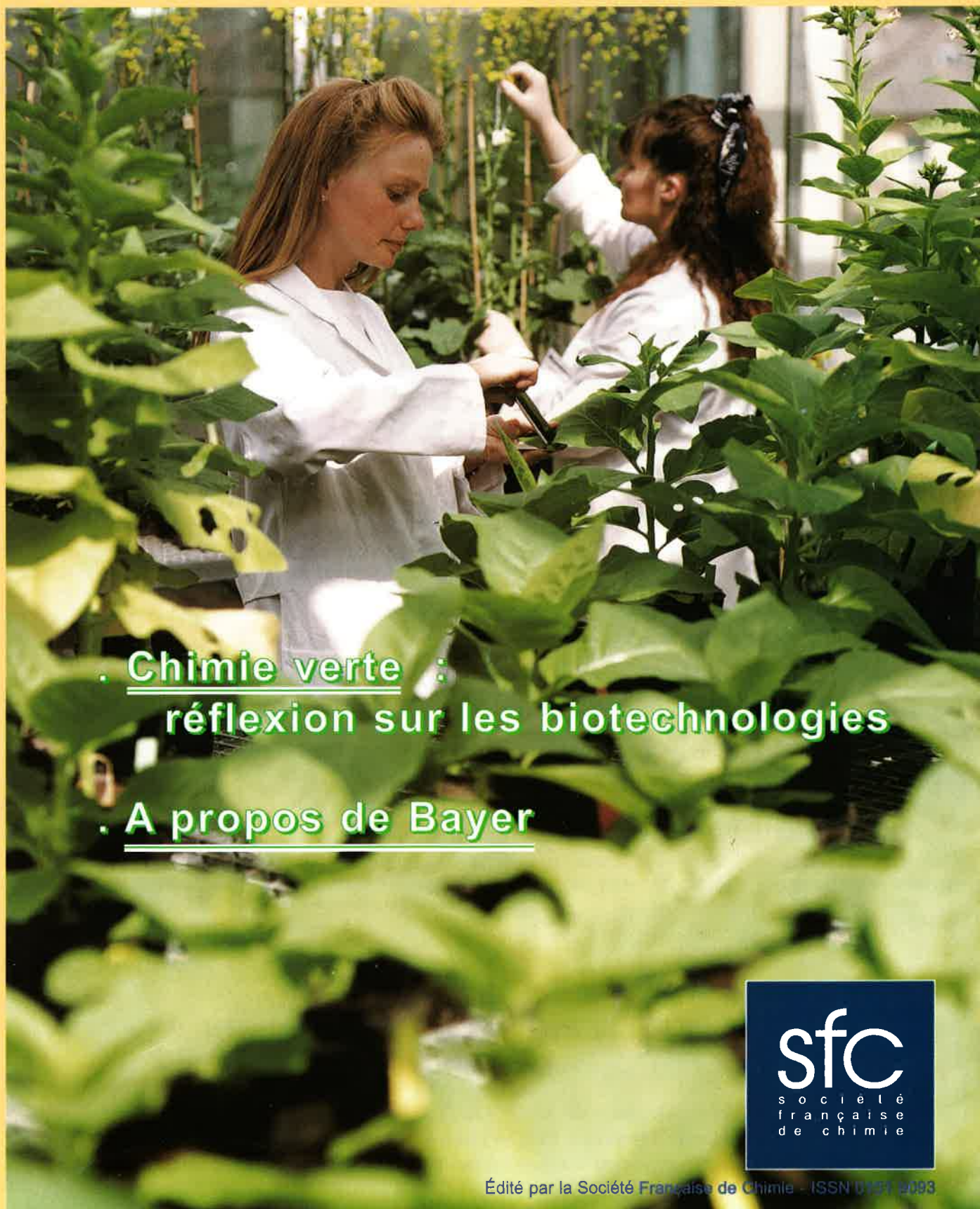


Mensuel  
numéro

9

Septembre 2001

# l'actualité chimique



Chimie verte :  
réflexion sur les biotechnologies

A propos de Bayer

sfc  
société  
française  
de chimie

Édité par la Société Française de Chimie - ISSN 0151-9093

# RENTREE UNIVERSITAIRE 2001



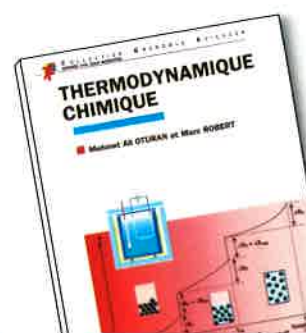
**D. Astruc**  
Collection Grenoble-Sciences  
2-86883-493-0 • 44,20 € (290 FF)



**s/s la Direction de D. Astruc**  
Collection Grenoble-Sciences  
2-86883-462-0 • 35,05 € (230 FF)



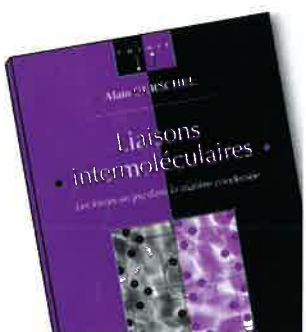
**J.-P. Damon, M. Vincens**  
Collection Grenoble-Sciences  
(Cédérom)  
2-86883-520-1 • 28 € (183,67 FF)



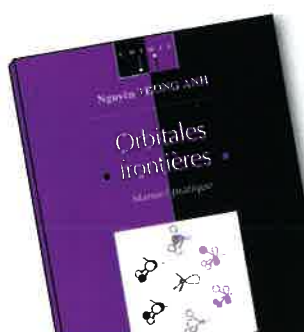
**M.A. Oturan, M. Robert**  
Collection Grenoble-Sciences  
2-86883-458-2 • 25,91 € (170 FF)



**J.-L. Rivail (Préface Pr Hoffmann)**  
Collection Savoirs Actuels  
À l'usage des chimistes  
2-86883-372-1 • 47,25 € (310 FF)  
Coédité avec CNRS Éditions



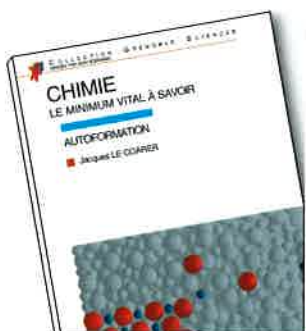
**A. Gerschel**  
Collection Savoirs Actuels  
Les forces en jeu dans la matière condensée  
2-86883-376-4 • 32 € (210 FF)  
Coédité avec CNRS Éditions



**N. Trong Anh**  
Collection Savoirs Actuels  
Manuel pratique  
2-86883-378-0 • 34,29 € (225 FF)  
Coédité avec CNRS Éditions



**S. David**  
Collection Savoirs Actuels  
Introduction chimique aux glycosciences  
2-86883-373-X • 36,58 € (240 FF)  
Coédité avec CNRS Éditions



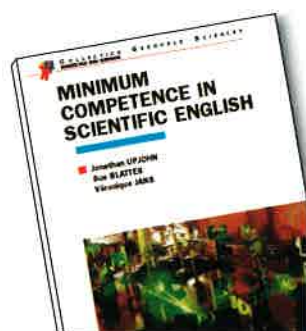
**J. Le Coarer**  
Collection Grenoble Sciences  
Le minimum vital à savoir  
2-86883-446-9 • 14,93 € (98 FF)



**J.-M. Aubry, A. Carette**  
2-86883-532-5 • 45 € (295,18 FF)



**P. Vignais**  
Collection Grenoble Sciences  
Une histoire des idées et des hommes  
2-86883-519-8 • 35 € (229,58 FF)



**J. Upjohn, S. Blattes, V. Jans**  
Collection Grenoble Sciences  
• Coffret (livre et 2 cassettes) :  
2-86883-496-5 • 35,06 € (230 FF)  
• Livre :  
2-86883-445-0 • 16,76 € (110 FF)

**En vente chez votre libraire ou auprès de :**



7, av du Hoggar • BP 112 • P.A. de Courtabœuf • F-91944 Les Ulis Cedex A  
Tél. : +33 (0)1 69 18 75 75 • Fax : +33 (0)1 69 86 06 78  
E-mail : customers@edpsciences.org • Web : www.edpsciences.org

## Rédaction

**Rédacteur en chef :** Bernard Sillion

**Rédactrice en chef adjointe :** Séverine Bléneau

**Secrétaire de rédaction, maquettiste, webmaster :**  
Évelyne Girard

**Secrétaire de rédaction, activités de la SFC, BDE :**  
Roselyne Messal

**Chargés de rubrique :** Yves Dubosc (Livres et médias, Manifestations), Gilbert Schorsch (Industrie), Pierre Vermeulin (Chimie francophone)

**Comité de rédaction :** P. Arpino (div. Chim. anal.), B. Badet (ICSN), X. Bataille (club Histoire), E. Bordes (div. Cat.), J. Buendia (SCI), M. Carrega (div. Matér. polym.), G. Chambaud (com. interdiv. Enseignement), N. Cheymol (CPGE), J.-Cl. Daniel (GFP), J.-B. Donnet (ancien président de la SFC), R.-E. Eastes (ENS), J.-P. Foulon (UDP), J. Fournier (club Histoire), Y. Gaudel (div. Chim. phys), J.-S. Girardon (club de jeunes), J.-F. Gruson (IFP), J.-F. Lambert (div. Cat.), A. Picot (Prévention des risques chimiques), D. Rutledge (div. Chim. anal.), G. Schorsch (SFC), F. Sécheresse (div. Chim. coord.), H. This (INRA-Collège de France), P. Vermeulin (CNRS), J.-N. Verpeaux (div. Chim. orga.), C. Viel, D. Vivien (div. Chim. solide).

**A collaboré à ce numéro :** E. Champion (journaliste stagiaire)

**Publication analysée ou indexée par :** Chemical Abstracts, la base de données PASCAL.

## Édition

**Société Française de Chimie**

E-mail : [ac@sfc.fr](mailto:ac@sfc.fr) - <http://www.sfc.fr>

**Directeur de la publication :** François Mathey, président de la Société Française de Chimie

**Imprimerie :** SPEI, BP 26, 54425 Pulnoy

**Maquettage articles :** e-Press, 197, Bd Zerkoutni 20000 Casablanca (Maroc)

**ISSN 0151 9093**

**Commission paritaire n° 0402 G 75884**

## Diffusion

**EDP Sciences S.A.**

7, avenue du Hoggar, PA de Courtaboeuf, BP 112,  
91944 Les Ulis Cedex A. <http://www.edpsciences.org>  
Tél. : 01 69 18 75 75 - Fax : 01 69 86 06 78

**Marketing :** Catherine Duval

**Publicité :** Céline Hoarau, EDP Sciences

Tél. : 01 55 42 80 52 - Fax : 01 46 33 21 06

[hoarau@edpsciences.org](mailto:hoarau@edpsciences.org)

• **Index des annonceurs :** p. 57.

## Couverture

La biotechnologie chez BASF  
(voir article p. 3). DR.

Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, fait sans le consentement de l'auteur, ou des ayants droits, ou ayant 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.

## 2 Éditorial

Vers une chimie durable, par B. Sillion

## 3 Recherche

3 Les biotechnologies appliquées à la chimie, par R. Renac

9 Les trioxaquinés. Nouvelles molécules antipaludiques comportant un squelette trioxane lié à une 4-aminoquinoléine,  
par O. Dechy-Cabaret, F. Benoit-Vical, A. Robert et B. Meunier

12 La granulométrie des aérosols. Quelques idées sur les techniques permettant son obtention, par A. Renoux

## 19 Industrie

19 Bayer : un pari à contre-courant, sciences de la vie... et chimie ?,  
par G. Schorsch (voir également « Bayer : un virage dans l'urgence », p. 41)

## 26 Enseignement

26 Les diplômes de chimie dans l'enseignement supérieur français (4).  
La chimie à l'université : 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycles, par E. Champion et S. Bléneau

### Les travaux pratiques

35 Synthèse du tri-(acétylacétonato)fer(III), par N. Cheymol

## 38 Brèves scientifiques

## 40 Informations générales

## 45 Livres et médias

## 50 Manifestations

50 Les XVII<sup>e</sup> Olympiades nationales de chimie. 28-29 mars 2001, par M. Boyer

53 De la pile de Volta à la conquête de l'espace : deux siècles d'électrochimie.  
Paris, SFC, club Histoire de la chimie, 23 mars 2001, par P. Bianco

55 Les enseignements chimiques de Le Febvre et de Glaser, apothicaires  
au Jardin Royal. Paris, SFC, club Histoire de la chimie et  
Société d'Histoire de la Pharmacie, 20 juin 2001, par P. Jaussaud

57 Colloque sur les polymères. Makromolekulares Kolloquium. Freiburg (Allemagne),  
22-24 février 2001, par J. Bolleau

58 Calendrier

## 62 Activités de la SFC

## 71 Tribune libre

### Tarifs 2001 - L'Actualité Chimique (11 numéros par an)

#### Particuliers/institutions

France 1 100 FF (167,69 €)  
Étranger 1 325 FF (201,99 €)

#### Étudiants\*

France 420 FF (64,02 €)  
Étranger 660 FF (100,61 €)

#### Membres de la SFC

nous consulter

[\*] sur présentation de la carte d'étudiant

#### Abonnement

Société Française de Chimie, 250 rue Saint-Jacques, 75005 Paris

Tél. : 01 40 46 71 60 - Fax : 01 40 46 71 61

Prix de vente au numéro : 120 FF



# Éditorial

## Vers une « chimie durable » ?



© Marine Couderc

Dans ce numéro de septembre, un article est consacré aux biotechnologies appliquées à la chimie. Ce secteur n'est en fait qu'une des diverses manières d'aborder ce que l'on appelle désormais la « chimie verte » ou la « chimie durable », domaine qui vient d'être discuté dans un numéro spécial de *Pure and Applied Chemistry*, le journal de l'IUPAC<sup>1</sup>. Ce numéro appelle un certain nombre de commentaires et de réflexions au niveau national.

Essayons tout d'abord de cerner le domaine : les termes « chimie verte » et « chimie durable » créés par l'IUPAC sont inspirés par la politique plus générale de développement durable qui implique un aspect sociétal, un aspect environnemental et un aspect économique. La réussite d'un développement dans cette perspective ne peut être acquise que si les trois conditions sont satisfaites.

■ En ce qui concerne la chimie, l'analyse des perspectives de développements durables conduit à identifier sept axes de recherche qui mobilisent toutes les disciplines de base.

1 - Utiliser les matières premières renouvelables à la place des produits fossiles.

Cet aspect est sans doute important pour le futur, mais ne semble pas prioritaire, surtout pour la chimie des grandes matières premières si l'on a en mémoire que seulement 7 à 8 % des hydrocarbures fossiles sont utilisés pour la chimie.

2 - Utiliser des réactifs non dangereux et remplacer les systèmes stoechiométriques par des procédés catalytiques.

A cet égard, l'analyse des réactions en termes de « facteur E » (kilo de rejet/kilo de produit formé) et d'« efficacité atomique » (masse molaire du produit formé/Σ des masses molaires des produits engagés) permet une nou-

velle réflexion sur les stratégies de synthèse.

On observe par ailleurs qu'en terme de facteur E, les industries de tonnages importants, telles raffinage et chimie des grands intermédiaires, sont mieux placées que la chimie fine et la pharmacie.

3 - Utilisations des procédés biotechnologiques.

On note déjà une évolution de l'utilisation de ces procédés vers la production de matières premières comme l'acrylamide par hydrolyse enzymatique de l'acrylonitrile.

4 - Nouveaux solvants.

Deux problèmes, celui de l'émission de composés organiques volatiles et celui de l'énergie nécessaire pour la récupération des produits de réaction, expliquent les efforts de développements de nouveaux solvants. Les travaux entrepris sur les solvants ioniques (tension de vapeur nulle et effets catalytiques pour certaines réactions) et sur le CO<sub>2</sub> supercritique vont certainement se développer en chimie fine et chimie des polymères.

5 - Développer des produits moins toxiques en conservant la même fonctionnalité.

Des exemples d'angles d'attaque basés sur des effets de substituants ou sur l'élimination de groupements fonctionnels toxiques sont suggérés, mais aussi la recherche de tensioactifs ou produits plus compatibles avec le contact avec l'environnement, etc.

6 - Développer des procédés plus sélectifs.

7 - Optimiser les dépenses énergétiques dans les procédés.

■ Toutes ces recommandations, dont certaines sont de simple bon sens, sont remarquablement illustrées dans l'ouvrage avec des réactions mettant en jeu des catalyseurs solides, des solvants ioniques, la photochimie, la chimie de l'eau oxygénée, les nouveaux catalyseurs pour la production de polyoléfines et le meilleur contrôle de leurs propriétés...

■ Et maintenant, une question : que faisait la France dans cette réflexion ? La constatation est simple : aucun Français ne faisait par-

tie du comité de la « Working party on synthetic pathways and processes in green chemistry of the IUPAC Commission on physical organic chemistry », et aucune signature française n'apparaît dans l'ouvrage. L'orientation vers le développement durable semble maintenant irréversible, et pour ce qui concerne la chimie, la SFC devrait s'en préoccuper. Il existe plusieurs possibilités : organiser un colloque, créer une division et, pourquoi pas, en discuter en Conseil d'administration. Mais il faudrait pour cela que le Conseil ait des débats de politique scientifique. Quelle révolution culturelle !!

D'une manière plus générale, la France ne semble pas peser d'un grand poids dans les instances de l'IUPAC, qui est pourtant l'organisme de référence en chimie. Notre Société devrait sans doute y jouer un rôle plus important. Pourquoi, par exemple, ne pas proposer des représentants choisis parmi les présidents de divisions, cette démarche étant faite avec le concours des chimistes de nos Académies (des Sciences et de la Technologie) ? En outre, je crois savoir qu'il y a aussi un problème de gros sous : qui paie la cotisation à l'IUPAC ? Les fonds sont d'origines privées (quelles industries ?) et d'origines publics (quels organismes ?). Comment faire en sorte de prévoir un budget annuel récurrent ? Il semble que nos voisins européens y parviennent.

La France a sans conteste des personnalités de la chimie reconnues au niveau international, mais la collectivité ne se fait pas entendre. Il serait vain de croire que la chimie française jouera un rôle dans la chimie européenne sans un engagement net et fort des membres de la SFC. Les récentes difficiles négociations pour les journaux européens le montrent à l'évidence.

Bonne rentrée à toutes et à tous.

**Bernard Sillion**

Rédacteur en chef

<sup>1</sup>Special topic issue on Green Chemistry, *Pure and Applied Chemistry*, 2000, 72(7).

### Avertissement de la rédaction

Le texte de Gilbert Schorsch sur la stratégie de Bayer (pages 19 à 25) était sous presse lors de l'annonce du retrait de l'anticholestérolémiant de Bayer, le 8 août dernier. Nous avons décidé de le faire paraître sous sa forme initiale. L'enjeu d'un changement de stratégie, réclamé par les analystes financiers après la crise, pourra ainsi être apprécié en connaissance de cause et avec le maximum de données. Nous avons simplement proposé à l'auteur du texte de rédiger une actualisation dans l'actualité industrielle du magazine (page 41).



# Les biotechnologies appliquées à la chimie

ALCIMED\*, Rodolphe Renac, chargé d'affaires et Pierre Gadrat, responsable de mission

## Summary **Biotechnology applied to chemistry**

Biotechnology opens future prospects in chemistry for the synthesis of complex compounds and combines cheap raw materials with environmental friendly processes.

Biotechnological processes are already used for basic products (bioethanol, organic acids, solvents, vitamins, enzymes...) and are currently exploding in new areas such as the synthesis of advanced intermediates or recombinant proteins for the pharmaceutical industry.

Since the 1980's, chemical companies have invested in biotechnological processes with different approaches and more or less interest. In spite of their high cost, which hinders their short development, biotechnological processes could represent an attractive way in the next decade to comply with the high demand in agri-resources and new renewable energies.

## Mots-clés **Biotechnologie, produits, procédés, acteurs, perspectives**

Key-words **Biotechnology, products, process, companies, future prospects**

Les biotechnologies sont-elles l'avenir de la chimie ? Voilà une question que bien des leaders de l'industrie ont été amenés à se poser durant ces deux dernières décennies. Différents positionnements ont été et continuent d'être pris. Mais un constat commun a été fait : nul ne peut se permettre d'ignorer la question.

Tout part d'interrogations clés : qu'est-ce que les biotechnologies peuvent réellement apporter à la chimie ? Et au-delà des grandes prédictions, qu'est-ce que les biotechnologies savent déjà faire pour la chimie ? Quelles sont les perspectives d'évolution ?

## Intérêt des biotechnologies en chimie

Les biotechnologies (« biotechs »), dont les fers de lance sont la fermentation et la biocatalyse (voir *tableau I*), s'appuient sur les avancées majeures qui ont été récemment faites dans les domaines de la culture cellulaire et de la biologie moléculaire ainsi que sur une connaissance croissante des processus du vivant. Deux grandes approches sont possibles :

- utiliser des cellules naturelles (micro-organismes, cellules animales ou végétales) ou leurs enzymes

Tableau I - Les différentes biotechnologies industrialisées.

<i>Technologie</i>	<i>Principe</i>	<i>Bioressource typiquement utilisée</i>	<i>Exemple d'utilisation</i>
<b><i>Biotransformation</i></b>	Utilisation d'une ou plusieurs activités spécifiques d'un extrait ou d'une cellule vivante entière - majoritairement pour transformer des substrats déjà complexes	Cellule vivante procaryote ou eucaryote	Hydroxylation régio- ou stéréosélective d'acides aliphatiques
<b><i>Biocatalyse</i></b>	Utilisation de l'activité d'une enzyme isolée pour une étape de synthèse - généralement chirale	Enzymes naturelles ou modifiées par ingénierie	Transamination énantiosélective
<b><i>Fermentation</i></b>	Culture de micro-organismes sur un milieu nutritif qui leur sert ensuite de substrat	Micro-organismes sélectionnés ou modifiés : bactéries, levures, champignons, lichens	Fermentation de sucres (ex. glucose) pour produire des métabolites d'intérêt (ex. éthanol)
<b><i>Culture cellulaire</i></b>	Utilisation de voie de synthèse biologique de cellules cultivées sur un milieu nutritif	Cellules eucaryotes spécifiques ou micro-organismes génétiquement modifiés	Production d'anticorps par une cellule mammifère (ex. Zenapax) ou d'une protéine recombinante par une bactérie transformée (ex. Insuline)

\* ALCIMED, 57 bd de Montmorency, 75016 Paris. Tél : 01 44 30 44 46. Fax : 01 44 30 44 31.



# RECHERCHE

permettant l'obtention du composé souhaité ; l'objectif est alors principalement d'optimiser cette production (matières premières à utiliser, conditions réactionnelles, rendement...);

- employer des biosystèmes modifiés par l'ingénierie biomoléculaire afin de se procurer un outil de synthèse sur mesure (expression de protéines hétérologues, modification de voies métaboliques, mutation et évolution forcée de protéine...).

Du point de vue de l'industrie chimique, l'intérêt pour les biotechnologies se situe tant au niveau de l'amélioration de la production établie que de la fabrication de nouveaux produits. En effet, les promesses des biotechs pour la chimie résident dans l'accès à des structures moléculaires jusqu'alors difficilement réalisables, à des matières premières moins coûteuses et enfin à de meilleurs procédés.

