**4e CONGRÈS MONDIAL DES TENSIO-ACTIFS**

BARCELONE (ESPAGNE)  
3-7 juin 1996

Le Congrès est organisé par le Comité Européen des Agents de Surface (CESIO) et l'Asociación Española de Productores de Sustancias para aplicaciones tensioactivas. Date limite de soumission des résumés de communications : 15/7/1995. Langues du congrès : anglais, français, allemand et espagnol (interprétation simultanée prévue).

Renseignements : CED, Jordi Girona, 18-26, 08034 Barcelone, Espagne.  
Tél. : + 34 (3) 2040212.  
Fax : + 34 (3) 2805300.

**11th INTERNATIONAL CONGRESS ON CATALYSIS**

BALTIMORE (ÉTATS-UNIS)  
30 juin - 5 juillet 1996

Organisé par la Catalysis Society of North America, le 11e Congrès sera l'occasion de fêter le 40e anniversaire de la création de cette série de manifestations.

Une exposition est prévue. Date limite de soumission des résumés de communications : 1/06/1995.

Le comité scientifique est particulièrement intéressé par des communications sur les nouvelles applications de la catalyse industrielle, les avancées en préparation et caractérisation des catalyseurs...

Renseignements : Kathleen C. Taylor, Physical Chemistry Department, General Motors NAO R&D Center, 30500 Mound Road, Warren, MI 48090-9055, États-Unis.  
Tél. : + 1 (810) 986-2010.  
Fax : + 1 (810) 986-8697.

**Tarif préférentiel d'abonnement à L'Actualité Chimique pour les membres de la SFC**

Formulaire à renvoyer à la Société Française de Chimie

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

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

- Je souhaite m'abonner à *L'Actualité Chimique* (n° de sociétaire SFC:.....).
- Sociétaires en activité : 500 F. Autres catégories (jeunes, retraités...) : 250 F).
- Je souhaite recevoir une facture.

A \_\_\_\_\_ le \_\_\_\_\_ Signature \_\_\_\_\_

**PARIS**  
**Porte de Versailles**  
**28-31 mars 1995**



# Salon du Laboratoire

**Le rendez-vous  
international  
de l'analyse et  
des techniques  
de laboratoire.**



COMITÉ DES EXPOSITIONS DE PARIS

55, quai Alphonse Le Gallo BP 317  
92107 Boulogne Cedex France  
Fax : 16 (1) 49 09 60 03