## Obtenir des produits difficilement réalisables

L'utilisation de la totalité ou d'une partie d'un processus de conversion d'un système vivant permet souvent de dépasser les limites de la chimie du moment. Le plus vieil exemple est celui de la pénicilline (avec ses 4 carbones asymétriques et son cycle  $\beta$ -lactam) que des chimistes tentèrent en vain d'obtenir par synthèse totale au milieu du siècle dernier. La pénicilline est devenue depuis un produit de commodité grâce à l'industrialisation de la fermentation.

Beaucoup plus récemment, la fermentation et la biocatalyse ont été utilisées pour l'obtention, en un petit nombre d'étapes, de molécules chirales plus grosses et plus complexes. C'est le cas en particulier d'hormones ou de dérivés stéroïdiens (statines, caroténoïdes...). La sélectivité des biosystèmes procure en effet de nombreux avantages pour les synthèses chirales et régiosélectives : DuPont cite l'exemple frappant de la « dissymétrisation » d'une molécule linéaire à 6 carbones grâce à la découverte d'une enzyme qui permet d'obtenir un rendement de 97 % alors que la chimie classique n'arrivait qu'à un taux de conversion d'environ 20 %.

## Des matières premières économiquement intéressantes

La généralisation des procédés biotechs est d'autre part une opportunité pour l'industrie chimique d'accéder à des matières premières abondantes et renouvelables. En effet, à partir de la biomasse naturelle ou produite par l'agriculture, de nombreux substrats de fermentation sont disponibles :

- des sucres et des dérivés tels que le glucose, le

dextrose, l'amidon, le saccharose, la cellulose... contenus dans le blé, le maïs ou la lignine,

- des extraits naturels plus complexes comme des extraits d'écorce de bois (bouleau, épicéa, if du Canada...),
- des huiles végétales (huile de raisin, de soja...).

A l'heure où seulement 7 % de la biomasse mondiale produite est utilisée, les biotechnologies offrent des possibilités de synergies fortes entre les industries agricole et chimique pour la valorisation des ressources végétales naturelles et agricoles.

## De meilleurs procédés

Les procédés biotechs présentent de nombreux atouts en termes de mise en œuvre et d'impact sur l'environnement. Ces procédés opèrent en effet sous des conditions « douces » de température et de pression et permettent de travailler dans des milieux non corrosifs et aqueux ! De plus, les catalyseurs impliqués – des enzymes – sont très efficaces, réutilisables et peuvent être détruits par une simple incinération qui ne libère que de l'eau et du dioxyde de carbone. On est loin des procédés haute pression utilisant des solvants organiques et des catalyseurs à base de métaux lourds.

Un procédé peut être « biotech dans son ensemble » partant de la matière première pour aboutir à un produit d'intérêt. On pense généralement à des transformations très amont des matières agricoles, comme la fermentation d'hydrolysat d'amidon de maïs pour la fabrication de l'érythrosine (notamment utilisée comme colorant). Mais les biotechs peuvent aussi se trouver au sein d'un procédé chimique multi-étapes, typiquement pour une étape de synthèse chirale par biocatalyse. Le développement de procédés mixtes chimique/biotech représente un des enjeux économiques forts du moment.

## Les produits issus des biotechs

Si les produits chimiques issus des biotechs restent encore marginaux à l'échelle de la production mondiale (environ 0,8 %\*), ils représentent néanmoins plus de \$ 10 milliards de revenus\* (\*hors marché des protéines recombinantes et des anticorps). De plus, nombre de ces produits progressent voire s'imposent sur leurs marchés et arrivent pour certains à créer de nouveaux marchés. Concrètement, les procédés biotechs permettent d'obtenir des produits de commodités, de spécialités ou de chimie fine et de nombreux intermédiaires de synthèse à destination de diverses industries (pharmaceutique, agrochimique, alimentaire et cosmétique...).



## Les produits de commodités ou de spécialités

A partir de procédés de fermentation, différentes classes d'acides organiques et aminés, des solvants et des enzymes ont été ainsi développés successivement depuis 20 ans (voir *tableau II*). Les marchés de l'acide citrique (725 000 t/an) et de l'acide glutamique (1 200 000 t/an), produits essentiellement

par biotech avec des prix inférieurs à 10 F/kg, arrivent à maturité. Par contre, la demande mondiale en acide gluconique (environ 47 000 t/an) augmente de 3 % par an.

Parmi les autres produits de commodités biotechs, le bioéthanol, principalement obtenu par fermentation à partir de maïs aux États-Unis, de blé et de betterave en Europe, s'impose de plus en plus face à l'éthanol classique. Il représente désormais plus de

Tableau II - Quelques exemples de produits issus des biotechs.

Secteur	Produit	Mode d'obtention	Exemple de société productrice	
Chimie de base	Ethanol	Fermentation d'amidon de blé	BCE (France) (39 % PdM France)	250 000 hL/an
	Lysine	Fermentation à partir de saccharose	Degussa (Allemagne) (12 % PdM)	50 000 t/an
	Acide citrique	Fermentation de mélasse	Cargill (EU) (9,6 % PdM)	70 000 t/an
Chimie de spécialités	Acrylamide	Biocatalyse à l'aide d'une nitrile hydratase	SNF-Fløerger (France)	120 000 t/an
	1-3 propanediol (PDO)	Fermentation du glucose	DuPont (EU)	50 000 litres de capacité en 2005
	Acide lactique	Fermentation de maïs	Cargill (EU)	140 000 t/an à échéance de 2005
	Vitamine B2	Biocatalyse à partir d'huiles végétales	BASF (Allemagne) (30 % PdM)	1 000 t/an
	Nicotinamide	Biotransformation de nitriles en amide par la bactérie <i>Rhodococcus rhodochrous</i>	Lonza Biotec (Suisse) (13,6 % PdM)	3 400 t/an
	L-carnitine	Métabolisation de la bêtaïne par une souche <i>Pseudomonas</i>	Lonza Biotec (Suisse)	—
	Vitamine C	Fermentation de D-glucose ou de sorbitol	ADM (EU)	—
MVP (biopesticide de type biotoxine)	Fermentation avec <i>Pseudomonas Fluorescens</i>	Dow Agrochemicals (EU)	—	
Chimie fine	Synagis (anticorps thérapeutique)	Production par cellules ovariennes de hamster chinois (CHO)	MedImmune (EU)	100 kg/an
	Arôme de pêche (lactones)	Fermentation par une levure	Pernod-Ricard (France)	—
	7-ADCA (acide 7-aminodesacétoxy-céphalosporanique)	Biocatalyse à partir de 6-APA à l'aide d'une expandase	DSM (Hollande)	—
	Neupogen (facteur de croissance)	Production par bactérie ( <i>E. Coli</i> ) transformée	AMGEN (EU)	—



## RECHERCHE

4 milliards de litres sur le marché américain et est utilisé à la fois dans le gasoil pour ses propriétés énergétiques et en synthèse chimique. En Europe, depuis dix ans, la France a été motrice avec une production de bioéthanol qui a triplé entre 1993 et 1999 pour atteindre 90 000 t/an. Cependant, l'explosion du bioéthanol est avant tout sujette à l'uniformisation de la Politique Agricole Commune (PAC) et conditionnera l'émergence de nouveaux fournisseurs européens qui ont aujourd'hui une position limitée.

Par ailleurs, nombre de molécules d'origine naturelle et synthétisées par voie biotech sont devenues des produits de spécialités rentables et compétitifs sur leurs marchés. Par exemple, BASF est, avec 30 % de part de marché, le deuxième producteur mondial de vitamine B2. Cette dernière est fabriquée à partir de l'enzyme *Ashbya gussypii* et est utilisée comme additif pour l'alimentation humaine et animale. De même, le  $\beta$ -carotène de DSM est produit par le champignon *Blakeslea tripora*. La nicotinamide (vitamine B3) et la L-carnitine, développés par Lonza Biotec en utilisant la biocatalyse, sont les produits leaders sur leurs marchés mondiaux respectifs.

Notons aussi que la gomme de xanthane (40 000 t/an à 80-100 F/kg) utilisée comme agent texturant par Rhodia et SKW, ou encore l'acide hyaluronique de Shiseido, très prisé en cosmétique, sont des polysaccharides naturellement produits par des bactéries.

Enfin, le marché des enzymes représente un secteur à part qui croît en même temps que les applications industrielles se multiplient. Par exemple, les industries transformatrices de matières premières naturelles (tanneries, textiles, amidonneries, sucreries, brasseries, agroalimentaire...) sont demandeuses de lipases et de protéases (marché mondial : \$ 450 millions). Les peroxydases offrent des perspectives pour la bioremédiation tandis que les hydrolases, les estérases ou encore les acylases interviennent de plus en plus dans les synthèses en chimie fine. Par ailleurs, à lui tout seul, le marché mondial des enzymes pour les détergents représente désormais \$ 500 millions par an. Fait notable sur ce marché : durant les dix dernières années, alors que le volume des ventes n'a cessé d'augmenter, le coût des enzymes a diminué de 75 %.

### Les produits de chimie fine et les intermédiaires de synthèse

Les biotechs émergent depuis quelques années dans les secteurs pharmaceutique et agrochimique pour

la synthèse de building blocks chiraux, d'intermédiaires complexes ou de produits finis.

Nombre d'antibiotiques sont désormais produits grâce à des micro-organismes : DSM Anti-Infectives, un des leaders mondiaux des pénicillines et céphalosporines, synthétise et assemble les intermédiaires (7-ADCA et 6-APA) et les chaînes latérales des antibiotiques grâce à divers procédés de biotransformation et biocatalyse.

Par ailleurs, l'avènement de « biopharmaceutiques » ouvrent des opportunités pour les procédés biotech comme par exemple pour la production de protéines recombinantes ou d'anticorps. Ces procédés, bien que coûteux, constituent l'unique moyen de production et permettent d'obtenir des marges jusqu'à 50 %. La demande est très forte et les ventes mondiales progressent de plus de 15 % par an. D'ici à 2010, on estime qu'au moins 50 % des médicaments ne contiendront que la forme optiquement active pure du principe actif utilisé. De plus, la biocatalyse prendra de plus en plus d'importance puisqu'on s'attend à produire environ 50 % des substances actives chirales par catalyse enzymatique avant 2025.

Enfin, les procédés biotech sont envisagés dans les arômes et parfums pour leur profil aromatique proche des arômes naturels et des coûts de production plus faibles qu'en extraction végétale. Par exemple, 1 kilogramme de biovanilline produit à partir de l'acide ferrulique du son, coûte environ 7 à 8 fois moins cher que celui extrait des gousses de vanille. Même si cette biovanilline exerce un attrait fort par ses caractéristiques organoleptiques et son label « naturel », il faut néanmoins ne pas oublier que l'arôme de synthèse chimique est le plus utilisé en raison de son faible coût (environ 100 fois moins cher que la biovanilline).

Dans un autre contexte, un récent exemple d'implantation des biotechs pour la synthèse d'intermédiaires est l'avènement du bioacrylamide pour la fabrication des polyacrylamides. SNF Fløerger, qui détient 35 % du marché mondial des polyacrylamides, achetait l'acrylamide issue de la chimie classique à Dow. SNF Fløerger vient d'investir dans la construction de cinq usines de fabrication de bioacrylamide par voie biotech avec une capacité de 120 000 t/an. Les futures usines mettront en œuvre un procédé biocatalytique utilisant une enzyme oxydante – une nitrile hydratase – à la place d'un catalyseur cuivré ; ce procédé, qui a un meilleur rendement énergétique, génère un acrylamide plus pur et moins d'eaux polluées.

Citons aussi l'acide lactique obtenu par Cargill à partir de dextrose de maïs qui s'est imposé comme





un monomère économique pour la synthèse de polymères techniques biodégradables (pour une production mondiale de 90 000 t/an à moins de 10 F/kg et un rendement massique de 90 %).

## Se positionner en biotech

Il est difficile de s'improviser en biotechnologie. Dans chaque cas, la mise en place par une société de chimie de procédés biotech nécessite des efforts financiers ou de recherche importants.

Les stratégies de positionnement sont variées selon que l'on privilégie le développement interne ou la croissance externe.

DuPont, qui fût un des pionniers du développement des biotechs pour la chimie, a pris un pari à long terme en se dotant d'une base de recherche large (recherche amont, ingénierie des micro-organismes et des protéines, recherche sur les processus...) tout en se fixant des objectifs de rentabilité à court terme.

D'autres sociétés de chimie de spécialités ont privilégié le développement d'un savoir-faire interne en acceptant des délais conséquents pour arriver à maturité. Par exemple, il y a plus de 15 ans, Lonza a mis en place une activité de recherche pour le développement des biotechnologies. Il lui a fallu une dizaine d'années pour atteindre le stade industriel. Aujourd'hui, l'activité « Biotechnology » de Lonza dégage un chiffre d'affaires de plus de 500 millions de francs grâce à la synthèse d'intermédiaires réactionnels et de quelques molécules phares. Elle s'appuie sur la maîtrise d'une large gamme de biotechnologies qui lui permet d'aborder l'avenir avec sérénité puisqu'elle possède une forte capacité d'innovation en interne complétée par des collaborations avec des start-ups.

Pour sa part, DSM s'est positionné très soudainement, en achetant en 1998 le néerlandais GIST Brocades, alors un des leaders mondiaux des biotechnologies. L'intégration des expertises de GIST au sein des différentes divisions de sa branche Life Science Products a permis à DSM de devenir d'emblée un acteur majeur. DSM a depuis continué sa croissance externe en rachetant des moyens de production en Asie et aux États-Unis. DSM privilégie aussi son développement interne en créant un centre de recherche spécialisé en Allemagne, DSM Biotech, et en construisant une nouvelle usine de production d'intermédiaires antibiotiques.

Enfin, Cambrex a depuis 20 ans préféré axer sa stratégie uniquement sur une croissance externe soutenue en acquérant régulièrement des

technologies et des sociétés spécialisées (FMC Bio-products, Poëtic Technologies, Celgene Corp., Osiris Pharmaceuticals...). Cambrex souhaite ainsi se positionner fortement sur le secteur des sciences de la vie.

## Évolution et perspectives

Même si les biotechs sont actuellement cloisonnées dans le secteur chimique à des applications spécifiques, elles sont amenées à se développer plus avant à en croire les grands chimistes qui ont mis en place des structures pour le long terme.

A horizon 2010, les biotechs représenteront une part importante des marchés de spécialités pharmaceutiques (environ 15 %) et agrochimiques et se seront développées sur d'autres niches de spécialités (vitamines, surfactants, parfums...) où elles risquent cependant de croître très lentement et de rester plus cloisonnées.

Leur limite actuelle réside principalement dans le coût des procédés. Une diminution de ces coûts pourrait permettre aux procédés biotechs de s'imposer dans les secteurs où ils sont encore confinés à des marchés de niche. Il reste beaucoup d'efforts à faire et de dynamiques à créer pour assurer le transfert des connaissances provenant de la recherche (régulation d'expression, contrôle de routes métaboliques, découverte de catalyseurs...) vers des applications industrielles. Deux des disciplines clés qui devront aussi progresser sont les techniques d'ingénierie du vivant et la maîtrise des procédés biotechs.

A plus long terme, l'utilisation plus systématique des biotechnologies semble cependant inévitable dans les procédés de l'industrie chimique. De fait, il existe de fortes volontés politiques et économiques de faciliter l'implantation et le développement des biotechs non seulement pour la production de produits chimiques mais aussi pour la production d'énergie. L'enjeu est évidemment de diminuer progressivement la dépendance au pétrole, source d'énergie non renouvelable et chère (voir *tableau III*). Comme souvent, les États-Unis ont pris les devants, ainsi le président Clinton a initié de grandes études au sein des différents « départements » liés à l'économie américaine (départements de l'énergie, de l'agriculture, de l'industrie...) pour déterminer les priorités à fixer d'ici 2020. Fin 1999, les rapports d'enquête rendus ont mis l'accent sur la valorisation des agroressources et de la bioénergie par le biais du développement des biotechnologies. En conséquence, le président Clinton a fixé des priorités aux différentes agences et instances gouvernementales pour rendre les « biobased



# RECHERCHE

products » et la « bioenergy » compétitifs sur les marchés nationaux et internationaux. Les objectifs fixés précisent que ces avancées devront permettre de couvrir 25 % des besoins en produits chimiques organiques et 10 % des besoins en carburant d'ici

2020 et à terme plus de 90 % des produits chimiques et 50 % des besoins énergétiques.

Les biotechnologies seront-elles le vecteur annoncé de la transition entre la « pétro-économie » actuelle et cette future « bioéconomie » ?

Tableau III - Comparaison des industries du vivant et du pétrole : évolution des coûts des matières premières et des procédés.

	Chimie industrielle du pétrole		Industrie du vivant	
	Actuellement	Tendance	Actuellement	Tendance
<b>Coût des procédés</b>	<i>Optimisés</i>	→	<i>Élevés</i>	↓
<b>Coût des matières premières</b>	<i>Élevés</i>	↑	<i>Optimisés</i>	→



# Les « trioxaquinés »

## Nouvelles molécules antipaludiques comportant un squelette trioxane lié à une 4-aminoquinoléine

Odile Dechy-Cabaret\*, doctorante, Françoise Benoit-Vical\*, chargée de recherche INSERM, Anne Robert\*, chargée de recherche CNRS et Bernard Meunier\*, directeur de recherche CNRS

**Summary** Preparation and antimalarial activities of « trioxaquinés », new modular molecules with a trioxane skeleton linked to a 4-aminoquinoline

Trioxaquinés are new antimalarial drugs which combine two active fragments (an aminoquinoline and a trioxane) with independent modes of action covalently linked within a single molecule. This strategy, which can be characterized as a « covalent bitherapy », allowed us to obtain modular molecules with high antimalarial activity *in vitro* either on chloroquine sensitive or on chloroquine resistant *Plasmodium falciparum* strains.

**Mots-clés** Aminoquinoléine, malaria, paludisme, peroxyde, trioxaquine.

**Key-words** Aminoquinoline, drug research, malaria, peroxide, trioxaquine.

Le paludisme (malaria en anglais) est la troisième cause infectieuse de mortalité au monde, après la tuberculose et le SIDA. Elle cause 1 à 2,5 millions de morts par an [1]. La chloroquine (CQ), qui a endigué le paludisme pendant 40 ans à partir de 1945, est devenue inefficace dans de nombreuses régions du fait du développement de souches de *Plasmodium falciparum* résistantes, le parasite responsable des formes mortelles. Les principales zones de résistance à la chloroquine et aux autres antipaludiques classiques (Afrique, en particulier Afrique de l'Est, Sud-Est Asiatique, Amérique Centrale) s'étendent de façon continue et inquiétante. Par ailleurs, la résistance des moustiques anophèles, vecteurs de la maladie, à divers insecticides, ainsi que le réchauffement de la Terre sont susceptibles d'accentuer l'extension des zones endémiques [2].

La méthode la plus efficace pour lutter contre la chimiorésistance est d'associer plusieurs molécules actives possédant des modes d'action indépendants, de façon à limiter les risques d'émergence de formes résistantes. Cette méthode, utilisée initialement pour la chimiothérapie antituberculeuse, fut ensuite développée pour le traitement des cancers et, plus récemment, du SIDA. Pour faire reculer le paludisme, il est actuellement impératif de mettre au point de nouvelles familles de médicaments et d'adopter systématiquement une poly-chimiothérapie [2]. Pour des raisons évidentes, ces nouveaux composés doivent être bon marché et actifs par voie orale.



Figure 1 - Les trioxaquinés, molécules bimodales.

Nos études sur le mécanisme d'action d'antipaludiques de la famille de l'artémisinine [3] nous ont conduit à imaginer et à synthétiser de nouvelles molécules bimodales comportant un motif trioxane, qui est responsable de l'activité de l'artémisinine, lié de façon covalente à un résidu 4-aminoquinoléine présent dans la chloroquine (figure 1) [4]. Ces molécules, qui sont modulaires, associent un fragment peroxyde capable d'agir comme agent alkylant [3, 5], à un résidu aminoquinoléine connu pour pénétrer efficacement dans les érythrocytes infectés [6]. Ces molécules appelées « trioxaquinés » peuvent être considérées comme deux médicaments associés en une molécule unique, en quelque sorte une « bithérapie covalente ». Cette méthode diminue très fortement les risques d'apparition de résistances. Par ailleurs, il a été observé *in vitro* que les antipaludiques peroxydiques n'entraînent pas facilement de résistance ; de plus, la résistance est réversée dès que l'on cesse la pression de sélection [7].

La cible pharmacologique des trioxaquinés est l'hème libéré lors de la digestion de l'hémoglobine par les parasites dans les érythrocytes infectés. Nous avons préparé une série de trioxaquinés selon un schéma de synthèse convergente simple (figure 2). Ces composés doivent être bon marché,

\* Laboratoire de chimie de coordination du CNRS, 205, route de Narbonne, 31077 Toulouse Cedex 4.  
Tél. : 05 61 33 31 56. Fax : 05 61 55 30 03. E-mail : bmeunier@lcc-toulouse.fr



# RECHERCHE

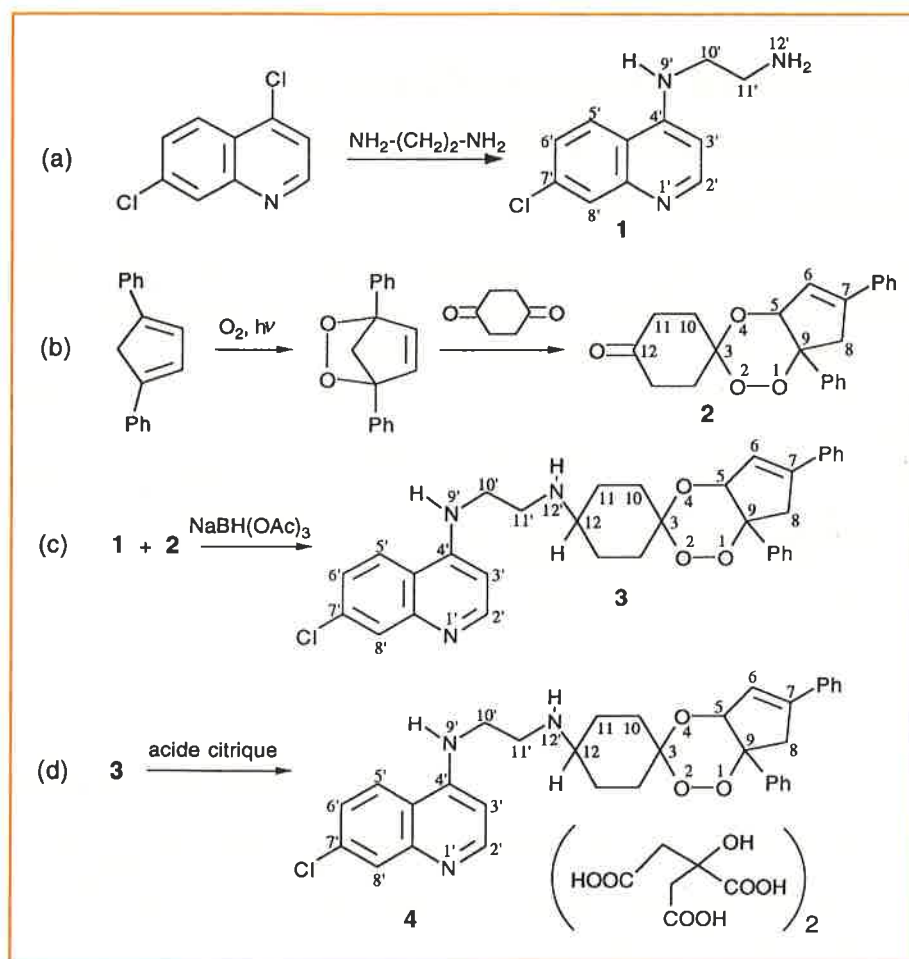


Figure 2 - Méthode de synthèse convergente des trioxaquinones.

donc synthétisés avec de bons rendements à partir de réactifs facilement accessibles.

Par exemple, pour obtenir la trioxaquinone **4**, une première étape consiste à condenser la 4,7-dichloroquinoléine avec le 1,2-diaminoéthane pour donner l'aminoquinoléine **1** (étape a). Le trioxane-cétone **2** est obtenu par réaction de la 1,4-cyclohexanedione avec l'endopéroxyde produit par photooxygénation du 1,4-diphénylcyclopent-1,3-diène (étape b). L'amination réductrice de la cétone **2** par l'amine primaire de l'aminoquinoléine **1** produit la trioxaquinone **3** avec un bon rendement (étape c, composé **DU-1101**). Pour augmenter la solubilité de ce composé, nous avons préparé une série de sels, comme le dicitrate **4** (étape d) (composé **DU-1102**).

### Activité biologique des trioxaquinones sur différentes souches de *Plasmodium falciparum*

Plusieurs trioxaquinones (structures sur la figure 3) ont été testées sur des souches de *P. falciparum* : une souche nigériane chloroquino-sensible, ainsi que les souches FcB1 (chloroquino-résistante)

et FcM29 (fortement chloroquino-résistante) (tableau I). Au stade actuel de l'étude, nous avons testé le mélange des stéréoisomères de chaque trioxaquinone. La concentration capable de réduire la parasitémie de 50 % en 72 h (concentration inhibitrice 50 = CI<sub>50</sub>) a été déterminée sur des globules rouges humains infectés (tableau I) [8-9]. Toutes les valeurs de CI<sub>50</sub> obtenues dans ces premiers essais sont comprises entre 2 et 80 nM, c'est-à-dire que les trioxaquinones sont efficaces à la

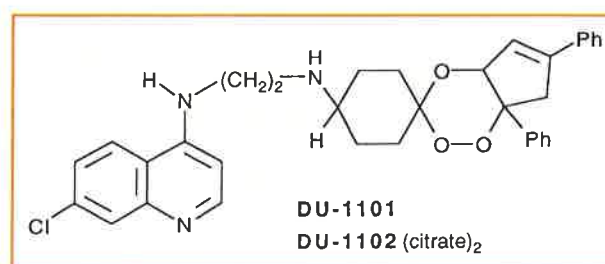


Figure 3 - Structures des trioxaquinones testées contre *Plasmodium falciparum*.



Tableau I - Valeurs de  $CI_{50}$  à 72 h (nM), pour **DU-1101** et **DU-1102** sur trois souches différentes de *Plasmodium falciparum*.

	FcB1-Colombia (CQR) <sup>[a]</sup>	FcM29-Cameroon (CQR+) <sup>[a]</sup>	Nigeriane (CQS) <sup>[a]</sup>
<b>DU-1101</b>	9	18	2
<b>DU-1102</b> (n = 2, dicitrate)	21	n.d. <sup>[b]</sup>	8
<b>Chloroquine diphosphate</b> <sup>[c]</sup>	116	155	19

<sup>[a]</sup>CQR = souche résistante à la chloroquine (CQ), CQR+ = souche très résistante à la chloroquine, CQS = souche sensible à la chloroquine. <sup>[b]</sup>Non déterminé. <sup>[c]</sup>Donné pour comparaison.

fois sur la souche chloroquino-sensible et sur les souches chloroquino-résistantes. Ce résultat met en évidence l'intérêt des molécules bimodales. La trioxaquine-citrate **DU-1102**, et son analogue sous forme base **DU-1101**, sont plus actives que la chloroquine sur toutes les souches ( $CI_{50}$  de 9 nM pour **DU-1101**, 21 nM pour **DU-1102** et 116 nM pour la chloroquine sur la souche résistante FcB1). Elles sont également plus actives que chacun des fragments qui les composent, ce qui justifie le lien covalent entre aminoquinoléine **1** et trioxanecétone **2**. La trioxaquine **DU-1102** est également active ( $CI_{50}$  = 43 nM) sur des isolats humains de *P. falciparum* résistants à la chloroquine et/ou à la pyriméthamine [10]. Ces études effectuées au Cameroun montrent que l'activité observée sur des souches de laboratoire est conservée sur des souches de terrain.

Les trioxaquines présentent en outre l'intérêt d'être modulaires : le trioxane et ses substituants, le bras de jonction, le motif aminoquinoléine lui-même, peuvent être adaptés ou modifiés pour augmenter

l'efficacité de ces composés. Dans cet esprit, toute une famille de trioxaquines a été synthétisée. L'une d'elles est active par voie orale chez la souris à la dose efficace 50 ( $DE_{50}$  = dose éliminant 50 % de la parasitémie) de 18  $\mu\text{mol/kg}$ , ce qui est inférieur à la dose efficace 50 de l'artémisinine (30  $\mu\text{mol/kg}$ ).

Les premiers résultats sont donc très prometteurs, et les études d'activité biologique des trioxaquines chez l'animal sont en cours. Une nouvelle société, Palumed SA, a été créée à Toulouse afin de prendre en charge le développement préclinique de cette nouvelle classe de composés antipaludiques brevetée par le CNRS.

## Références

- [1] a) Newton P., White N., *Annu. Rev. Med.*, **1999**, *50*, p. 179 ; b) Bradley T., University of Leicester, <http://www-micro.msb.le.ac.uk/224/Bradley/Bradley.html>.
- [2] White N.J., Nosten F., Looareesuwan S., Watkins W.M., Marsh K., Snow R.W., Kokwaro G., Ouma J., Hien T.T., Molyneux M.E., Traylor T.E., Newbold C.I., Ruebush T.K., Danis M., Greenwood B.M., Anderson R.M., Olliaro P., *Lancet*, **1999**, *353*, p. 1965.
- [3] a) Robert A., Meunier B., *J. Am. Chem. Soc.*, **1997**, *119*, p. 5968 ; b) Robert A., Meunier B., *Chem. Eur. J.*, **1998**, *4*, p. 1287 ; c) Cazelles J., Robert A., Meunier B., *J. Org. Chem.*, **1999**, *64*, p. 6776 ; d) Robert A., Cazelles J., Meunier B., *Angew. Chem. Int. Ed.*, sous presse (juin 2001).
- [4] a) Dechy-Cabaret O., Benoit-Vical F., Robert A., Meunier B., brevet français n° 0004422, 6 avril 2000 (extensions internationales en cours) ; b) Dechy-Cabaret O., Benoit-Vical F., Robert A., Meunier B., *ChemBioChem*, **2000**, *4*, p. 281.
- [5] a) Meshnick S.R., Taylor T.E., Kamchonwongpaisan S., *Microbiol. Rev.*, **1996**, *60*, p. 301 ; b) Cummings J.N., Wang D., Park S.B., Shapiro T.A., Posner G.H., *J. Med. Chem.*, **1998**, *41*, p. 952 ; c) Vroman J.A., Alvim-Gaston M., Avery M.A., *Curr. Pharmaceutical Design*, **1999**, *5*, p. 101.
- [6] Egan T.J., Marques H.M., *Coord. Chem. Rev.*, **1999**, *190-192*, p. 493.
- [7] Peters W., Robinson B.L., *Ann. Trop. Med. Parasit.*, **1999**, *93*, p. 325.
- [8] Trager W., Jensen J., *Science*, **1976**, *193*, p. 673.
- [9] Benoit F., Valentin A., Pelissier Y., Diafouka F., Marion C., Kone-Bamba D., Kone M., Mallié M., Yapou A., Bastide J.-M., *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, **1995**, *54*, p. 67.
- [10] Basco L.K., Dechy-Cabaret O., Ndounga M., Meche F.S., Robert A., Meunier B., *Antimicrob. Agents Chemother.*, **2001**, *45*, p. 1886.



## La granulométrie des aérosols Quelques idées sur les techniques permettant son obtention

André Renoux\*, professeur, directeur du LPATC, président d'honneur de l'Association Française d'Études et de Recherches sur les Aérosols (ASFERA)

**Summary** This paper makes a classification of the techniques permitting to estimate the size distribution of aerosols in three categories: dynamical methods (cascade impactors, diffusion batteries, SDI 2000, APS – Aerodynamic Particle Sizer), electrical methods (DMA – Differential Electrical Mobility Analysers, DMPS, SMEC) and optical ones (CNC – Continuous Flow Condensation Nucleus Counter). Performance and limits of different devices/instruments are indicated.

**Mots-clés** Aérosols, granulométrie, méthodes mécaniques, optiques, électriques.

**Key-words** Aerosols, size distribution, dynamical, electrical and optical measurement methods.

Inventé en 1920 par Schmaus, le terme *aérosol* désigne la suspension, dans un milieu gazeux, de particules solides ou liquides, ou les deux, présentant une vitesse de chute négligeable. Dans l'air, dans les conditions normales, ceci correspond à des particules dont les dimensions vont de quelques fractions de nanomètres à 100  $\mu\text{m}$ . Dès maintenant, on note que le spectre granulométrique des aérosols couvre six ordres de grandeur avec, pour conséquence, l'impossibilité de le parcourir avec un seul appareil de mesure.

Depuis ces trente dernières années, la science des aérosols a pris un formidable essor. Ainsi, en 1961, au 1<sup>er</sup> congrès européen de Mayence, nous n'étions qu'une trentaine de participants. Désormais, le Congrès Français sur les Aérosols (CFA) que pilote l'ASFERA, en compte plus de 100, l'European Aerosol Conference (EAC) en a rassemblé plus de 500 à Dublin en septembre 2000 et, en septembre 1998 à Edinbourg, l'International Aerosol Conference a réuni plus de 800 personnes. La science des aérosols est donc devenue une composante importante et dynamique du domaine scientifique et technique mondial. Et elle continue de se développer de façon spectaculaire [1].

En effet, vecteurs principaux de la pollution et de la radioactivité de l'air, les aérosols interviennent dans de nombreux phénomènes naturels. Citons le bilan radiatif de l'atmosphère, les échanges océan-atmosphère, la radioactivité atmosphérique naturelle, la formation des nuages et des précipitations, leur influence sur la visibilité, sans parler de leur action éventuelle sur la couche d'ozone ou de leur effet de serre... négatif.

Mais leurs interventions dans le monde industriel sont aussi importantes, que ce soit dans la climatisation, la ventilation, la filtration et l'épuration de l'air ou encore dans l'industrie des salles blanches. On doit les prendre en compte dans les industries de pointe utilisatrices de technologies impliquant certaines de leurs propriétés physiques et dont les produits fabriqués dépendent essentiellement des transferts de contamination : circuits intégrés, électronique, aérospatiale, nanotechnologies liées à la métallurgie, agroalimentaire, pharmacie. Ils interviennent également dans la sûreté des réacteurs nucléaires.

Or on s'aperçoit que le comportement des aérosols est essentiellement lié à leurs propriétés physiques, et celles-ci, *quelle que soit la nature des aérosols*, dépendent de leurs dimensions. On conçoit donc la nécessité de disposer de techniques de mesure de la granulométrie des aérosols. Dans le cadre de cet article, il ne nous sera pas possible d'évoquer les propriétés physiques des aérosols grâce auxquelles, pourtant, ont été conçus les appareils permettant d'en faire la métrologie. On pourra les trouver dans la référence [2]. Il n'est pas question non plus ici d'aborder le problème de leurs différents diamètres caractéristiques en n'oubliant pas que, en général, ils ne sont pas sphériques. En schématisant à l'extrême, on peut signaler que la sélection mécanique des aérosols fournit des diamètres aérodynamiques, les sélecteurs électrostatiques conduisent à un diamètre électrique lié à la mobilité électrique de la particule, les compteurs optiques, eux, fournissent un diamètre optique, lié à l'indice de réfraction. On s'en doute, les relations entre ces différents diamètres ne sont pas évidentes. Que l'on se console : sur le

\* Université Paris XII, Faculté des sciences & technologies, Laboratoire de physique des aérosols et de transfert des contaminations (LPATC), avenue du Général de Gaulle, 94010 Créteil Cedex. Tél. : 01 45 17 13 62. Fax : 01 45 17 13 61. E-mail : renoux@univ-paris12.fr



terrain, on se contente d'utiliser le diamètre fourni par l'appareil. En laboratoire, bien entendu, on peut être amené à tenir compte de ces différences.

D'une façon générale, on peut classer les appareils permettant d'obtenir la granulométrie des aérosols en trois catégories : mécaniques, électriques et optiques.

## Les méthodes mécaniques

### L'impacteur en cascade

Dans certaines conditions, un aérosol peut être soumis à un mouvement curviligne caractérisé par un nombre sans dimension : le nombre de Stokes (Stk), défini comme le rapport entre la distance d'arrêt d'une particule et une dimension caractéristique de l'obstacle. Ainsi, pour un flux perpendiculaire à un cylindre de diamètre  $d$ , le nombre de Stokes s'écrit :

$$Stk = \frac{A}{d} = \frac{\tau U_0}{d}$$

où  $U_0$  est la vitesse de l'air, et  $\tau$  le temps de relaxation de l'aérosol, c'est-à-dire le temps au bout duquel, sous l'effet du mouvement brownien, il change de direction.

Un cas particulier de mouvement curviligne est l'impaction et, sur ce principe, on a construit des impacteurs en cascade qui permettent d'obtenir la répartition granulométrique d'un aérosol en nombre ou en masse. Comme le montre la *figure 1*, un aérosol est amené à travers un orifice (nez) et dirigé vers une plaque d'impaction qui oblige le flux d'air à prendre brusquement une direction à  $90^\circ$  de son trajet initial. Les particules d'inertie suffisante

peuvent suivre les lignes de courant et vont impacter. Les plus petites, au contraire, suivent les lignes de courant et ne sont pas captées. Mais elles peuvent l'être par l'étage suivant si l'air est amené dans un second orifice plus petit lui communiquant une vitesse plus grande. On peut ainsi mettre à la suite plusieurs étages, comme dans l'impacteur Andersen qui en compte huit, le dernier étage captant les particules les plus fines. Les impacteurs permettent de mesurer les aérosols de dimensions comprises entre 0,3 micron et quelques dizaines de microns. En opérant à très basse pression, on peut descendre jusqu'à  $3.10^{-2}$  microns.

Le dépouillement se fait par pesée, par microscopie optique ou électronique (on a donc la possibilité de visualiser les aérosols) [3], éventuellement par les techniques radioactives [4]. En fait, ces méthodes sont lourdes, et dernièrement, pour rendre l'exploitation de ces appareils plus pratique et automatique, on a eu l'idée de remplacer chaque plaque de collection par un quartz piézo-électrique dont la fréquence de vibration diminue avec le poids des aérosols recueillis (QCM, California Measurement). On peut aussi associer à ces appareils une détection électrique (effet couronne pour charger l'aérosol et électromètre relié à chaque étage). C'est le ELPI de Dekati mis au point en Finlande [5] et commercialisé en France par ECOMESURE.

### Les batteries de diffusion

Bien que plus gros que les molécules gazeuses, les aérosols subissent le mouvement brownien. Soit un volume dont la concentration particulaire  $n$  n'est pas homogène mais présente, suivant une direction  $ox$ , un gradient  $dn/dx$ . Le flux d'aérosols, c'est-à-dire le nombre de particules qui, pendant l'unité de temps et à travers une surface unité, passent de la région de forte concentration à celle de faible concentration, est donné par la loi de Fick [6] :

$$J = -D \frac{dn}{dx}$$

Le coefficient de proportionnalité  $D$  est, par définition, le coefficient de diffusion des aérosols ( $L^2T^{-2}$ ). Plus la particule est petite, plus  $D$  est élevé. Différentes théories permettent de relier  $D$  au rayon  $r$  des particules supposées sphériques par une relation univoque.

A partir de ce phénomène, on a réalisé des appareils capables de capter les aérosols par diffusion : ce sont les batteries de diffusion. La *figure 2* montre les principaux types de batteries utilisées dans la pratique. En effectuant une mesure amont et aval de

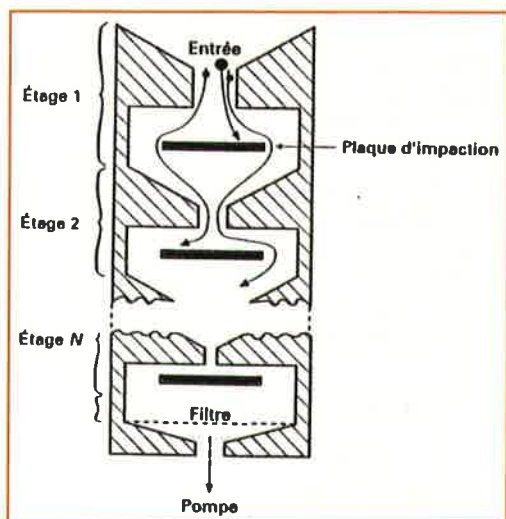


Figure 1 - Schéma d'un impacteur en cascade.

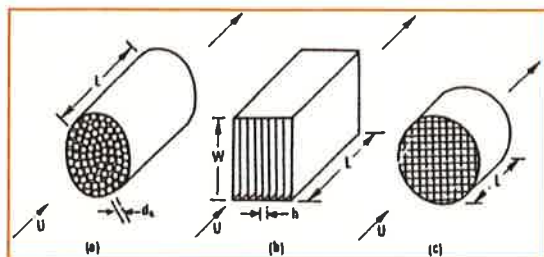


Figure 2 - Différents types de batteries de diffusion.

la concentration particulaire de l'air, on peut arriver à obtenir, à l'aide d'un traitement informatique approprié, la granulométrie de l'aérosol.

Les batteries de diffusion sont efficaces pour des particules de dimensions comprises entre  $10^{-3}$  et 0,2 micron.

## Le SDI 2000

A partir de travaux sur la perméance dans les lits granulaires, Boulaud et Diouri [7-8] ont mis au point une batterie de diffusion originale constituée de lits granulaires, dont la capacité de colmatage est bien supérieure à celle des batteries classiques, tout en étant aussi facile à réaliser. Combinée à un impacteur à étages, elle forme le SDI – Spectromètre Diffusionnel et Inertiel (figure 3).

L'impacteur sélectionne (nous l'avons vu) les aérosols de diamètre supérieur à  $0,3 \mu\text{m}$ . La batterie de diffusion, formée de six canaux en parallèle de 4 cm de diamètre, contient des billes de verre de

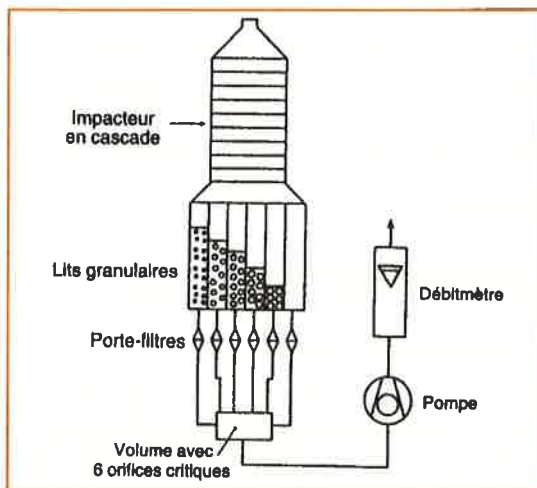


Figure 3 - Schéma du SDI 2000.

diamètre allant de 1 à 5 mm. En aval de la batterie, six filtres recueillent les particules ayant traversé le dispositif. Ce système, qui couvre un domaine s'étendant de  $10^{-2} \mu\text{m}$  à  $20 \mu\text{m}$  (d'où son nom de SDI 2000), a permis aussi bien la mesure des aérosols émis par les diesels, que celle de la fraction attachée des descendants radioactifs à vie courte du radon.

## L'APS et l'Aérosizer

Basé sur les travaux de Wilson et Liu [9], l'Aéroparticule Sizer (APS) (figure 4) est un appareil dans lequel l'air chargé en aérosols est fortement

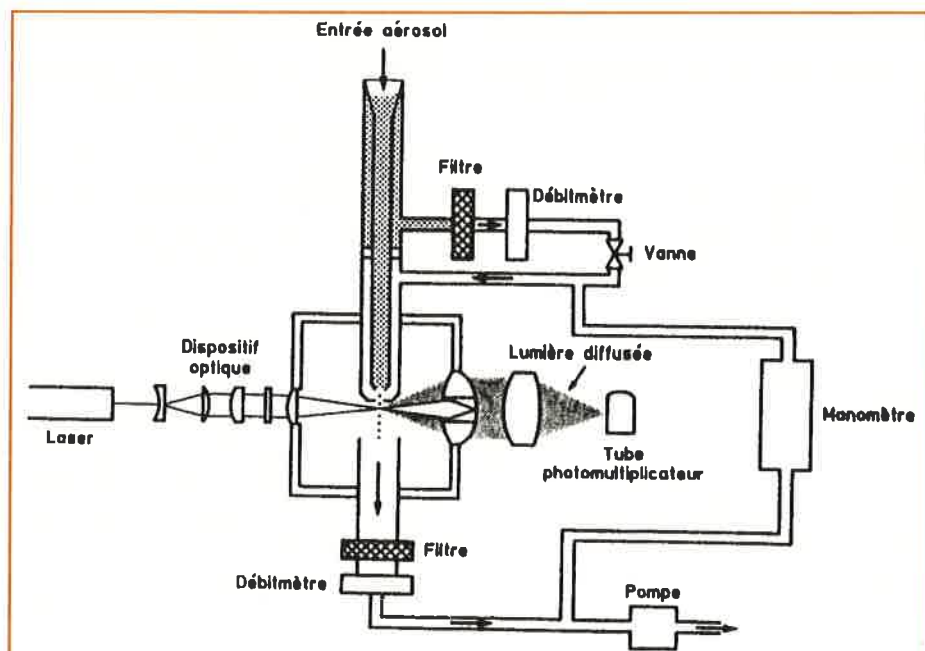


Figure 4 - Schéma de l'Aéroparticule Sizer (APS).





accélérate en traversant un orifice fin. Si elles ont une inertie suffisante, certaines particules vont mettre un certain temps avant d'ajuster leur vitesse à celle de l'air. Ce retard est proportionnel à leur temps de relaxation qui est fonction de leur diamètre aérodynamique, de sorte que ce dernier peut être obtenu en mesurant la vitesse de chaque aérosol juste après l'orifice. On la mesure à l'aide d'un faisceau laser dédoubleté formant deux points atteints successivement par les particules. Chaque aérosol produit donc deux impulsions lumineuses, qui un photomultiplicateur convertit en impulsions électriques. Les diamètres détectables varient de 0,5 µm (temps de vol 800 ns) à 30 µm (temps de vol 5000 ns). L'horloge de l'APS ayant une résolution de 2 ns. Cet appareil est commercialisé par la firme américaine TSI.

Basé sur une idée de Dalnoki [2], l'Aérosizer fonctionne sur le même principe que l'APS, mais la vitesse de l'air est sonique à la sortie de l'orifice d'accélération. Le domaine couvert est plus vaste, puisqu'il va de 0,5 à 200 µm.

L'un des inconvénients de ces deux dispositifs est qu'ils ne donnent pas la même réponse pour les particules solides ou liquides de même dimension car les particules liquides peuvent se déformer sous l'effet de l'accélération brutale qu'elles subissent [2].

## Les méthodes électriques

Un aérosol qui possède une ou plusieurs charges élémentaires s'appelle un ion, et est alors caractérisé par sa mobilité électrique  $Z$ . Soumis à un champ électrique  $E$ , il prend une vitesse  $W$  proportionnelle à  $E$  suivant la relation  $W = ZE$ ,  $Z$  est habituellement exprimée en  $\text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$ . La relation d'Einstein permet de noter  $Z$  est le coefficient de diffusion  $D$  d'un ion portant  $q$  charges élémentaires :

$$\frac{Z}{D} = \frac{q}{kT}$$

$k$  est la constante de Boltzmann et  $T$  la température absolue. La relation de Einstein [2] permet d'évaluer le nombre maximum de charges élémentaires  $n_{\text{max}}$  que peut prendre une particule de rayon  $r$  (microm), soit :  $n_{\text{max}} = 40(745r)^{1/3}$ . Ainsi, au-delà de 11 microm, une particule peut porter plusieurs charges élémentaires, ce qui a pour effet de la faire paraître identique à un aérosol plus petit qui ne porterait qu'une seule charge. C'est ce problème des charges multiples qui impose la limite supérieure des sélecteurs électrostatiques d'aérosols à 11 µm.

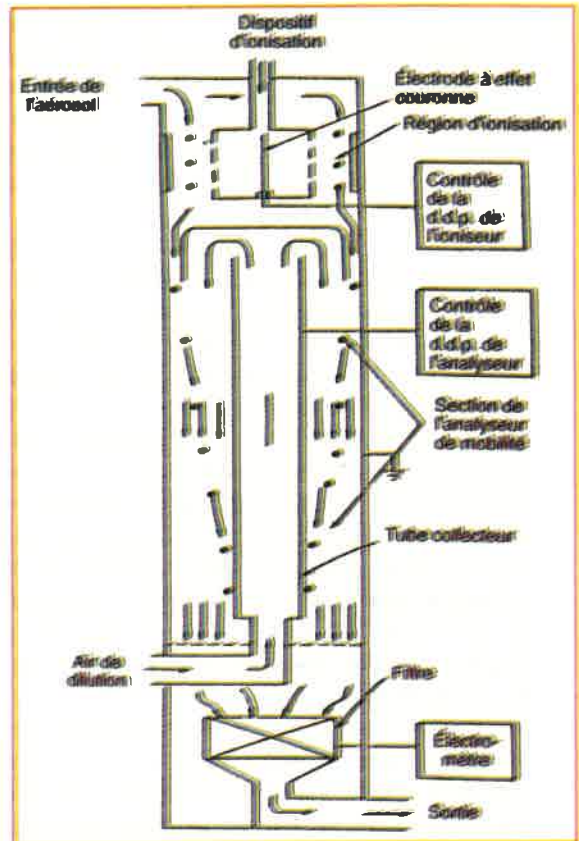


Figure 5 - Schéma de l'Electrical Aerosol Analyzer (EAA).

Cela étant, si l'on veut déterminer la granulométrie des aérosols grâce à leurs propriétés électriques, il faut préalablement les charger électriquement, soit par effet couronne (charge unipolaire), soit à l'aide d'une source radioactive (charge bipolaire s'appuyant généralement sur la loi de Boltzmann [2, 6]). La figure 5 donne le schéma de l'EAA - Electrical Aerosol Analyzer - mais son projeteur W. Whiteby est Clark [10]. Les aérosols sont ionisés en traversant un nuage d'ions unipolaires positifs à un débit de  $4 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ , puis pénètrent dans l'analyseur de mobilité, ayant acquis un nombre de charges nettes de façon précise par la théorie à leurs dimensions. L'analyseur de mobilité se compose d'un cylindre (nettoyé à la terre) muni d'une électrode axiale portée à une tension continue négative. Les filtres d'air centralisent l'air filtré, l'air chargé en aérosols arrivant quant à lui à la périphérie du cylindre sur une bande épaisse. Les ions de mobilité supérieure à une certaine valeur  $Z$  sont captés par l'électrode axiale, les autres passent à travers l'analyseur et sont arrêtés par le filtre nettoyé à un électromètre. La théorie indique qu'il existe une relation monotone entre la mobilité d'un ion et son diamètre. De ce fait, la différence du signal obtenu par l'électromètre pour deux valeurs données de la tension  $W$  de



# RECHERCHE

l'électrode axiale (à chaque valeur de V correspond une valeur de z) est fonction du nombre de particules présentes dans le domaine de mobilités correspondant. L'appareil classe les particules en 10 domaines compris entre  $3 \cdot 10^{-3}$  et 1 micron, pour des concentrations (fonctions des dimensions mesurées) variant de  $10$  à  $10^6 \text{ cm}^{-3}$ .

A partir de ce système, en jouant sur les débits des aérosols et de l'air de dilution et en divisant l'électrode axiale en deux parties, on peut, à l'aide d'une seule mesure, retrouver la valeur moyenne de la fonction de répartition en mobilités sur un intervalle donné. Un tel dispositif s'appelle un Analyseur Différentiel de Mobilité Électrique – ADME (DMPS en anglais). Les aérosols ayant traversé l'EAA ou l'ADME sont comptés grâce à un compteur de noyaux de condensation (CNC) dont nous parlerons plus loin. Récemment, Pourprix *et al.* [11] ont développé un nouvel appareil, le SMEC – Spectromètre de Mobilité Électrique Circulaire – constitué de plaques parallèles circulaires comportant deux cavités d'introduction et une d'extraction de l'aérosol. Une de deux plaques est portée à un potentiel électrique  $U_1$ , l'autre est mise à la masse, ce qui crée un champ électrique uniforme  $E$  entre elles. Un flux d'air filtré et sec  $Q_g$  est injecté à la périphérie du SMEC. L'aérosol à étudier est introduit à travers une mince fente circulaire de rayon  $a$  découpée sur la plaque supérieure de l'analyseur avec un débit  $Q_a$ . Les particules sélectionnées sont récupérées à travers un trou d'extraction placé au centre de la plaque inférieure (figure 6). Là encore, leur détection s'effectue à l'aide d'un CNC. A l'aide de ce type de SMEC, Le Bronnec, dans mon laboratoire et en liaison avec le CEA, a pu remonter, dans certaines conditions, à la taille, bien entendu, mais aussi à la masse, à la densité et même au facteur de forme dynamique de certains aérosols [12].

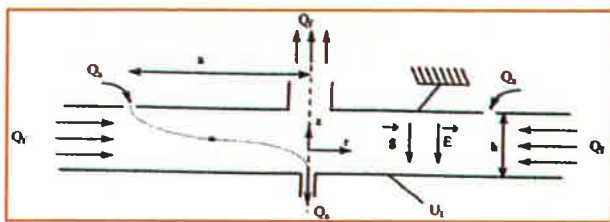


Figure 6 - Le SMEC différentiel à trou central.

## Les méthodes optiques

Lorsqu'un faisceau lumineux traverse de l'air renfermant des aérosols, deux types de phénomènes se produisent :

- la lumière incidente est transmise avec une intensité diminuée (absorption),

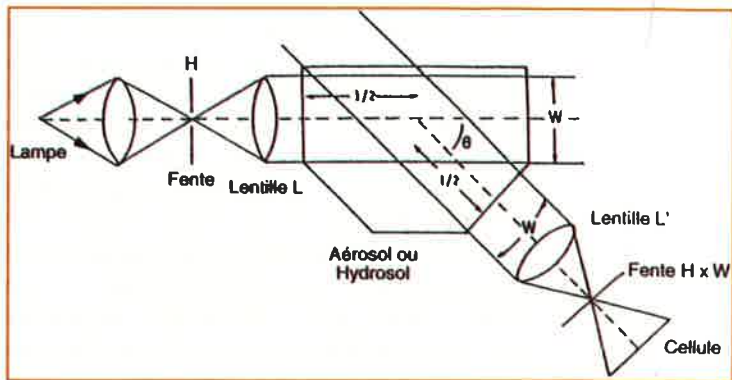


Figure 7 - Schéma d'un compteur optique de particules (COP).

- la lumière est dispersée dans toutes les directions (diffusion).

Peu d'appareils correspondent au premier phénomène du fait de difficultés technologiques difficiles à résoudre. Dans cet exposé, je traiterai essentiellement des compteurs optiques de particules basés sur la diffusion de la lumière. La diffusion de la lumière par un aérosol de diamètre  $d_p$  est, en général, gouvernée par le nombre sans dimension qui est le rapport entre la circonférence de la particule (supposée sphérique) et la longueur d'onde  $\lambda$  de la lumière :

$$\alpha = \frac{\pi d_p}{\lambda}$$

Pour les particules de diamètre  $d_p < 5 \cdot 10^{-2}$  microns, la loi de Rayleigh donne l'intensité  $I(\theta)$  de la lumière diffusée dans la direction  $\theta$  par rapport à la direction incidente, à la distance  $h$  de la particule [2, 6] :

$$I(\theta) = \frac{I_0 \pi^4 d^6}{8 h^2 \lambda^4} \left( \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right) (1 + \cos^2 \theta)$$

$m$  étant indice de réfraction de la particule,  $I_0$  l'intensité lumineuse dans la direction  $\theta = 0^\circ$ .

Pour  $d_p > 5 \cdot 10^{-2}$  microns, on doit utiliser la théorie de Mie qui est une solution complète des équations électromagnétiques de Maxwell, ou la théorie de Lorenz-Mie [13].

Quoiqu'il en soit, on sait donc relier l'intensité  $I(\theta)$  aux dimensions des aérosols et, suivant ce principe, on a construit des appareils, les compteurs optiques de particules, qui, à partir de la lumière diffusée, fournissent une granulométrie automatique des aérosols. La figure 7 présente le schéma d'un appareil de ce type, dans lequel on place le détecteur de lumière diffusée à un angle  $\theta$  donné (par exemple  $\theta = 90^\circ$  dans les compteurs GRIMM). La réponse de ce type de compteur varie beaucoup en fonction de l'indice de réfraction de particules et c'est pourquoi



on a très longtemps utilisé des sources de lumière blanche permettant de couvrir le domaine 0,3  $\mu\text{m}$  - 100  $\mu\text{m}$ . L'utilisation de sources laser, He-Ne en général, permet de descendre à 0,1 micron.

## Les compteurs de noyaux de condensation

Ainsi, la limite de détection des compteurs optiques de particules est de l'ordre de 0,1-0,3 micron. Or les particules les plus petites sont de loin les plus nombreuses dans l'air, et leur détection et leur mesure revêtent une importance considérable. On devra également de plus en plus prendre en compte dans le contrôle des salles blanches liées aux industries de pointe, ainsi que pour les problèmes de santé liés à la pollution atmosphérique particulaire. Pour les détecter, compte tenu du fait que ces aérosols ultrafins ne peuvent pas diffuser une intensité lumineuse détectable, on utilise un artifice. Au moment de la mesure, on produit sur eux une condensation de vapeur (eau ou alcool) par refroidissement, après les avoir placés en atmosphère saturée. L'aérosol sert alors de germe de condensation à une gouttelette liquide dont les dimensions sont de quelques microns, et qui peut être détectée comme dans les compteurs optiques de particules. On a réalisé un compteur de noyaux de condensation (CNC). L'un des CNC les plus performants est celui mis au point dans les laboratoires du CEA par l'équipe Bricard [14] et commercialisé par la firme américaine TSI (*figure 8*), aucun industriel français ne s'étant intéressé à ce type d'appareils. L'air chargé en aérosols pénètre dans le saturateur porté à 35 °C et se charge en vapeur de butanol. La condensation sur les noyaux fins s'effectue en faisant circuler cet air dans un tube réfrigéré à 10 °C par effet Peltier, la détection des gouttelettes, qui peuvent

atteindre plusieurs  $\mu\text{m}$ , s'effectuant à partir de la lumière qu'elles diffusent dans la direction  $\theta = 45^\circ$ . Il s'agit d'un CNC à flux continu au débit de 2,5  $\text{Lh}^{-1}$  permettant de mesurer des concentrations d'aérosols comprises entre  $10^{-2}$  et  $10^7 \text{pcm}^{-3}$ . Une théorie complète de cet appareil a été élaborée dans nos laboratoires par Metayer [15] et Assa [16], ce dernier ayant mis au point un CNC à grand débit ( $28 \text{Lmin}^{-1}$ ) et un grossisseur de particules à flux continu qui, associé à un compteur optique de particules classique, permet de détecter des particules de 10 nm avec une efficacité de 50 %. Il est bien évident que cet appareil ne peut que dénombrer les particules. Mais si on lui associe une batterie de diffusion, on obtient alors un dispositif qui permet, à l'aide d'un traitement informatique, d'effectuer l'analyse granulométrique des aérosols de dimensions comprises entre  $2 \cdot 10^{-2}$  et 0,2  $\mu\text{m}$ . On l'a vu, on peut aussi associer le CNC à un sélecteur électrostatique (SMC ou DMA). Sous l'impulsion de Rebours, notre équipe a récemment montré, à partir des travaux de Assa, une relation de dépendance univoque entre la dimension des gouttelettes finales et celles des nanoparticules initiales lorsque ces dernières ont des dimensions comprises entre 4 et 10 nm [17-18]. L'introduction des aérosols fins à détecter au centre du condenseur, avec un débit d'air propre saturé en alcool à la périphérie, permet d'améliorer l'efficacité du CNC pour les particules de dimensions inférieures à 10 nm. On obtient ainsi une efficacité de 50 % pour les aérosols de 3 nm [19].

Dans un article récent, Mc Murry indique combien cette réalisation de l'équipe Bricard-CEA a marqué la métrologie des noyaux de condensation [20].

## Conclusion

Au cours de ces dernières années les progrès technologiques ont fait évoluer considérablement les méthodes permettant d'obtenir la granulométrie des aérosols, qu'elles soient optiques, électriques ou mécaniques. Malgré cela, la lecture du manuel d'utilisation des différents appareils commercialisés ne suffit pas à en garantir une bonne utilisation. Ainsi, il n'est pas évident qu'un échantillon représentatif de l'aérosol arrive bien dans l'appareil de mesure. On prélève donc un échantillon dans l'air et on le transporte, le long d'un conduit, jusqu'au détecteur. La *figure 9* [21] montre les différentes parties d'un dispositif de prélèvement d'aérosols. A chaque étape correspond une efficacité ( $E_C$ ,  $E_T$ ,  $E_S$ ), conduisant à ce que l'on appelle l'efficacité d'échantillonnage  $E_E$ , qui est la probabilité qu'un aérosol du milieu étudié d'arriver dans le dispositif

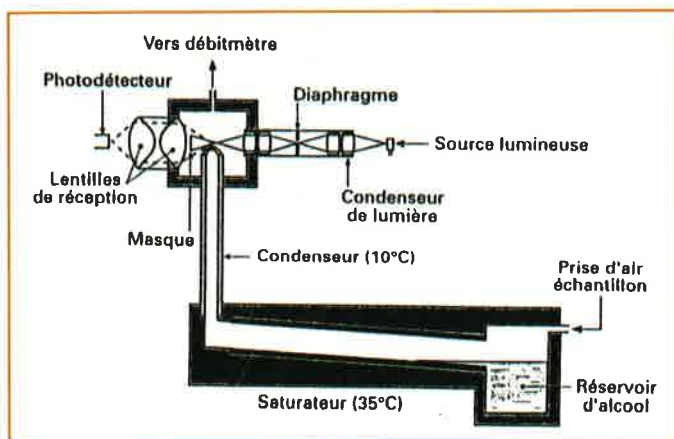


Figure 8 - Le CNC à flux continu.



# RECHERCHE

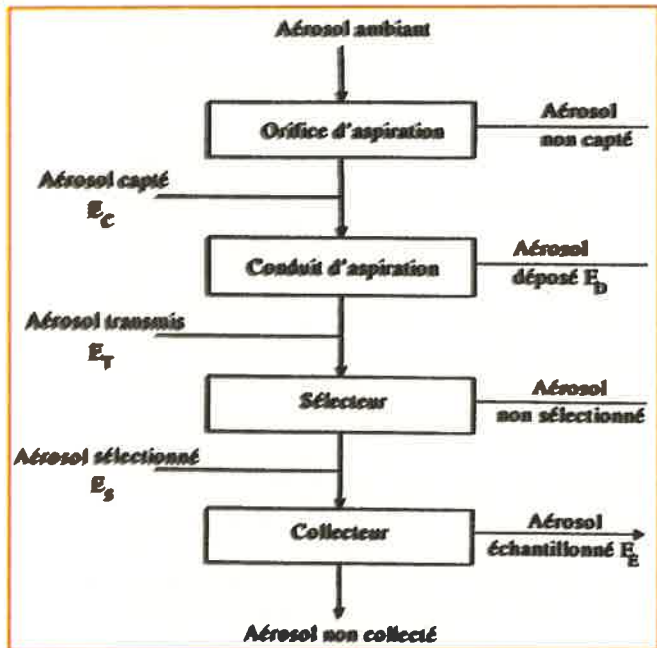


Figure 9 - Les différentes étapes d'un dispositif de prélèvement d'aérosols.

granulométrique [22]. Dans certains cas, surtout pour les aérosols de  $d_p > 3 \mu\text{m}$ , si l'on ne prend pas toutes les précautions,  $E_E$  peut être voisine de zéro [21]. La science et métrologie des aérosols est donc un métier qui exige de véritables spécialistes. C'est pourquoi j'ai créé, il y a plus de 15 ans, le DESS « Science des Aérosols Génie de Contamination » que je dirige à l'université Paris XII en liaison avec l'INSTN (Dr D. Boulaud). Ce DESS forme, dans ce domaine, les professionnels dont l'industrie et l'entreprise ont besoin.

## Références

- [1] Pröning O., *History of Aerosol Science*, Ac. Sc. Autriche Ed., Vienne, 2000.
- [2] Renoux A., Boulaud D., *Les Aérosols - Physique et Métrologie*, Lavoisier Éd., Paris, Londres, New York, 1998.
- [3] Tymen G., *Répartition granulométrique de l'aérosol naturel et des particules radioactives issues du radon*, thèse d'État (Brest), 1979 ; Rapport CEA R 4965, 1980.
- [4] Barzic J.-Y., *Étude de l'aérosol d'une mine uranium*, thèse de 3<sup>e</sup> cycle (Brest), 1975 ; Rapport CEA R 4743, 1975.
- [5] Keskinen J., Pietarinen K., Lehtimäki M., *Electrical low pressure impactor*, *J. Aerosol Sci.*, 1992, 23/41, p. 353.
- [6] Bricard J., *Physique des Aérosols*, Rapport CEA R 4831, 1977.

- [7] Boulaud D., Diouri M., *A new inertial and diffusional device (SDI 2000)*, *J. Aerosol Sci.*, 1988, 19, p. 927.
- [8] Boulaud D., *Use of granular beds in inertial impaction regime for aerosols sizer distribution measurements*, *J. Aerosol Sci.*, 1991, 22/3, p. 273.
- [9] Wilson J.C., Liu Byh, *Aerodynamic Sizer Measurement by laser Doppler Velocimetry*, *J. Aerosol Sci.*, 1980, 11/2, p. 139.
- [10] Whitby K.T., Clark W.E., *Electric aerosol particle counting and size distribution measurements system for the 0,015 to  $\mu\text{m}$  size range*, *Tellus*, 1996, 18, p. 573.
- [11] Pourprix M., Ooghe M., Mesbah B., Boulaud D., *Radial Flow Differential Mobility Analyser*, 4<sup>th</sup> International Aerosol Conference, Los Angeles, 1994, p. 463.
- [12] Le Bronnec E., *Utilisation des effets de gravité dans le spectromètre de mobilité électrique circulaire pour remonter aux dimensions, à la masse, à la densité et au facteur de forme dynamique des aérosols*, thèse (Paris XII), 1998.
- [13] Gouesbet G., Grehan G., Maheu B., *Generalized Lorenz-Mie Theory and Applications to optical sizing*, In the Proc. 2<sup>nd</sup> Intl. Congres Opt. Particle Sizing, D. Hirdeman Ed., Arizona State University Tempe, 1990.
- [14] Bricard J., Madelaine G., Reiss P., Turpin P.-Y., *Compteur de noyaux de condensation à flux continu*, *C.R. Acad. Sciences*, 1972, p. 275.
- [15] Metayer Y., *Techniques de mesure de l'aérosol fin*, thèse d'État (Paris XII), 1982 ; Rapport CEA R 5417, 1987.
- [16] Assa Achy M., *Mise au point et étalonnage d'un compteur de noyaux de condensation à grand débit*, thèse d'État (Paris XII), 1987.
- [17] Rebours A., *Étude de la détection et de la granulométrie de temps réel de l'aérosol ultrafin par un système de grossissement de particules*, thèse d'État (Paris XII), 1994 ; Rapport CEA R 5704, 1995.
- [18] Rebours A., Boulaud D., Renoux A., *Recent advances in nanoparticles size measurements with a particle grow system combined with an optical particle counter. A feasibility study*, *J. Aerosol Sci.*, 1996, 27, p. 1227.
- [19] Stolzenburg M.R., Mc Murry P.H., *An ultrafine aerosol Condensation Nucleus Counter*, *Aerosol Sci. Technol.*, 1991, 14, p. 48.
- [20] Mc Murry P.H., *The History of Condensation Nucleus Counters*, *Aerosol Sci. Technol.*, 2000, 33 (4), p. 279-322.
- [21] Witschger O., *Étude théorique et expérimentale des facteurs physiques d'échantillonnage des polluants particulaires*, thèse (Paris XII), 1996.
- [22] Boulaud D., *Éléments de Physique des Aérosols : transfert, formation, échantillonnage*, Journée d'Études, CITEPA Éd., Paris, 2000, p. 2.

## NDLR

Le Pr Renoux a longtemps collaboré activement à l'animation de la revue de chimie analytique de la SFC *Analysis*, ainsi qu'à la promotion de cette discipline au travers de ses enseignements. En publiant ce nouvel article dans les colonnes de *l'Actualité Chimique*, le comité de rédaction tient à saluer cette action et encourage également tous les analystes à présenter à l'ensemble de la communauté des chimistes les dernières avancées de leur discipline – P. Arpino.

BIBLIOTHÈQUE - 235 LEMBE 3001



# Bayer : un pari à contre-courant, sciences de la vie et chimie ?

G. Schorsch\*

## Contexte : la restructuration de l'industrie chimique

La phase de restructuration que traversent actuellement les industries pharmaceutique et chimique s'est opérée en deux temps.

Dès l'origine, c'est-à-dire le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, les deux industries, colorants et matières actives pharmaceutiques pour simplifier, s'étaient développées de manière concomitante. Mais depuis une dizaine d'années, sous la pression des milieux financiers et du tyrannique PER (price earning ratio), les principaux groupes ont commencé par isoler, puis à se séparer progressivement de leurs activités chimiques pour se concentrer exclusivement sur les sciences de la vie, dont les activités, moins cycliques, sont supposées plus rentables. ICI, en créant Zeneca, a montré la voie. Ciba-Geigy et Sandoz avec Novartis, puis Rhône-Poulenc et Hoechst avec Aventis ont suivi... L'ampleur des désengagements était telle que l'on s'interrogeait à bon escient. Est-il encore possible et correct de se déclarer chimiste ?

Fort heureusement, une réponse positive vient d'être donnée récemment. A la fin de l'année dernière, et à quelques jours d'intervalle, BASF en cédant son activité pharmaceutique à Abbott, puis DuPont en annonçant son intention de se séparer de son activité pharmaceutique, reprise au début du mois de juin par Bristol-Myers-Squibb, ont à nouveau redonné espoir aux chimistes. Cette deuxième phase, où chaque société se concentre sur son métier de base, semblait indiquer que chimie et pharmacie étaient deux métiers distincts.

Le choix est relativement aisé pour les sociétés où les deux activités sont déséquilibrées. Il n'en est plus de même pour celles où celles-ci représentent un poids et une rentabilité équivalents. C'est précisément le cas de Bayer.

Pressé, pour ne pas dire sommé par les milieux financiers, et en particulier par le fond new-yorkais Tweedy Browne, de se déterminer, le Dr Manfred Schneider, président du Directoire de Bayer, en annonçant ses résultats 2000, a montré que la position de Bayer, à cheval sur la chimie et la pharmacie, ne traduit pas la difficulté de Bayer à se déterminer. Au contraire, elle résulte d'un véritable choix stratégique. La présentation des résultats 2000 de Bayer apporte la preuve que les deux types d'activités peuvent non seulement coexister, mais être rentables simultanément. Jugez-en.

## Données

### Les résultats 2000 : un poids et une rentabilité équivalents pour la chimie et les sciences de la vie

Le *tableau I* résume les résultats essentiels pour 2000. **Un chiffre d'affaires impressionnant : plus de 190 milliards de FF !**

**La chimie**, c'est-à-dire **les polymères** (avec 5 centres de profit : les matières plastiques avec les polyesters téréphtaliques, les élastomères, les polyuréthanes, les revêtements et les additifs pour polymères), **ainsi que la chimie** (spécialités et chimie fine, produits pour l'électronique, vernis

Tableau I - Bayer SA : les résultats 2000 en bref.

Domaines	Secteurs	CA		Bénéfice opérationnel		Bénéfice Ventes
		Milliards d'euros	Variation 99/00	Milliards d'euros	Variation 99/00	
Chimie	Polymères	11,398	+ 28 %	1,137	+ 1 %	10 %
	Produits chimiques	4,275	+ 18 %	0,442	+ 8 %	10 %
Sciences de la vie	Santé	10,028	+ 20 %	1,419	+ 33 %	14 %
	Agriculture	3,455	+ 12 %	0,558	+ 7 %	16 %
<b>Total</b>		<b>29,156</b>	<b>+ 21 %</b>	<b>3,556</b>	<b>+ 20 %</b>	<b>12 %</b>

\* cgschorsch@aol.com



# INDUSTRIE

## Bayer en France

### La France : 5<sup>e</sup> marché du groupe

Le chiffre d'affaires 2000 non consolidé des sociétés du groupe qui emploie 3 100 personnes en France a été de 2 milliards d'euros. Il est en croissance de 14 % avec la ventilation suivante, par ordre d'importance décroissante : polymères (35 %), santé (25 %), agriculture (25 %) et chimie (17 %).

La France est le 5<sup>e</sup> marché du groupe, derrière les États-Unis, l'Allemagne, le Japon et l'Italie.

Six sites industriels fabriquent, conditionnent et expédient une large gamme de produits : Marle dans l'Aisne (produits phytosanitaires), Sens (médicaments), La Wantzenau près de Strasbourg et Port Jérôme (caoutchoucs synthétiques), Grasse (arômes alimentaires) et Castres (additifs pour peintures de Borchers). La place de la France au sein du groupe Bayer se renforce. La production européenne de caoutchouc nitrile vient d'être centralisée sur La Wantzenau et les centres d'expertise mondiaux « produits de toilette » et « arômes alimentaires » sont localisés à Neuilly.

### Les Forums du bâtiment : une initiative intéressante

La Commission Bâtiment de Bayer organise depuis l'année dernière des rencontres techniques avec les clients utilisateurs, les architectes préconiseurs des produits Bayer et la presse technique.

Les thèmes retenus sont très spécifiques : les revêtements, l'architecture lumière en polycarbonate et les liants polyuréthanes pour revêtements de sol. Ils permettent des échanges de vue larges et fructueux.

cellulosiques...) **représentent plus de la moitié de l'activité**, 54 % exactement.

**Les sciences de la vie**, avec la **santé** (avec 3 centres de profit : les produits pharmaceutiques, les produits de soin et de diagnostic) et l'**agriculture** (avec 2 centres de profit : la protection des cultures et la santé animale) **représentent 46 % du CA mais 56 % du bénéfice opérationnel**.

L'année 2000 se caractérise par **une croissance à deux chiffres** pour chacun des quatre secteurs ! Bien sûr, c'est le secteur Santé qui a connu la progression la plus impressionnante du résultat opérationnel. Car la chimie, et en particulier les polymères, ont souffert simultanément de l'augmentation des prix des matières premières au 2<sup>e</sup> semestre et de la difficulté à répercuter cette hausse sur les prix de vente, compte tenu de l'âpreté de la concurrence. En dépit de ce contexte, tous les secteurs **affichent un ratio bénéfice/vente à deux chiffres !** La chimie peut donc faire jeu égal avec la pharmacie, à condition de lui imposer un effort de gestion. C'est le cas aussi du secteur Agriculture

qui, avec des ratios bénéfice/vente de 12 % et R & D/vente de 16 %, ne cache pas ses ambitions de participer à la consolidation de l'industrie phytosanitaire mondiale. Il a d'ailleurs déjà affiché son intérêt pour certaines des activités d'Aventis Crop Science !

L'analyse des résultats par régions (*tableau II*), montre que la présence mondiale de Bayer n'est pas qu'un simple slogan publicitaire. Si ses ventes en Europe contribuent à près de la moitié de son CA – 46 % exactement –, l'Amérique du Nord représente actuellement le tiers de ses ventes.

Les pays en croissance attirent les 20 % restant – avec déjà 13 % pour l'Asie/Pacifique et près de 8 % pour l'Amérique latine, l'Afrique et le Moyen-Orient. En dehors de cette répartition, il est particulièrement intéressant de noter que si les ventes et les résultats stagnent en Europe et s'améliorent nettement en Amérique du Nord, ils explosent littéralement dans les deux autres régions. Ces régions sont vitales pour le futur développement de Bayer qui, d'ailleurs, n'a pas hésité à leur attribuer une bonne

Tableau II - Bayer SA : la présence mondiale de Bayer.

Régions	CA		Bénéfice opérationnel	
	Milliards d'euros	Variation 99/00	Milliards d'euros	Variation 99/00
Europe	13,78	+ 12 %	2,32	+ 4 %
Amérique du Nord	9,98	+ 29 %	0,73	+ 26 %
Asie pacifique	3,87	+ 42 %	0,41	+ 91 %
Afrique, Moyen-Orient	2,35	+ 21 %	0,24	+ 58 %
<b>Total</b>	<b>29,98</b>		<b>3,70</b>	



Tableau III - Poids respectifs des quatre secteurs.

Secteurs	% du CA	% du bénéfice opérationnel	% des investissements	% de R & D
Polymères	39	32	41	13
Santé	34	40	29	63
Chimie	15	12	18	7
Agriculture	12	16	12	17
<b>Total</b> (milliards d'euros)	<b>29,156</b>	<b>3,566</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>

partie de ses investissements 2000 : extension des productions de polycarbonates et de films transparents en Thaïlande (site de Map Ta Phut) et de formulations phytosanitaires au Brésil (site de Belford Roxo).

Sans rentrer dans le détail du rapport financier, signalons que les investissements et le budget de recherche ont été pratiquement équivalents avec respectivement 2,3 milliards d'euros (soit un taux I/CA de 7,9 %) et de 2,4 milliards d'euros (soit un taux R & D/CA de 8,2 %).

Avec un effectif de 122 100 personnes (en augmentation de 1 700 personnes dont + 2 800 par les acquisitions et - 1 100 pour les cessions et cessations d'activité), le CA/employé ressort à 0,239 million d'euros/employé, ce qui pour 1,57 millions FF par employé démontre une bonne efficacité de gestion pour un groupe de cette taille.

## Analyse et commentaires

### Deux activités majeures : les polymères et la santé

A en juger par les chiffres 2000, les secteurs Polymères – avec 40 % du CA et 32 % du bénéfice opérationnel – et Santé – avec 34 % du CA mais 40 % du bénéfice opérationnel – représentent véritablement les deux piliers de Bayer (tableau III).

Pour son expansion et sa consolidation, le secteur Polymères a drainé 41 % des investissements et 56 % des acquisitions (2,6 milliards d'euros sur 4,2 pour l'acquisition de Lyondell). Avec de tels chiffres, Bayer affiche clairement son ambition de rester un des leaders mondiaux du domaine, en se spécialisant de plus en plus dans le domaine des polymères techniques (cf. gamme de produits).

Pour son développement, le secteur Santé a monopolisé quant à lui, 63 % de tout l'effort de R & D du groupe.

Les secteurs Chimie et Agriculture, avec près de 25 % de l'activité, à parts presque égales,

complètement, et parfois étayent comme nous le verrons par la suite, les deux activités majeures. Le secteur Agriculture, avec le rachat de la ligne Flint, le fongicide de Novartis, et celui de l'herbicide Mikado de Syngenta, manifeste son ambition de rester un acteur majeur des phytosanitaires. C'est donc bien dans la chimie que Bayer doit continuer à affiner sa stratégie, plus particulièrement dans le domaine des spécialités chimiques (pour textile, papier, cuir, conservateurs et échangeurs), où pléthore de sociétés s'agitent avec des produits de même type. En confiant la vente de ce type de produits à des filiales spécialisées, telles que Haarmann & Reimer (parfums et arômes, 5<sup>e</sup> producteur mondial), H.C. Starck (poudres métalliques et céramiques pour les industries optique, électrotechnique et électronique) et Wolff Walsrode (dérivés de la cellulose pour les vernis et encres, films pour l'emballage...), Bayer indique une voie possible qui lui permet de se concentrer sur les procédés de fabrication de ces produits.

Quels sont les atouts spécifiques de Bayer qui expliquent ses succès actuels dans la chimie et les sciences de la vie ?

### Les atouts de Bayer : concentration de la gamme et adaptation constante du portefeuille

L'examen des documents disponibles montre que la stratégie de fond de Bayer est double.

Le groupe commence par **développer des produits avec des effets et des besoins bien ciblés**. C'est évident pour les produits pharmaceutiques et phytosanitaires. L'antibiotique majeur, Ciprobay<sup>®</sup>, se vend mondialement à 11,7 milliards de FF ! Un nouvel anti-infectieux pulmonaire, Avelox<sup>®</sup>/Avalox<sup>®</sup>, lancé en 1998, se développe avec succès aux États-Unis. On ne peut qu'être admiratif devant l'effort de concentration réussi dans le domaine de la santé (7 gammes de produits réalisent 55 % du CA – cf tableau IV) et dans l'agriculture (5 gammes



# INDUSTRIE

Tableau IV - Bayer Santé : 55 % du CA réalisés par 7 lignes de produits.

Produits	Indications	CA 2000 (milliards d'euros)	Variation 99/00
Ciprobay®/Cipro®	Maladies infectieuses (antibiotique)	1,785	+ 18 %
Adalat®	Affections cardiovasculaires	1,155	+ 13 %
Lipobay®/Baycol®	Hypercholestérolémie	0,636	+ 82 %
Aspirine®	Anti-inflammatoire non stéroïdien	0,632	+ 12 %
Kogenate®	Hémophilie (facteur VIII recombiné)	0,491	+ 30 %
Glucometer® Elite	Autosurveillance du diabète	0,472	+ 33 %
Ganimune®	Dosage d'hormones	0,350	+ 22 %

de produits pour 35 % du CA – cf tableau V). Mais dans la liste des produits majeurs de la santé figurent aussi l'Aspirine®, dont Bayer déposa le brevet en 1899 ! et un réactif de diagnostic du diabète. Des produits qui, à l'instar de l'Aqua Selzer®, du Baygon® ou d'Advantage®, sont familiers du grand public. Même si l'image du Gaucho® souffre actuellement de la polémique développée en France !

Mais dès que Bayer a réussi un développement, il consolide et bétonne. En d'autres termes, il essaye d'en étendre au maximum les applications. C'est vrai aussi pour l'Aspirine®, qui tente de se faire une nouvelle jeunesse. C'est vrai pour les polyuréthanes.

Inventeur des polyuréthanes (Otto Bayer, un homonyme en 1952), utilisés dans la fabrication d'abord de mousses rigides (isolation bâtiment, réfrigérateurs...), puis de mousses rigides à peau intégrée (ameublement, sport, automobile...) ou de mousses souples à garnissage (automobile), Bayer a étendu progressivement leurs applications à la fabrication d'élastomères (transport, bâtiment,

automobile...), de résines de coulée (industrie électrotechnique...) ou de liants (isolants thermiques et acoustiques). Fabricant d'isocyanates (Desmodur®...), **Bayer vient d'acquérir début 2000 les polyols de Lyondell pour une somme de 2,6 milliards d'euros** ce qui renforcera fortement la gamme Desmophen® ! De ce fait, Bayer devient, et de loin, le premier fabricant mondial des matières premières de base des polyuréthanes !

Il en est de même pour les polycarbonates (Makrolon®) qui, utilisés initialement dans l'éclairage et les plaques signalétiques ou la lunetterie, sont utilisés actuellement dans le stockage d'informations (CD, DVD...).

L'examen du tableau des **cessions/acquisitions pour 2000** (tableau VI) montre par ailleurs une activité intense. Un **portefeuille intéressant** se mérite et s'ajuste. Bayer ne craint pas de se séparer et de céder à des tiers mieux placés, ses activités jugées moins rentables. La cession récente d'activités emblématiques (comme le Dralon, la fibre acrylique ou Dyestar, filiale commune entre Bayer et Hoescht pour les colorants textiles) illustre

Tableau V - Bayer Agriculture : plus du tiers du CA avec 5 lignes de produits.

Produits	Domaines d'application	Indications	CA 2000	Variation 99/00
Admire®/Confidor®/Gaucho®/Provado®	Phytosanitaire	Insecticides systémiques sélectifs	0,56	+ 21 %
Folicur®/Raxil®	Phytosanitaire	Traitement des semences et fongicide	0,21	+ 6 %
Advantage®	Santé animale	Antipuce pour chiens et chats	0,20	+ 14 %
Baytrie	Santé animale	Anti-infectieux	0,17	+ 13 %





Tableau VI - Bayer SA : adaptation et évolution du portefeuille.

Secteurs	Cessions	Acquisitions	Accords de coopération
Polymères	Dralon (fibres acryliques)	Lyondell US (polyols)  Sybron US (revêtements de poudres) Servon Corée du Sud (films plastiques)	DuPont US (production PBT)  Röhm RFA (films plastiques transparents) Danippon Japon (polyuréthanes thermoplastiques) Cytac US (additifs papier)
Produits chimiques	Agfa-Gevaert (photographie) Dystar (colorants) Erdolchemie (produits pétroliers) Solar RFA (photovoltaïque)	CSM US (métaux réfractaires)	
Agriculture	Vaccins US	Misung Corée du Sud  Flint® (fongicide de Novartis) Mikado® (herbicide de Syngenta)	Exelisis US (accord R & D, insecticides sélectifs)
Santé	Schein Pharmaceuticals US (participation 25 %) Myrid Genetics (participation 11 %)		Cura-Gen (accord R & D, obésité et diabète) Lion Bioscience (renforcement accord R & D en bioinformatique)

cette flexibilité. Le Comité stratégique de Bayer veille et met à jour périodiquement la liste des *activités de base et de croissance* (qui financent la recherche et ses acquisitions), celle des *activités de développement* (qui préparent les futures activités de croissance) et celle des *activités à problèmes* (gâteaux que les produits chimiques de base et les spécialités sont l'objet d'examens attentifs !).

## Chimie et sciences de la vie : quelles compétences communes ?

Sur un plan strictement formel, il est intéressant de remarquer que le secteur Chimie de Bayer ne représente plus que 15 % du total du groupe. Mais cela n'indique pas que les trois autres secteurs ne font plus de chimie. Bien au contraire... Cela signifie tout simplement *que la détection et le développement des applications sont devenus prioritaires par rapport à la synthèse stricte des produits*. Pour continuer à se développer, Bayer aura davantage besoin de biologistes et de technologues que de chimistes. Les secteurs Santé et Agriculture peuvent parfaitement se tourner vers

le secteur Chimie, ou des sous-traitants mieux placés, pour la fourniture des intermédiaires. Leurs priorités se situent dans l'identification des cibles. Pour cela, ils ont mis en place récemment des plateformes ou des accords de coopération dans la pharmacie (accord en 1998 avec Millenium Pharmaceuticals pour la recherche de gènes et de protéines pour le criblage des principes actifs) et dans les phytosanitaires (accord avec Paradigm Genetics US pour le décryptage du code génétique des plantes adventices et l'identification de cibles pour la mise au point de désherbants sélectifs et sûrs, et plus récemment avec Exelisis Pharmaceuticals pour la découverte de nouveaux insecticides).

Par contre, les secteurs Polymères et Chimie continueront aussi à proposer des produits chimiques aux industries en aval. Mais, pour elles-aussi, la connaissance des besoins des marchés (automobile, bâtiment, emballages, et de plus en plus l'électronique et la microélectronique...) est aussi importante, sinon plus, que celle de la synthèse des produits. La mise au point récente d'un nouveau polymère conducteur, le Baytron®, pour



## Bayer à K 2001 : illustration de l'évolution du groupe dans les plastiques techniques

Le Salon Kunststoffe constitue toujours l'événement mondial majeur dans le domaine des matières plastiques. Le prochain K 2001 se tiendra du 26 octobre au 1<sup>er</sup> novembre à Düsseldorf, occasion pour Bayer de démontrer que la *transition de producteur à partenaire* pour le développement de solutions innovantes est bien entamée. La récente conférence de presse, qui a réuni plus de 150 journalistes en provenance d'une quarantaine de pays, a permis de s'en convaincre.

### De nouveaux produits répondant aux besoins des utilisateurs

Deux lignes de force guident le développement des nouveaux plastiques techniques chez Bayer :

- **L'évolution des technologies entraîne l'adaptation des matériaux.** A titre d'exemple, l'augmentation de la densité de stockage qui conduit à diviser par deux la distance entre les pistes – de 1,5 à 0,75  $\mu\text{m}$  lorsqu'on passe du CD au DVD – oblige à développer une qualité de Makrolon<sup>®</sup> avec des propriétés d'écoulement adaptées. A ce prix, et à condition de l'utiliser en multicouches, la capacité de stockage peut atteindre 18 gigabytes par DVD !

Autres exemples : le revêtement par dépôt électrostatique et le soudage laser ont conduit Bayer à développer de nouvelles qualités de polyamides Durethan<sup>®</sup> qui évitent l'utilisation de primaires.

- Par ailleurs, les **performances des produits ne sont pas toujours à la hauteur des besoins des consommateurs.** Il a été intéressant de constater que c'est grâce à la chimie, par la fonctionnalisation des polymères et des additifs, que les propriétés d'usage des matériaux ont été améliorées. Preuves ? La gamme des caoutchoucs HNBR (hydrogenated nitrile/butadiene rubber), commercialisés sous la marque Therban<sup>®</sup>, s'enrichit de qualités spécifiques HT ou BT, c'est-à-dire tenue à hautes et basses températures améliorées, mais aussi d'une qualité XT, fonctionnalisée par des groupements carboxyliques qui augmentent l'adhérence et l'abrasion recherchées dans les bandes de roulement et les roues dentées.

Les polyuréthanes Bayflex<sup>®</sup> et les SBR sont modifiés par des groupements hydroxyles pour améliorer respectivement l'abrasion humide (les semelles de chaussure pour l'Extrême-Orient !) et le renforcement des élastomères pour pneumatiques pour la silice (les flancs blancs !).

Dans le domaine des additifs, Bayer joue à fond sa **double carte de chimiste et d'expert des polymères**. Exemples ? Les Mesamoll<sup>®</sup>, plastifiants polymères à base d'esters alkylsulfoniques, remplacent les phtalates dans les PVC plastifiés. Les Vulcuren<sup>®</sup> à ponts S-(CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub> favorisent la compatibilité de cet agent de vulcanisation avec les élastomères hydrocarbonés !

### De nouvelles technologies développées en partenariat avec les transformateurs

Sans être exhaustif, citons à titre d'illustration un verre flexible à base de polyuréthanes aliphatiques thermoplastiques, développé avec BMW pour la lunette arrière du Z8 Roaster. Les technologies HYBRID (pour l'injection de multimatériaux, toujours dans le domaine de l'automobile, sur la Ford Focus ou l'Audi A2) et IMD (in-mold decoration) qui, par l'introduction séquentielle de films, permettent de modifier facilement les propriétés de surface ou la décoration des pièces injectées... Et enfin, et certainement plus prospectives, les technologies qui pourraient révolutionner à terme l'injection des matières plastiques. Centura<sup>®</sup>, développée avec Innova, optimise la gestion des cycles thermiques lors de l'injection et du refroidissement, et permet d'améliorer de 30 % la productivité des machines. Et la technologie WIT (water-injection technique) qui vise le remplacement du gaz par de l'eau, meilleur conducteur thermique, pourrait réduire de 75 % le cycle des machines !

### Les nouvelles technologies de l'information pour capter les besoins des clients

Simultanément, Bayer ne peut rester à l'écart de l'utilisation des nouvelles technologies de l'information, c'est-à-dire l'e-commerce. Peu à peu, les industries traditionnelles les récupèrent à leur profit et les alimentent. Elles interviennent à plusieurs niveaux et la future visite du Hall 6 du Salon, entièrement dédié à Bayer, permettra aux partenaires de Bayer de s'en convaincre.

L'e-commerce, c'est-à-dire les transactions commerciales (Elemica actuellement et cc-chemplorer qui à partir du 1<sup>er</sup> août 2001 réunira les plate-formes [www.chemplorer.com](http://www.chemplorer.com) de Bayer et de Deutsche Telekom et [www.cc-market.com](http://www.cc-market.com) de BASF, Degussa et Henkel), représente actuellement 500 milliards d'euros, c'est-à-dire 5 % du CA des matières plastiques.

Mais Bayer est déjà allé au-delà des simples transactions. Les relations avec les clients, pour capter leurs besoins et pour les informer des avancées technologiques, ont déjà été développées. Un portail unique BayerOne : [e-Business@Bayer](mailto:e-Business@Bayer) sera ouvert et accessible à partir du 1<sup>er</sup> octobre 2001, donc juste avant K 2001. Il permettra aux clients de passer leurs commandes et de suivre la localisation de l'acheminement en temps réel (« *one face to the customer* »). Mais cette mise en place permettra aussi celle de procédures internes qui optimiseront la gestion des produits (planification intégrée) et des connaissances (relations avec les centres d'innovation, répartis selon les marchés...).

**Conclusion** : une visite dans le Hall 6 de Bayer s'impose pour qui veut se tenir au courant du développement des plastiques techniques !



l'industrie électronique, ou d'une silice submicronique, le Levasil® pour la microélectronique, en témoignent. Les développements récents des polyuréthanes sont dus à des polyols plus purs, rendus possibles par l'optimisation du catalyseur (technologie Impact), et donc par la chimie.

Mais en affichant clairement sa volonté de continuer à se positionner dans les sciences de la vie, pour lesquelles les trois quarts des infections et maladies n'ont pas encore de traitement spécifique, mais aussi dans la chimie, Bayer affiche probablement une stratégie et une ambition à long terme. Elle est d'abord le gage de son indépendance.

Mais de plus en plus, le développement des produits chimiques est basé sur leur innocuité pour l'homme et pour l'environnement. Pour cela, une présence simultanée dans la pharmacie – pour l'évaluation toxicologique, par des études sur animaux ou des méthodes alternatives – et dans l'agriculture – pour l'étude de la dissémination des produits phytosanitaires dans la nature – est un atout maître et une nécessité. En d'autres termes, Bayer se positionne en acteur global de la chimie et s'en donne les moyens. Le groupe maintient, toujours à contre-courant des pratiques actuelles, une recherche centrale, carrefour des besoins et des opportunités de développement dans les quatre secteurs. Ceux-ci disposent de leurs centres et laboratoires de développement propres ! Pour entretenir cette recherche centrale, les secteurs et le groupe font un effort de gestion assez impressionnant dont le contenu dépasse le cadre de cet article.

En d'autres termes, là où les chimistes purs pensent faire appel à des laboratoires extérieurs pour leurs

études de toxicité et d'environnement, Bayer se donne les moyens d'assurer et de surveiller en interne son propre développement. Bayer fait-il le pari que ses spécialistes, s'ils travaillent efficacement ensemble, sont plus compétents et plus fiables que des laboratoires spécialisés ou des administrations ? L'avenir nous le dira !

## Conclusion : qui aura le dernier mot ?

Sur la base d'une expérience technique plus que centenaire et de résultats, en terme de chiffres d'affaires, de bénéfices, de cash-flows et de création de valeur en amélioration constante, Bayer s'affiche délibérément en tant qu'acteur global de la chimie et de la pharmacie. A contre-courant et en résistant à la pression des milieux financiers. Le bras de fer est donc engagé. D'un côté, un **Directoire** composé de 5 professionnels du métier (4 docteurs en chimie et 1 docteur en médecine) et 3 professionnels de la gestion des affaires et du commerce, particulièrement compétents et soutenus par les membres du Conseil d'administration, représentant les milieux d'affaires allemands. De l'autre, **les milieux financiers**. Une situation en apparence déséquilibrée. Mais d'un côté, les milieux financiers nous ont montré par exemple que dans les technologies de l'information, ils ne maîtrisent pas toujours bien leurs prévisions. De l'autre, un groupe puissant et professionnel. La position de Bayer est-elle tenable et pour combien de temps encore, compte tenu de la décélération actuelle de l'économie ? Qui aura, en définitif, le dernier mot ?

L'avenir de l'évolution de l'industrie chimique peut dépendre du résultat de cet affrontement.



Près d'un demi-siècle... et quelques 8 millions de tonnes de polyuréthanes séparent ces deux photos ! Depuis la mousse folle d'Otto Bayer en 1952, la réaction isocyanate + polyols a été parfaitement maîtrisée. Elle offre à de jeunes artistes peintres (Fatima Vohs) la possibilité d'introduire une touche artistique dans la décoration en relief des murs...



## Les diplômes de chimie dans l'enseignement supérieur français (4) La chimie à l'université : 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycles

Elsa Champion\*, Séverine Bléneau\*

Les universités constituent l'orientation majeure des lycéens et assurent les trois quarts de l'enseignement supérieur français. Les jeunes étudiants doivent s'habituer à des encadrements bien moins structurés que ceux du secondaire et pour cela, apprendre à être autonomes et à organiser leur travail.

Si 20 % des jeunes bacheliers s'orientaient vers les sciences à la rentrée 1999, on assiste, depuis 5 ans, à une désaffection des filières scientifiques. Les explications à ce phénomène sont diverses, notamment la préférence pour les secteurs tertiaire et informatique ou encore la méconnaissance de l'industrie. Néanmoins, l'Éducation nationale vient d'annoncer une augmentation de 4 % de nouveaux inscrits en sciences de la matière (soit 30 000) à la rentrée 2000.

Les universités françaises ont la particularité d'offrir une formation théorique généraliste, permettant d'acquérir des capacités de raisonnement et d'argumentation quelque soit la discipline choisie. Avant de s'engager dans des études de chimie spécialisées, il faudra acquérir de solides connaissances en mathématiques, physique ou mécanique. Les facultés se transforment, elles s'adaptent à l'internationalisation et à l'évolution du secteur de la chimie. Les formations professionnalisées sont de plus en plus nombreuses, l'harmonisation européenne se met en place tandis que le système du « 3-5-8 » semble déjà être adopté par les étudiants.

### Les filières universitaires « classiques »

Traditionnellement, les bacheliers s'engagent dans un 1<sup>er</sup> cycle universitaire pour 2 ans et décrochent le Diplôme d'Études Universitaires Généralisées (DEUG). Puis, ils entreprennent un 2<sup>e</sup> cycle qui dure également 2 ans, chaque année étant sanctionnée par un diplôme : la licence puis la maîtrise.

### Le DEUG : un diplôme tremplin vers la poursuite d'études

L'entrée à l'université n'est pas sélective au niveau du DEUG. Les bacheliers ayant une prédilection pour les sciences, qu'ils soient titulaires d'un bac scientifique, technologique ou même professionnel, ont le choix parmi 6 mentions du DEUG Sciences et Technologies :

- Mathématiques Appliquées aux Sciences Sociales (MASS),
- Mathématiques, Informatique, et Application aux Sciences (MIAS),
- Sciences de la Terre et de l'Univers (STU),
- Sciences et Technologies Pour l'Ingénieur (STPI) : 899 diplômés en 1998,
- Sciences de la Vie (SV) : 12 575 diplômés en 1998,

### Petit mémo indispensable

<b>DEUG :</b>	Diplôme d'Études Universitaires Généralisées
<b>IUP :</b>	Instituts Universitaires Professionnalisés
<b>LEUP :</b>	Licence d'Études Universitaires Professionnalisées
<b>MEUP :</b>	Maîtrise d'Études Universitaires Professionnalisées
<b>MST :</b>	Maîtrise de Sciences et Techniques
<b>DEA :</b>	Diplôme d'Études Approfondies
<b>DESS :</b>	Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées
<b>DU :</b>	Diplôme d'Université
<b>NFI :</b>	Nouvelles Formations d'Ingénieurs
<b>IUT :</b>	Institut Universitaire de Technologie
<b>CAPES :</b>	Certificat d'Aptitude au Professorat de l'Enseignement du 2 <sup>nd</sup> degré
<b>CAPET :</b>	Certificat d'Aptitude au Professorat de l'Enseignement Technique
<b>CAPLP2 :</b>	Certificat d'Aptitude au Professorat de Lycées Professionnels de 2 <sup>e</sup> grade
<b>CNED :</b>	Centre National d'Enseignement à Distance
<b>UIC :</b>	Union des Industries Chimiques
<b>CNRS :</b>	Centre National de la Recherche Scientifique
<b>INRA :</b>	Institut National de la Recherche Agronomique
<b>Céreq :</b>	Centre d'études et de recherche sur les qualifications
<b>Cneser :</b>	Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche
<b>IFP :</b>	Institut Français du Pétrole

\* L'Actualité Chimique, 250 rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : 01 55 42 80 57. Fax : 01 46 33 21 06.  
E-mail : bléneau@edpsciences.org



## C@mpus sciences : le DEUG en ligne et à distance

Six universités ont répondu à un appel d'offres lancé par le ministère de l'Éducation nationale pour la création d'un campus numérique scientifique. Elles se sont fédérées autour du CNED pour organiser un enseignement à distance du DEUG sciences. Plusieurs modalités sont actuellement à l'étude : la remise à niveau et le complément présentiel par exemple. A la rentrée 2001, des enseignements médiatisés et des services d'accompagnement à distance seront en place. Le plus difficile est d'établir un programme commun à toutes les universités qui avaient déjà chacune leurs enseignements en ligne, à l'instar du *programme Tess* de l'université Joseph Fourier de Grenoble. Seuls les examens et les TP nécessiteraient une présence même si des expériences pilotes sont menées à distance pour remplacer les TP, notamment des simulations et manipulations de robots. « *D'ici 2 ans, on espère un fonctionnement cohérent de l'ensemble du programme* », nous a confié Cédric D'Ham, coordinateur du programme C@mpus sciences à l'université de Grenoble.

[www.ujf-grenoble.fr/tess](http://www.ujf-grenoble.fr/tess)  
[www.campusciences.net](http://www.campusciences.net)

- Sciences de la Matière (SM) : 8 022 diplômés en 1998.

Pour ceux qui se prédestinent à la chimie, il est clair qu'il convient de choisir le **DEUG SM**. Les enseignements fondamentaux y abordent les thèmes suivants :

- Électromagnétisme, mécanique, génie mécanique, phénomènes ondulatoires, optique, électronique-électrotechnique-automatique, thermodynamique,
- Chimie-physique, chimie organique et inorganique,
- Mathématiques et informatique.

Par ailleurs, les étudiants doivent choisir une option parmi : sciences de la Terre, génie civil, technologie mécanique, génie des procédés, biologie ou biochimie.

Le DEUG SV contient des enseignements de chimie plutôt orientés vers la biologie. Le DEUG STPI, dont le succès est croissant, comporte un peu de chimie mais présente l'avantage d'être très appliqué, imposant un stage dans un environnement industriel et la réalisation de 2 projets.

Les enseignements du DEUG sont répartis sur un minimum de 1 100 heures parmi lesquelles on compte 100 heures de travaux pratiques (TP) et la

plupart du temps, l'approfondissement d'une langue vivante (en général, l'anglais).

**Patrick Fauconnier**, professeur agrégé et responsable de la 1<sup>ère</sup> année de DEUG Sciences à l'université de Marne-la-Vallée : « *Au niveau des TP, nous avons essayé de mettre en place des enseignements où l'on mélange recherche documentaire et réalisation d'expériences. Dès le second semestre de la 2<sup>e</sup> année, les étudiants apprennent à tenir un cahier de laboratoire. On observe des initiatives positives de la part des enseignants. Cependant, je pense que les TP ne sont pas assez valorisés. Cette partie est trop souvent dissociée des autres enseignements et les personnes impliquées sont la plupart du temps coupées de tout projet pédagogique* ».

De nombreuses universités mettent en place des innovations pédagogiques. Des aménagements sont possibles, et certains établissements proposent des DEUG échelonnés sur 3 ans. A l'université d'Orsay, une centaine d'étudiants entreprennent un 1<sup>er</sup> semestre de DEUG dans une filière scientifique générale dite SIG où les enseignements se font sous forme intégrée. Cette filière concerne des jeunes qui hésitent entre biologie, physique ou chimie : ils ont un emploi du temps plus chargé (ce qui justifie des cours en petits groupes) et décident de leur orientation au bout de 8 semaines. Un autre exemple est celui de Marne-la-Vallée où, depuis 6 ans, un système de tutorat est instauré : les jeunes bacheliers qui le souhaitent peuvent rentrer 15 jours avant le début des cours. Treize heures par semaine, ils effectuent des révisions de Terminale et s'initient à la recherche documentaire. Par ailleurs, au niveau du DEUG SM, un tiers des groupes de travaux dirigés (TD) fonctionnent en « cours/TD » et le même enseignant prend en charge à la fois cours et TD.

En 1999, le taux de réussite au DEUG sciences, était de 82,1 % parmi lesquels 39,4 % d'étudiants avaient obtenu leur diplôme en 2 ans et 30,6 % en 3 ans. Il semblerait que les filières où l'enseignement est intégré obtiennent de meilleurs résultats.

Les étudiants qui sortent des lycées sont confrontés au « régime fac » : les cours « d'amphi » ne sont pas obligatoires et les devoirs sont parfois facultatifs. « *Le principal problème des bacheliers qui s'engagent dans la filière du DEUG est celui de l'ardeur qu'ils manifestent pour le travail. Nous sommes face à une génération d'étudiants qui a du mal à bâtir un raisonnement, à argumenter, mais aussi à se projeter dans une formation. Il faut faire comprendre aux étudiants que, certes, ils sont dans une logique où ils vont peu à peu se spécialiser mais*



que, malgré tout, ils ont besoin d'acquérir une culture scientifique » (Patrick Fauconnier). Si le rythme change radicalement et que l'adaptation est parfois difficile, l'université permet d'acquérir une indépendance et une autonomie certaines dans le travail. C'est le raisonnement scientifique et l'acquisition de bonnes bases théoriques qu'on y privilégie.

Le DEUG ne constitue pas une finalité et reste une passerelle vers la poursuite d'études. Beaucoup d'étudiants s'engagent vers un second cycle universitaire. Le devenir des diplômés du DEUG SM est très variable, mais malgré tout, il y a un équilibre entre le choix de la physique ou de la chimie en licence. Les meilleurs tentent d'intégrer les écoles d'ingénieurs. Soulignons que plusieurs universités proposent des formations d'ingénieurs : CUST à Clermont, ENSIL à Limoges, ISTIL à Lyon, ISIM à Montpellier, ISITEM Matériaux à Nantes, Institut Galilée à Paris et ESIREM à Dijon. Ces écoles sont internes aux universités et habilitées par la Commission des Titres. Elles sont regroupées au sein du réseau *Archimède* qui rassemble 38 écoles pour 82 spécialités technologiques (elles recrutent sur le concours e3a). Les Nouvelles Formations d'Ingénieurs (NFI) qui existent notamment à Orsay, sont ouvertes aux titulaires d'un bac S ou STL et permettent d'obtenir un diplôme d'ingénieur après 5 années d'études en alternance université/entreprise.

## Licence et maîtrise : une solide formation généraliste à bac + 4

C'est avec la **licence**, diplôme national de niveau II, que les étudiants entament leur second cycle universitaire. Elle comprend entre 250 et 300 heures d'enseignements fondamentaux auxquelles s'ajoutent 150 heures d'enseignements portant sur l'option choisie, et 100 heures de TP. De plus, une cinquantaine d'heures sont prévues pour l'enseignement des langues et pour un travail d'étude et de recherche (sous forme de projet, d'étude bibliographique ou d'un travail expérimental faisant l'objet de rapports et de soutenances).

On recense 2 types de licences qui conviennent aux futurs chimistes issus du DEUG SM :

- La **licence de chimie** comprend des enseignements portant sur les matières suivantes : mécanique quantique, liaisons chimiques, thermodynamique, chimie organique, chimie inorganique, chimie analytique, électrochimie, chimie des polymères et au moins un grand domaine de la chimie et de ses applications (chimie

métallurgique, biochimie, géochimie, chimie de l'environnement...).

- La **licence de chimie-physique** aborde, en plus de nombreux enseignements communs avec la précédente, les méthodes physico-chimiques d'analyse et la physico-chimie des matériaux.
- Chacune de ces licences prévoit une formation aux procédés mathématiques et physiques ainsi que l'exploitation des méthodes informatiques.
- Les étudiants peuvent aussi s'inscrire en **licence de biochimie** ou de **génie des procédés** qui proposent des cours de chimie mais avec un volume horaire moindre. D'autre part, la **licence de sciences physiques** peut être assortie d'une mention chimie.

A partir d'octobre 2001, l'université du Mans proposera une préparation en ligne à la licence de chimie. Chaque semaine, un programme de travail sera fourni sous forme de fichiers et l'échange entre le professeur et l'étudiant se fera via une messagerie électronique. Les TP seront répartis sur 2 semaines dans l'année et les examens seront identiques à ceux des étudiants présents à l'université.

Pour en savoir plus : [www.univ-lemans.fr/enseignements/chimie/01/lead/lead.html](http://www.univ-lemans.fr/enseignements/chimie/01/lead/lead.html)

Généralement, les études ne s'arrêtent pas à ce niveau bac + 3. Elles se poursuivent en **maîtrise** et il y a continuité dans le contenu des enseignements. On retrouve donc logiquement les **maîtrises de chimie** et de **chimie-physique**. De plus, il existe la **maîtrise de sciences des matériaux** qui aborde les propriétés chimiques, physiques et mécaniques des matériaux, les procédés d'élaboration de ceux-ci ainsi que le contrôle de la qualité. La maîtrise comptabilise les mêmes volumes horaires que la licence avec toujours 100 heures de TP. Par ailleurs, un grand nombre d'universités imposent un stage en entreprise de plusieurs semaines pour valider ce diplôme.

Nombre de diplômés en 1998	Licence	Maîtrise
Chimie	2 413	2 011
Chimie-physique	540	417
Biochimie	2 227	1 890
Génie des procédés	82	76
Sciences des matériaux	=	104
<b>Total</b>	<b>5 262</b>	<b>4 498</b>

La maîtrise constitue un aboutissement ; elle implique nécessairement le choix personnel d'un projet professionnel : vie active, DEA, DESS, DU...

A côté des parcours « classiques » de l'université, il existe des **magistères**, formations d'excellence,



## Quatre questions à Lydia Bonazzola, professeur en licence de chimie à l'université d'Orsay

### • Quels sont les efforts de l'université pour l'internationalisation de ses étudiants ?

« Le programme Erasmus [programme d'échange européen] marche très fort, non pas au niveau du 1<sup>er</sup> cycle mais du 2<sup>e</sup>. La licence de chimie est beaucoup moins internationale que celle de physique fondamentale. Nous recevons des grecs qui ont beaucoup de difficultés, des allemands qui s'adaptent très bien et des anglais qui, s'ils sont bons sur le plan expérimental, ont des difficultés sur le plan théorique. Chaque année, sur une promotion d'environ 100 étudiants, c'est 5 à 10 % qui partent à l'étranger. On les pousse beaucoup à partir, notamment pour le stage de 2 mois en entreprise de fin de maîtrise de chimie. De même en licence de physique-chimie, il y a un stage obligatoire d'un mois et demi. En magistère de physico-chimie moléculaire, il y a des stages en 1<sup>ère</sup> et 2<sup>e</sup> année, en plus de la filière industrielle dans laquelle un stage de 6 mois est obligatoire en 3<sup>e</sup> année. En général, ça se passe bien et les étudiants sont contents de cette expérience ».

### • Quelle coopération y-a-t-il entre universitaires et industriels ?

« Au niveau de notre laboratoire de recherche, nous signons des contrats avec les entreprises. Quant aux étudiants, ils doivent faire leur stage de maîtrise en entreprise. Les jeunes ont des tuteurs à l'université qui font le lien avec les professionnels. On peut dire qu'il y a une collaboration dans ce sens-là puisqu'il y a des contacts entre les enseignants et les personnes de l'entreprise. Ces contacts sont plus nombreux qu'avant.

Un autre système est mis en place mais reste assez discret pour le moment : ce sont les postes de PAST (professeur associé à statut temporaire). A Orsay, Philippe Ungerer travaille à l'IFP la moitié de son temps et gère la filière industrielle de l'université ».

### • Le 23 avril dernier, Jack Lang, ministre de l'Éducation nationale, a présenté devant le Cneser une réforme visant à généraliser le système de modules capitalisables : ces « unités de compte communes » ou ECTS pour European Credit Transfer System. Qu'en pensez-vous ?

« Je pense que ce système de modules capitalisables est difficile à réaliser en sciences. Autant en lettres, on peut très bien faire de la géographie, de l'histoire... dans un ordre quelconque. En sciences, il y a une continuité. On observe des difficultés en ce moment en licence puisqu'on récupère au mois de février des étudiants qui sortent du DEUG (jusqu'à cette année, il était encore possible de redoubler un semestre de DEUG). Quand ils arrivent, il leur manque les acquis du 1<sup>er</sup> semestre et c'est assez difficile pour eux. A part ça, on parle beaucoup de l'harmonisation européenne, mais on ferait mieux de supprimer le lobby des grandes écoles qui n'existe pas dans les autres pays d'Europe et qui est typiquement un phénomène français ».

### • Quels sont les différents statuts des personnels enseignants de l'université ?

« Hormis les enseignants titulaires, il y a ceux qu'on appelle les AMN. Ce sont des étudiants normiens qui doivent faire de l'enseignement pour valider leur agrégation. On trouve aussi des moniteurs : des personnes qui ont eu leur DEA dans de bonnes conditions et qui peuvent faire de l'enseignement. Cela leur donne une expérience pour ensuite postuler au statut de maître de conférence. Il y a également les ATER (attaché temporaire d'enseignement et de recherche). On retrouve donc une foule de personnes capables d'enseigner et à qui l'on doit donner des heures. En ce moment, le problème serait plutôt d'occuper tout le monde ».

réservées aux meilleurs. Il s'agit de diplômes d'universités qui s'effectuent en 3 ans à partir d'un niveau bac + 2. Au fil des années, les étudiants obtiennent une licence, une maîtrise puis un DEA. Pour la chimie, on distingue le magistère interuniversitaire de chimie de la région parisienne auquel participent les universités Paris VI, VII et XI ainsi que l'École Normale Supérieure d'Ulm-Sèvres. Citons également les magistères de chimie

à Grenoble, de chimie-biologie à Strasbourg et enfin de physico-chimie moléculaire à Orsay avec l'ENS Cachan.

## Les formations professionnalisées de chimie à l'université

L'enseignement supérieur français évolue et met en place des formations avec les professionnels pour



# ENSEIGNEMENT

répondre le mieux possible aux attentes des secteurs public et privé. Ces dernières années, l'ampleur de ces filières est croissante. Une convention générale de coopération a été signée le 23 novembre 2000 entre le ministère de l'Éducation nationale et l'Union des Industries Chimiques avec notamment pour objectif de suivre la formation professionnelle et l'évolution des diplômés.

Dans l'article sur les formations courtes (*L'Act. Chim.*, mai 2001, p. 30), nous avons déjà évoqué **DEUST** et **licences professionnelles** qui sont typiquement des diplômés à vocation professionnalisante, formant des techniciens supérieurs.

## Les Instituts Universitaires Professionnalisés (IUP)

Depuis leur création il y a 10 ans et leurs débuts délicats, les IUP ont acquis une solide réputation. Pendant 3 ans, ces établissements offrent une formation axée vers le monde de l'entreprise. Ils sont accessibles aux étudiants ayant effectué une 1<sup>ère</sup> année de DEUG et chaque année est sanctionnée d'un diplôme d'IUP : le DEUG, la licence (LEUP) et enfin la maîtrise (MEUP), très souvent accompagnée du titre d'**ingénieur-maître**. Cette appellation a fait l'objet d'après discussions au départ ; de même que le choix du terme IUP a été contesté, car trop proche de celui d'IUT.

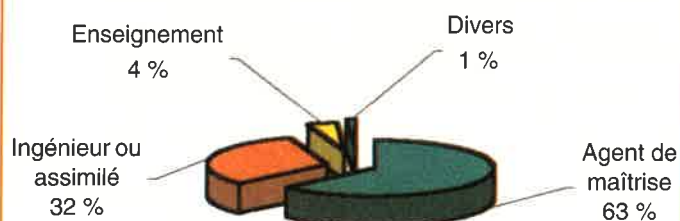
Les IUP du secteur secondaire doivent dispenser 2 100 heures de cours dont 50 % sont

professionnels, les étudiants suivent 150 heures de gestion et de communication par an. Mais surtout, le cursus impose un minimum de 20 semaines de stages sur les 3 ans ainsi que la réalisation d'un projet professionnel. 150 heures annuelles sont réservées à l'enseignement d'une langue étrangère. En 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> années, le volume horaire frise les 800 heures, beaucoup plus que pour une licence ou une maîtrise traditionnelles.

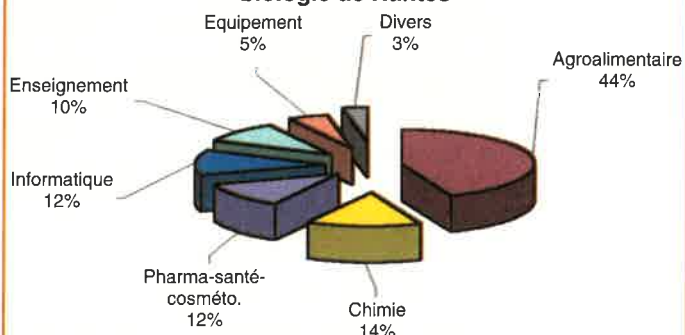
En 1998, on comptait 179 étudiants diplômés des IUP de génie chimique, 159 en génie des matériaux et 883 en génie des systèmes industriels. Mis à part la petite dizaine d'IUP de génie des matériaux, on ne dénombre que 4 IUP spécialisés dans la chimie. Deux d'entre eux font office de « pionniers » : l'IUP de chimie appliquée d'Orléans créé en 1991 et l'IUP de chimie-biologie de Nantes qui a ouvert ses portes en 1992. L'IUP « Arômes, parfums, cosmétique et molécules bioactives » s'est ouvert en octobre dernier à Montpellier, tandis qu'à Poitiers, où il existe déjà un IUP de génie des matériaux, un nouvel IUP spécialisé en chimie analytique naîtra en octobre 2001.

Les enquêtes du Céreq ont montré qu'en 1999, la moitié des diplômés d'IUP industriels accédait à des postes ingénieurs. Ceci explique leurs salaires relativement élevés et leur insertion favorable. Nombre d'entre eux prolongent leur cursus par un DESS ou par un Diplôme de Recherche Technologique (DRT) au sein des IUP.

Types d'emplois occupés en 1999 par 332 étudiants issus des 4 premières promotions de l'IUP chimie-biologie de Nantes



Domaines d'activités des anciens de l'IUP de chimie biologie de Nantes







**Patrick Rollin**, directeur et **Luc Morin-Allory**, directeur de recrutement de l'IUP de chimie appliquée d'Orléans

• **Comment s'effectue le recrutement dans votre IUP ?**

**P.R.** : « Nous recrutons essentiellement à bac + 1 des étudiants qui ont suivi une 1<sup>ère</sup> année de DEUG avec succès (principalement de la filière SM), mais aussi d'anciens élèves des classes préparatoires ou encore des jeunes issus des études de médecine ou de pharmacie. Pour un effectif de 48 places, on a reçu jusqu'à 550 candidatures, le taux de sélection avoisine donc les 10 %. A l'entrée en 2<sup>e</sup> année, nous recrutons quelques étudiants diplômés d'un DUT de chimie mais nous n'avons jamais plus de 5 ou 6 places pour souvent quelques 350 dossiers. Nous sommes très féminins dans notre recrutement, nous avons eu des promotions à 75 % de filles. C'est simplement parce qu'elles présentent en général de meilleurs dossiers de candidature. Le recrutement est relativement bien perfectionné ; on a un tri informatique préliminaire puis décision d'une commission mixte en présence des industriels ».

• **Quelle est votre part de collaboration avec la profession et dans quelle mesure les industriels interviennent-ils dans les projets pédagogiques ?**

**P.R.** : « Au départ, l'UIC était l'interlocuteur qu'on nous avait imposé dans la mesure où le rapporteur de notre habilitation initiale était le DRH de Rhône-Poulenc. Cependant, malgré notre volonté de définir une image claire au sein de l'université, l'UIC craignait une concurrence déloyale des IUP par rapport aux écoles d'ingénieurs classiques. Nous avons assis notre IUP sur de la recherche et nous avons sollicité tous les chimistes de la région pour leur demander de produire un projet pédagogique. Ainsi, nous sommes parvenus à 3 options : chimie organique, chimie analytique et chimie des matériaux. Au-delà des enseignants universitaires « classiques », des personnes viennent des organismes publics de recherche (comme l'INRA ou le CNRS) et quelques intervenants industriels se déplacent.

Ensuite, nous nous sommes aperçus que notre IUP intéressait plutôt le domaine de la pharmacie, des cosmétiques, des matériaux. De plus, nous avons créé des liens avec des entreprises pilotes au niveau de l'environnement (par exemple, Elf a une société exploration-production qui met en œuvre la politique de réhabilitation des sites industriels). Une charte des IUP a été établie, qui imposait au départ 50 % d'enseignements par les professionnels ; mais on a ramené ça à 30 %.

Les IUP ont été créés, je crois, pour homogénéiser les formations professionnelles de l'université et éviter les MST. Par rapport aux écoles d'ingénieurs, nous n'avons pas le même niveau de recrutement ni les mêmes objectifs. Ce que nous voulons, c'est mettre des gens opérationnels à bac + 4, à un niveau intermédiaire entre technicien supérieur et ingénieur ».

• **Quelles sont les qualités démontrées par les universitaires par rapport aux élèves ingénieurs ?**

**L.M.A.** : « Lorsqu'on entre dans les écoles, on a tendance à croire que tout est déjà fait. Franchement, nos étudiants ne passent pas ici 3 années agréables. On a une vue moins théorique sur la chimie, on essaie d'être relativement pragmatiques, de les faire travailler sur des projets. Nous préférons insister sur les 30 % de formation non scientifique qui, pour nous, sont fondamentales. Sur le plan pratique, ils sont beaucoup plus encadrés que les étudiants standards de l'université. On constate que nos élèves, quelque soient leurs niveaux académiques, s'en sortent plutôt bien dans un stage pratique. On sent que les étudiants passent leurs 2 ans et demi à préparer un stage de longue durée qui va terminer leur cursus ».

• **Comment démontrez-vous votre ouverture à l'international ?**

**L.M.A.** : « La moitié de nos stages se font à l'étranger, ce qui est rare dans une formation scientifique, et c'est une véritable motivation pour les étudiants. Ça se passe très rarement via des programmes Erasmus ; par contre, ils bénéficient de bourses Leonardo, à savoir des bourses pour des stages industriels en Europe. Chacun des acteurs de l'IUP a amené son réseau international, essentiellement d'Europe du Nord (surtout en Allemagne et en Suisse). Les stages en Amérique du Nord coûtent relativement cher, de même en Australie ou en Chine. Le stage se déroule du 1<sup>er</sup> février au 31 juillet, mais nous sommes en train de changer pour effectuer le stage en début de troisième année, c'est-à-dire du 1<sup>er</sup> septembre au 15 février. Ils reviendront donc pour 5 ou 6 mois de cours. Ce changement est le résultat direct du « 3-5-8 » : il y a 3 ou 4 ans, nous n'avions que 30 à 40 % de nos étudiants qui poursuivaient



# ENSEIGNEMENT

à bac + 5. L'année dernière, ils étaient 90 %. Ils ont parfaitement compris le message « 3-5-8 » et s'engagent dans des DESS. C'est dans cette optique là qu'on a placé le stage professionnel en début de 3<sup>e</sup> année, en harmonie avec un stage de DESS à la fin d'une 4<sup>e</sup> année. Pendant un moment, on a même cru que les DESS seraient intégrés dans les IUP.

80 % de nos étudiants sont extérieurs à la région Centre, ils ont donc déjà fait une 1<sup>ère</sup> rupture avec la famille et sont prêts à repartir. Du point de vue géographique, on a des « viviers » : Bretagne, Pays de Loire, Ile-de-France. Les étudiants sont très hétérogènes et ils sont obligés d'utiliser les compétences des autres pour s'en sortir. Ils apprennent à communiquer entre eux. De plus, chaque élève de 1<sup>ère</sup> année a un parrain de 2<sup>e</sup> année et un tuteur enseignant ».

## • Quelles perspectives sont offertes aux ingénieurs-maîtres ?

**P.R. :** « Un certain nombre de PME embauchent nos élèves, plutôt que les grosses sociétés qui fonctionnent sur une ligne de recrutement « classique ». Pour les PME, nos étudiants sont moins chers que les élèves ingénieurs, ils sont aussi plus adaptables et corvéables. Et puis, ils sont capables de lire de la littérature scientifique et de l'interpréter, ce qui est important pour une petite société qui n'a pas de structure de recherche. Je veux que mes étudiants soient concepteurs ou réalisateurs de projets, et pas simplement des exécutants. Chez les anciens élèves, on distingue bien 2 populations : ceux qui ont réussi à passer cadres et ceux qui sont restés à un niveau technicien supérieur, un petit peu mieux et plus ouvert qu'un DUT.

Soulignons que notre recrutement est très hétérogène du point de vue socioculturel, à l'inverse des écoles d'ingénieurs. Francis Lartigue, le président de l'assemblée des directeurs d'IUP, aime employer le terme « d'ascenseur social » pour qualifier les IUP ».

## Les maîtrises de Sciences et Techniques (MST)

Les MST se préparent après un bac + 2 (DEUG ou BTS/DUT) et durent 2 ans. Aucun diplôme n'est délivré au terme de la 1<sup>ère</sup> année. Cette formation spécialisée comporte des enseignements fondamentaux et technologiques, complétés par un stage de fin de 2<sup>e</sup> année. Les effectifs y sont réduits et un certain nombre d'enseignements sont assurés par des professionnels.

Nous avons interrogé **Catherine Malhiac**, responsable pédagogique de l'option arômes et parfums de la MST CIC du Havre :

« La MST ARPA (ARômes et PARfums) a été créée en 1989. Depuis 1985, les filières cosmétique et relation, structure et activité ont été ajoutées ; la MST est alors devenue CIC pour Chimie et Industries Connexes. En 1996, on a mis en place une option chimie et gestion de l'environnement. Chacune des filières accueille 16 étudiants pendant 2 ans, avec une sélection sur dossier à l'entrée. Quelque soit l'option choisie, il y a une formation généraliste et une partie d'enseignement spécialisé dans laquelle les professionnels doivent participer à 25 %. Un stage de 3 mois dans

l'industrie est obligatoire en 2<sup>e</sup> année. Par ailleurs, les étudiants assistent à des conférences spécialisées qui visent à leur amener une

## Les MST dans le domaine de la chimie

<b>Aix-Marseille</b>	Méthodes et valorisation de la chimie fine Analyse, contrôle et génie des matériaux Génie des transformations de la matière et de l'environnement
<b>Angers</b>	Gestion de l'environnement ; étude et traitements des pollutions
<b>Dijon</b>	Contrôle et analyse chimiques
<b>La Réunion</b>	Valorisation chimique et biologique du végétal
<b>Le Havre</b>	Chimie et industries connexes Options : - chimie et gestion des entreprises : droit des affaires - synthèse organique et relation structure activité - cosmétologie - chimie des arômes et des parfums
<b>Lille</b>	Physico-chimie et économie de l'énergétique
<b>Lyon</b>	Chimie et biologie végétale
<b>Metz</b>	Matériaux et contrôles
<b>Pau</b>	Mesures et traitement des pollutions et nuisances
<b>Rouen</b>	Contrôle et emploi des matériaux
<b>Saint-Étienne</b>	Technologie et transformation des matières plastiques
<b>Toulouse</b>	Procédés physico-chimiques
<b>Valenciennes</b>	Fabrication et utilisation de matériaux nouveaux
<b>Versailles</b>	Industries de la parfumerie, de la cosmétique et de l'aromatique alimentaire



*connaissance du milieu industriel, par exemple sur le contrôle qualité des crèmes et parfums. Dans l'option ARPA que je gère, les étudiants apprennent les matières de base en chimie (chimie organique, cinétique, chimie inorganique...), mais ils étudient aussi l'analyse sensorielle (pour apprendre à décortiquer et à reconnaître une odeur), ils ont un cours spécifique sur les huiles essentielles et les techniques d'analyses spécifiques à ce domaine (essentiellement de la chromatographie en phase gazeuse). Par ailleurs, ils acquièrent des notions de dermatologie et d'allergologie qui sont indispensables pour aborder leur métier ».*

Le Céreq a montré que ce sont les chimistes qui souffrent le plus des restructurations des grandes entreprises du secteur, ce qui se traduit par un blocage des recrutements. Les salaires des chimistes sont, par conséquent, moins élevés que ceux des diplômés des autres formations scientifiques. Cela est plutôt surprenant puisque les chimistes (tout comme les biologistes) ont des perspectives de carrières dans des industries très diverses : agroalimentaire, chimie, pharmacie... Un tiers d'entre eux s'oriente vers l'enseignement.

## Les IUFM : devenir professeur de chimie

Les Instituts Universitaires de Formation des Maîtres (IUFM) restent le passage obligé de tous ceux qui se destinent à l'enseignement dans les 1<sup>er</sup> et 2<sup>nd</sup> degrés. Les diplômes préparés y sont nombreux : le CAPES pour enseigner dans les collèges et lycées, le CAPET pour l'enseignement technologique, ou encore le CAPLP2 pour l'enseignement dans les établissements professionnels.

Ce sont tout autant de diplômes à préparer que de concours à passer avec une sélection redoutable.

Les chimistes qui désirent enseigner leur discipline devront également enseigner la physique. En effet, c'est le **CAPES de physique-chimie** qu'ils devront décrocher. Pour intégrer la 1<sup>ère</sup> année, le niveau licence est requis et, pour ce CAPES, c'est la licence de sciences physiques qui est la mieux adaptée au programme du concours. La sélection se fait donc sur dossier pour l'entrée en 1<sup>ère</sup> année d'IUFM. Cette année consiste en la préparation au concours et se fait conjointement entre les universités et les IUFM qui s'occupent notamment d'organiser les stages. Elle vise à faire acquérir aux futurs professeurs des collèges et lycées une excellente maîtrise de la discipline choisie. Deux étapes jalonnent le concours : des épreuves écrites d'admissibilité et des oraux pour l'admission.

En 1<sup>ère</sup> année, on compte 44 % de femmes. Au CAPES externe 2000 de sciences physiques, il y avait 620 postes pour 4 731 inscrits (dont 78 % présents à l'examen écrit), soit 16,8 % d'admis par rapport aux candidats présents. D'autre part, les enseignants non titulaires mais ayant un contrat avec l'État ont la possibilité de tenter le CAPES en interne après 3 ans d'ancienneté. Les chances de réussite sont alors un peu plus élevées.

En 2<sup>e</sup> année d'IUFM, les étudiants acquièrent le statut de professeurs stagiaires et sont rémunérés. A la fin de cette ultime année, la certification permet la titularisation dans la fonction publique.

L'**agrégation de sciences physiques option chimie** permet également d'enseigner dans le secondaire, voire dans le supérieur. Il s'agit aussi d'un concours avec le même type d'épreuves. En 2000, il y avait 68 places pour 885 inscrits.



Photo: Bernard Braesch. DR.



# ENSEIGNEMENT

## Sources

- *Les flux de diplômés de l'enseignement supérieur pour les métiers de la chimie : bac à bac + 8, évolution de 1996 à 98, édition 2000* (UIC et ministère de l'Éducation nationale).
- *Les Notes d'informations* du ministère de l'Éducation nationale : 00.15 décembre ; 01.05 février ; 01.09 février ; 01.11 février.
- Daniel Martinelli et Mickaële Molinari, *Céreq : l'insertion professionnelle en 1999 des diplômés de l'enseignement supérieur*, n° 150, juin 2000.
- Agnès Morel, 1991-2001 : la décennie IUP (1<sup>ère</sup> partie), *La lettre de l'étudiant*, n° 588, lundi 21 mai 2001.

## Remerciements

Nous remercions Nicole Leray et toutes les personnes interviewées.

## Rectificatif

Dans notre précédent article sur les BTS, DUT et licences professionnelles, nous avons interviewés Lydia Bonazzola et Dominique Leclercq (et non Lilia et D. Leclerc).

### Des adresses pour naviguer

[www.sfc.fr](http://www.sfc.fr)

[www.education.gouv.fr](http://www.education.gouv.fr)



Campus de Jussieu. Photo : Alain Jeanne Michaud. DR.



## Synthèse du tri-(acétylacétonato)fer(III)

Nicolas Cheymol\*, professeur en classes préparatoires

Ce TP est proposé aux élèves de classes préparatoires de première année, option physique-chimie. Il permet de présenter la chimie des complexes de coordination. La synthèse ne présente pas de difficulté. Cependant, l'acétylacétone est un composé toxique qu'il convient de manipuler sous hotte. Afin de diminuer les risques de cette manipulation et le coût, les élèves travaillent avec de faibles quantités de réactifs (microchimie). On obtient entre 400 et 700 mg de produit brut. La purification s'effectue par recristallisation dans le propan-2-ol. La détermination de la température de fusion permet de juger de la pureté du produit obtenu. Toute la manipulation dure au maximum 1 h 30.

### Introduction

Les complexes de coordination sont constitués d'un atome ou ion central métallique entouré de molécules, anions ou atomes appelés ligands. L'atome ou ion central est un acide de Lewis (c'est-à-dire un accepteur de doublets d'électrons) qui accepte des doublets électroniques des ligands qui sont des bases de Lewis. Ces complexes sont très présents, aussi bien dans la nature (hémoglobine du sang, chlorophylle des plantes, vitamine B-12) que dans l'industrie (catalyseurs). Le complexe de couleur rouge vif synthétisé est caractérisé par sa température de fusion et son spectre UV-visible.

### La réaction



### Expérience

#### 1) Préparation du complexe $\text{Fe}(\text{acac})_3$

Verser dans un erlenmeyer, contenant un petit barreau aimanté, 540 mg (2 mmoles) de chlorure de fer III hexahydraté ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) et ajouter 5 mL d'eau distillée. Agiter jusqu'à dissolution complète du chlorure de fer(III) sur un agitateur magnétique (n'oubliez pas d'attacher l'erlenmeyer).

Dans un petit bécher, dissoudre 1 g d'acétate de sodium trihydraté dans le minimum d'eau distillée

(agiter à l'aide d'une spatule). Verser cette solution dans l'erlenmeyer.

Sous la hotte, ajouter 1 mL (9,7 mmoles) d'acétylacétone (pentane-2,4-dione) à l'aide d'une pipette graduée de 1 mL munie d'une propipette (ou à l'aide d'un piston distributeur). Couvrir l'erlenmeyer avec du parafilm et laisser agiter à température ambiante pendant 10 minutes.

Récupérer le solide rouge sur fritté en filtrant sous le vide de la trompe à eau. Laver avec 0,5 mL d'eau distillée glacée et laisser sécher sur le fritté. Sécher le solide rouge sur papier filtre. A cette étape, le solide se présente sous forme d'une poudre rouge finement divisée.

#### 2) Recristallisation

Placer le solide dans un petit ballon muni d'un barreau aimanté et d'un réfrigérant et placé au-dessus d'un agitateur magnétique chauffant. Dissoudre, à chaud, dans le minimum de propan-2-ol chaud, la totalité du solide. Pour cela, ajouter le solvant de recristallisation, par petite portion, par le haut du réfrigérant. Laisser la solution refroidir à température ambiante, puis dans un bain de glace. Récupérer les cristaux comme précédemment. Laver et sécher.

Les cristaux se présentent sous forme de paillettes de couleur bordeaux.

#### Caractérisation

Déterminer la température de fusion (180-182 °C dans la littérature).

Tracer le spectre UV-visible (entre 300 et 600 nm) dans le propan-2-ol.

#### Questions posées aux élèves

1. L'acétate de sodium, qui est une base ( $\text{pK}_a(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}/\text{CH}_3\text{CO}_2^-) = 4,9$ ), arrache un des deux protons en  $\alpha$  des deux fonctions cétone de l'acétylacétone ( $\text{pK}_a(\text{acacH}/\text{acac}^-) = 9,0$ ) pour former l'anion acétylacétonate. Écrire l'équation bilan de cette réaction (on donnera une représentation topologique de l'acétylacétone).

2. Justifier le  $\text{pK}_a$  assez faible pour l'acétylacétone.

3. Combien l'ion acétylacétonate peut-il former de liaison avec le métal de transition ? Comment appelle-t-on ce type de ligand ?

4. Représenter dans l'espace le complexe ainsi formé. Justifier la géométrie observée. La molécule est-elle chirale ? Lors de cette synthèse, obtient-on

\* Lycée Janson de Sailly, rue de la Pompe, 75016 Paris. E-mail : nd.cheymol@infonie.fr



# ENSEIGNEMENT LES TRAVAUX PRATIQUES

un mélange racémique ou un composé optiquement actif vis-à-vis de la lumière polarisée ? Justifier.

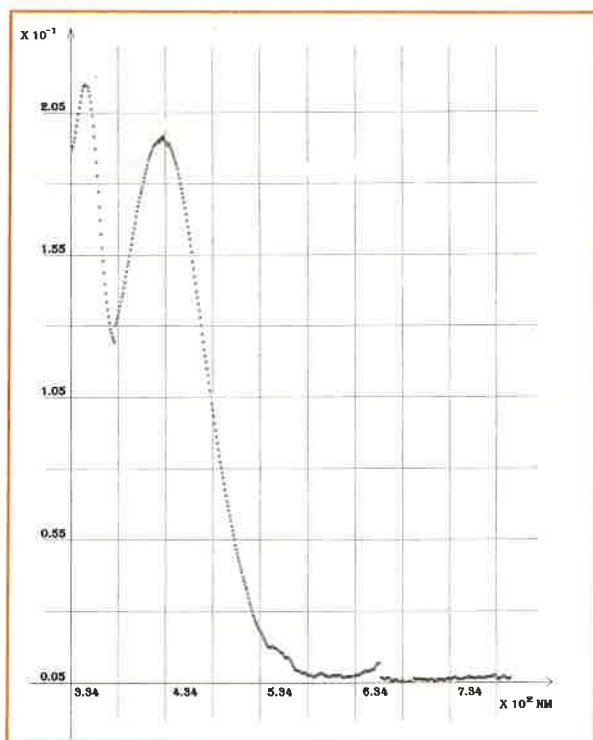
5. Déterminer le rendement de cette synthèse.

## Références

- Cheymol N., Hoff M., *La microchimie, techniques et expériences*, De Boeck Université, 1999.
- Singh M.M., Szafran Z., Pike R.M., *Microscale and selected macroscale experiments for advanced general chemistry, an innovative approach*, Wiley, New York, 1995.

## Résultats pour deux classes

	Masse de produit avant recristallisation, en mg	Masse de produit après recristallisation, en mg	Température de fusion du produit après recristallisation	Rendement
en moyenne	670	440	182	62 %
quantité la plus faible obtenue	300	150		21 %
quantités les plus rencontrées	500-700	350-600		50-85 %



Spectre UV-visible (334-734 nm) dans le propan-2-ol.

### Chers lecteurs, faisons vivre cette rubrique ensemble !

L'objectif de cette nouvelle rubrique est de permettre un échange entre enseignants d'universités, de classes préparatoires aux grandes écoles, de BTS, d'IUT, d'écoles d'ingénieurs et aussi du secondaire. Nous souhaitons publier chaque mois un ou deux protocoles expérimentaux.

**Envoyez nous vos sujets de TP** en chimie analytique, inorganique, organique. Le sujet devra être accompagné d'une courte introduction (niveau du TP, public visé, temps du TP, notions illustrées, techniques employées, commentaires sur le déroulement de la séance, problèmes éventuels, rendement, techniques d'analyse s'il s'agit d'une synthèse et, si possible, les spectres RMN, IR, UV-visible joints au texte). Il faudrait y faire figurer la liste du matériel ainsi que des produits utilisés, le coût de la manipulation (éventuellement), les risques. Il serait intéressant de trouver également les questions relatives à ce TP. Enfin si vous pouvez fournir une bibliographie : origine de la manipulation, complément bibliographique sur la manipulation et son exploitation...

Pour tous renseignements complémentaires n'hésitez pas à nous contacter : [nd.cheymol@infonie.fr](mailto:nd.cheymol@infonie.fr)

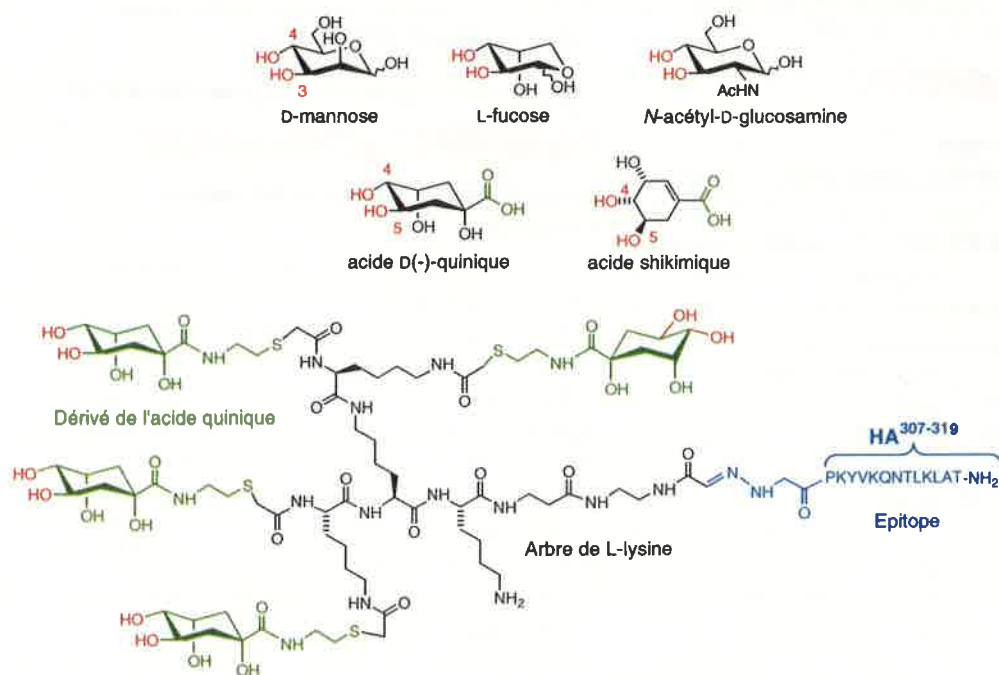
Nicolas Cheymol pour le comité de rédaction

# DÉVELOPPEMENT DE GLYCOMIMÉTIQUES POUR LE CIBLAGE DES CELLULES DENDRITIQUES HUMAINES VIA LE MANNOSE RÉCEPTEUR

Cyrille GRANDJEAN, Gerhild ANGYALOSI, SEDAC-Therapeutics\*

La vectorisation d'antigènes vers les cellules constitue une stratégie vaccinale attrayante (voir *L'Actualité Chimique*, 2001, n°1) : en particulier, la capture d'antigènes, lorsqu'ils présentent de multiples résidus sucrés tels que D-mannose, L-fucose ou *N*-acétyl-D-glucosamine, conduit à une activation particulièrement efficace de la réponse immunitaire par les cellules dendritiques. Dans ce cas, la reconnaissance et l'internalisation des antigènes est médiée par un récepteur membranaire, le mannose récepteur. La liaison au mannose récepteur semble reposer principalement sur la coordination d'un ion calcium par des résidus asparagines et acides glutamiques du domaine de reconnaissance du récepteur et deux fonctions hydroxyles vicinales en conformation (+)-synclinale du ligand (fonctions 3- et 4-OH sur le mannose).

Sur la base de ces hypothèses structurales, les **acides D(-)-quinique et shikimique**, composés naturels disponibles commercialement, ont pu être proposés comme **bioisostères du D-mannose dans l'interaction avec le mannose récepteur** : le cycle pyranosique de l'hydrate de carbone est remplacé par un cyclohexane substitué par une fonction acide carboxylique, ce qui facilite considérablement l'incorporation de ces composés dans des structures dendrimériques stables, présentant la valence nécessaire pour une bonne liaison au récepteur [1,2].



\* SEDAC-Therapeutics - Institut de Biologie de Lille  
1, rue du Professeur Calmette - 59021 Lille Cedex  
www.sedac-therapeutics.com  
Cyrille.Grandjean@sedac-therapeutics.com

[1] Grandjean, C., Angyalosi, G., Loing, E., Adriaenssens, E., Melnyk, O., Pancré, V., Auriault, C., Gras-Masse, H., *ChemBioChem*, 2001, sous presse.

[2] Grandjean, C., Gras-Masse, H., Melnyk, O., *Chem., Eur. J.*, 2001, 7, 230-239.



### Synthèse de l'octanitrocubane : découverte significative pour l'an 2000

Professeur de chimie à l'université de Chicago (États-Unis), Phil Eaton a réussi la synthèse du cubane en 1964. Ce cube de huit atomes de carbone dont chaque angle est occupé par une liaison hydrogène a aussitôt retenu l'attention de l'Armée en raison de son potentiel comme explosif. Les militaires ont donc demandé à Eaton et à son équipe de synthétiser de l'octanitrocubane, une molécule dans laquelle les atomes d'hydrogène seraient remplacés par des composés similaires à ceux du TNT ou de la nitroglycérine, une prouesse technique hors pair que les chercheurs de l'université de Chicago sont parvenus à réaliser. Si les applications militaires de cette molécule sont très prometteuses – il est en effet toujours intéressant de cumuler puissance, légèreté et précision – elles ne seront pas révolutionnaires et ne modifieront en aucun cas le paradigme actuel des armements. En revanche, d'autres équipes de chimistes travaillent déjà sur l'utilisation de l'octanitrocubane dans la fabrication de médicaments antiviraux et de produits chimiques pour l'industrie agroalimentaire. L'American Chemical Society a inclus l'octanitrocubane parmi les découvertes les plus significatives de l'an 2000.

• ADIT-Bulletin Électronique du SST de l'Ambassade de France à Washington, n° 113, 26/06/2001.

### Matériaux intelligents

#### Une peinture antifatigue

Les ouvrages d'art sont dimensionnés de manière à supporter des contraintes maximales mais aussi et surtout pour résister à des contraintes répétées, en général largement inférieures aux contraintes maximales, qui détériorent les structures par la propagation de fissures microscopiques. Ce phénomène de ruine est appelé fatigue. Des chercheurs de l'université de Newcastle (R-U) ont mis au point une peinture qui pourrait permettre de mieux appréhender ce problème en connaissant les vibrations (contraintes faibles mais répétées favorisant les ruptures par fatigue) qui se propagent dans une structure telle un pont. Cette peinture est chargée de particules piézo-électriques, « lead zirconate titanate » (PZT), qui produisent de l'électricité lorsqu'elles sont comprimées ou étirées (comme tout matériau piézo-électrique). En revêtant partiellement un pont de cette peinture, les concepteurs pourraient analyser de manière efficace les vibrations qui se propagent dans la structure en mesurant la tension électrique générée par la peinture, et ainsi connaître précisément le moment où le phénomène de fatigue devient important. Il faut noter que la mesure de contraintes est aujourd'hui faite par des jauges de contraintes et que par conséquent cette peinture peut constituer une autre méthode de mesure.

• ADIT-Bulletin Électronique du SST de l'Ambassade de France au Royaume-Uni, n° 15, mai 2001.  
Référence : *New Scientist*, 12/05/01.

#### Un monocristal moléculaire photostrictif

Un groupe de recherche dirigé par le Pr Masahiro Irie du Engineering Research Department de l'université de Kyushu (Japon) vient de mettre à jour les propriétés de contraction/expansion d'un cristal moléculaire photochromique sous champ lumineux.

Parallèlement à la photochromicité qui modifie la couleur du cristal sous éclairage, les compressions/expansions peuvent être contrôlées au nanomètre près par le choix de la longueur d'onde appropriée. Cette nouvelle propriété devrait bientôt être appliquée à des dispositifs de nanopositionnement. Ces cristaux moléculaires qui modifient leur forme en fonction de la couleur de la lumière font partie du groupe des composés diaryl-éthène connus pour leur photochromicité. Ces cristaux peuvent apparaître sous une grande variété de couleurs sous différentes irradiations ultraviolettes, puis retournent à leur état initial transparent sous lumière visible. L'état « coloré » est relativement stable, il peut se maintenir environ 2 ans à 30 °C et peut aussi être efficace après 10 000 cycles. L'origine des contractions/expansions vient du changement de structure moléculaire que subissent les cristaux sous irradiation.

• ADIT-Bulletin Électronique du SST de l'Ambassade de France au Japon, n° 184, 28/05/2001.  
Référence : *S&T Today*, avril 2001.  
Contact : luc.foubert@diplomatie.gouv.fr (réf. : 184/MAT/793).

### Recherches pharmaceutiques

#### La traque du polymorphisme des cristaux s'intensifie

Il y a trois ans, Abbott Laboratories (North Chicago, États-Unis) a eu la mauvaise surprise de découvrir que la fabrication de Norvir, son médicament contre le SIDA, produisait un composé ayant une structure cristalline différente de celle du produit visé, d'où son inefficacité contre la maladie. L'industrie pharmaceutique redoute ce phénomène, dû au polymorphisme des cristaux, qui peut compromettre le développement de certains produits prometteurs pendant les dernières phases de la recherche. Des sociétés comme MediChem Life Science (Woodridge, États-Unis) ou des universités comme Purdue, le MIT ou l'Illinois Institut of Technology (IIT) se voient donc sollicitées de plus en plus souvent pour venir en aide à l'industrie pharmaceutique. L'IIT projette de fonder un centre de recherche entièrement consacré à l'étude des mécanismes du polymorphisme, s'appuyant sur les techniques radiographiques ultrapuissantes de son voisin, l'Argonne National Laboratory. Pour sa part, MediChem fait appel à la robotique pour déceler ce polymorphisme. Crucial pour le développement et la





stabilité des ventes de médicaments, ce domaine est également important pour l'exploration complète des produits parallèles, susceptibles d'être brevetés indépendamment.

- ADIT-Bulletin Électronique du SST de l'Ambassade de France à Washington, n° 99, 06/06/01.

## Nouveau médicament protecteur du cerveau

Mitsubishi-Tokyo Pharmaceuticals Inc. a annoncé le lancement d'un nouveau médicament protégeant le cerveau des effets des radicaux libres. Ce produit, « Radicut Injection », sera le premier médicament piègeur de radicaux libres. Il permettra d'éliminer les radicaux libres oxygénés du sang des patients ayant subi un infarctus cérébral. La compagnie prévoit également de commencer des essais cliniques aux États-Unis et en Europe.

- ADIT-Bulletin Électronique du SST de l'Ambassade de France au Japon, n° 183, 21/05/2001.  
Référence : *The Nikkei Business Daily*, 23/05/2001.  
Contact : amaud.courtois@diplomatie.fr (réf. : 184/BIO/828).

## Augmentation de la solubilité du taxol

Une équipe de recherche de l'université de Tokyo a développé un moyen d'augmenter significativement la solubilité du taxol, agent anticancéreux connu pour sa faible solubilité dans l'eau. Cette technique utilise un polymère biologiquement compatible qui permet de dissoudre jusqu'à 70 à 80 mg de taxol dans 1 mL d'eau (soit 700 fois plus que la normale). Cette nouvelle technique devrait permettre le développement d'une forme injectable de ce médicament.

- ADIT-Bulletin Électronique du SST de l'Ambassade de France au Japon, n° 185, 05/06/2001.  
Référence : *The Nikkei Business Daily*, 31/05/2001.  
Contact : amaud.courtois@diplomatie.fr (réf. : 185/BIO/832).

## Environnement

### Production d'hydrogène à partir d'eau à haute température

Le Japan Atomic Energy Research Institut (JAERI) mène une étude sur un procédé thermo-chimique qui permet de produire de l'hydrogène à partir d'eau chauffée à plus de 900 °C. Une installation pilote de production d'hydrogène en continu, dont la production est de 50 litres par heure, a été mise en place au centre de recherche Oarai du JAERI (Japon). Le procédé consiste à obtenir de l'hydrogène et de l'oxygène par décomposition thermique des acides iodhydrique et sulfurique obtenus par réaction de l'eau avec de l'iode et des composés soufrés, respectivement. À l'avenir, la chaleur nécessaire pourrait provenir de réacteurs nucléaires à haute température. Le JAERI a déjà démontré la faisabilité du procédé et l'installation pilote devrait permettre d'affiner les processus de contrôle. L'hydrogène fait partie des carburants promis à un développement important dans les années à venir, en

particulier pour son utilisation dans les piles à combustible.

- ADIT-Bulletin Électronique du SST de l'Ambassade de France au Japon, n° 190, 09/07/2001.  
Référence : *S&T Today*, juin 2001.  
Contact : robert.farhi@diplomatie.gouv.fr (réf. : 190/ENV/863).

### Pister les résidus chimiques dans la chair du poisson

Le poisson, comme toute espèce d'élevage, est exposé à bon nombre de substances chimiques, dont certaines peuvent être toxiques pour l'animal lui-même, mais aussi pour le consommateur. Une équipe de l'INRA\* étudie les mécanismes qui conditionnent la présence et la persistance de résidus chimiques chez le poisson. Les chercheurs s'intéressent par exemple au nonylphénol, une substance d'origine industrielle.

Le nonylphénol a une activité oestrogénique, c'est-à-dire qu'il pourrait provoquer des dysfonctionnements hormonaux chez l'homme. Ce produit, qui entre dans la composition des matières plastiques ou provient de la dégradation de détergents, est donc présent dans le milieu aquatique. Les chercheurs ont étudié l'intégrité du devenir de la substance à partir de son absorption par le poisson. Ils ont montré que celui-ci n'accumule que très peu de nonylphénol dans sa chair car il est capable de dégrader cette substance. Les produits issus de sa dégradation ont une activité hormonale beaucoup plus faible que la molécule initiale et le risque pour l'homme est donc très faible.

Il existe une immense variété d'agents chimiques qui peuvent être retenus dans la chair des poissons. Leur étude doit faire l'objet d'une mise au point technique spécifique pour chacun. Parmi ces substances, il faut distinguer celles qui sont sciemment administrées par l'homme (antibiotiques, additifs alimentaires) des constituants indésirables. Dans tous les cas, il faut avoir une connaissance aussi précise que possible de la nature et des quantités de résidus que l'on peut s'attendre à trouver dans la chair des poissons. Il est alors possible de définir des pratiques d'élevage garantissant l'innocuité des produits, ou encore, dans le cas d'espèces sauvages, de proposer des méthodes de surveillance appropriées.

Les quantités de résidus que l'on doit être capable d'analyser sont très faibles. Ces recherches nécessitent donc le développement d'outils performants, tant au plan de l'analyse chimique adaptée à la détection de traces (spectrométrie de masse couplée à des techniques chromatiques diverses), qu'en ce qui concerne la biologie (culture de cellules et de tissus, enzymologie).

- *Presse info INRA*, avril-mai 2001.

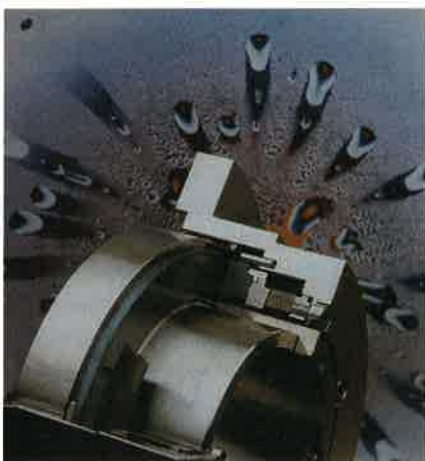
\* Unité mixte de recherches xénobiotiques INRA-École Nationale Vétérinaire de Toulouse-École Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, Département nutrition, alimentation et sécurité alimentaire. Contact scientifique : Jean-Pierre Cravedi. Tél. : 05 61 28 50 04.  
E-mail : Jean-Pierre.Cravedi@toulouse.inra.fr



# INFORMATIONS GÉNÉRALES

## Recherche et développement

### Étanchéité dynamique



TDGS-Garniture mécanique à soufflet métallique sous élastomère pour turbines à vapeur à un étage. DR.

Tout système mobile en contact avec un support fixe provoque des frottements (pompes, compresseurs, ventilateur...). Pour éviter ou diminuer ces forces de frottement, il faut utiliser un fluide séparant les deux surfaces solides en contact. Depuis longtemps, on utilise des fluides liquides (eau, huile, glycol...), mais ces systèmes créent des pertes énergétiques liées à la viscosité du liquide et des fuites pouvant être importantes et très nocives pour l'environnement. Depuis peu, des fluides gazeux sont utilisés (azote, hydrogène), supprimant avec succès les problèmes de frottement (rapport de 10 par comparaison aux fluides visqueux). Cette nouvelle technologie de la mécanique industrielle serait susceptible de remplacer à hauteur de 40 % les systèmes à fluide liquide. Son utilisation est à l'étude dans les nouveaux moteurs automobiles.

En juillet dernier, lors d'une journée presse, la MHP (association française de la Mécanique de Haute Précision) a présenté les cinq entreprises composant le groupe étanchéité dynamique (qui représentent 90 % du marché français) afin de mieux faire connaître les nouvelles applications de ce procédé en plein essor qui relie des domaines aussi variés que la mécanique, la tribologie et la chimie.

Jean-Marc Serdel

• Renseignements : Laurence Chérillat, MHP, 92038 Paris-La Défense Cedex. info@mhp-france.com

### Élyse, caméra ultrarapide

Le CNRS et l'université Paris XI ont inauguré, le 6 juin dernier, une toute nouvelle machine (Élyse) capable de « voir » les mouvements des atomes et des molécules au moment où la matière se transforme lors de réactions chimiques ou biochimiques. Cet appareil, construit autour d'un petit accélérateur de particules et d'un laser, permet de prendre à une cadence ultrarapide des films de phénomènes qui ne durent que quelques femtosecondes. Seules deux autres installations de ce type existent au monde : l'une à Brookhaven (États-Unis) et l'autre à Tokai-Mura (Japon).

• *Le Monde*, 6 juin 2001.

### Utilisation des fluides supercritiques

Un rapport sur ce thème est disponible auprès de l'ADIT sous la référence 2001/SPI/15. Il en ressort que parmi les nouvelles technologies émergentes en matière de traitement des déchets et de technologie environnementale, l'utilisation des fluides supercritiques (FSC) a récemment connu un fort essor mondial. En effet, cette technique, qui met à profit les propriétés uniques des fluides à hautes températures et hautes pressions, est extrêmement prometteuse car efficace et totalement non polluante. Au niveau mondial, le Japon est très largement au-dessus de la concurrence étrangère tant au niveau de l'étude que des applications. En plus du traitement des déchets, la technologie permet de nombreuses autres applications telles la combustion propre ou la synthèse de matériaux innovants. Les plus grandes compagnies et instituts japonais couvrent l'ensemble des technologies supercritiques. Le programme national japonais sur 5 ans devrait permettre une émergence commerciale rapide de cette technologie au Japon.

• ADIT-Bulletin Électronique du SST de l'Ambassade de France au Japon, n° 183, 21/05/2001. Informations : info@adit.fr (réf. : 183/PUB/15).

### Naissance d'un groupe de travail

Le domaine du frottement, de la rayure, de la fissuration et de l'écaillage des vernis de polymère bénéficie d'un regain d'activité, tant du point de vue des applications que de la recherche. Cette activité scientifique utilise les outils de la mécanique et de la physique. Elle bénéficie actuellement de soutiens financiers de la part de l'État (programme matériaux CNRS, ACI « Traitements de surface et dépôts de couches minces » et « Surfaces, interfaces et conception de nouveaux matériaux »). La problématique mécanique des surfaces de polymères massifs et en couches minces intéresse également fortement des groupes industriels français. La constitution d'un groupe de travail « Mécanique et physique de l'endommagement de surfaces de polymères massifs et en couches minces », chargé de mettre en place une structure très légère avec une à deux réunions annuelles exposant des travaux dans le domaine, a été souhaitée par cette communauté naissante. Celle-ci prend forme, sous l'égide de l'Association Française de Mécanique (AFM, Groupe Rhéologie), du GFP et probablement de MECAMAT. Christian Gauthier, de l'Institut Charles Sadron (Strasbourg), et Jean-Luc Loubet, du Laboratoire de l'École Centrale de Lyon, ont accepté d'animer ce groupe qui est ouvert aux laboratoires académiques et industriels qui souhaitent y adhérer.

• Contact : Christian Gauthier, 6, rue Boussingault, 67083 Strasbourg. Tél. : 03 88 41 40 85. Fax : 03 88 41 40 99. gauthier@ics.u-strasbg.fr

### L'UTCA crée son site Internet

L'Unité de Technologie des Céréales et des Agropolymères vient de créer son site Internet :

<http://www.ensam.inra.fr/utca>

L'UTCA est spécialiste des mécanismes physico-chimiques des céréales et de leurs procédés de transformation. Elle travaille sur 3 axes principaux de recherche : le fractionnement des grains, la formation et la mise en forme



des pâtes et les filières blé dur, blé tendre et maïs.

Cette unité a participé à la mise au point de nombreux produits et process utilisés dans l'industrie alimentaire : le blé légume Ebly, les films d'enrobage actif, le procédé de fabrication des pâtes précuites...

## Industrie

### Bayer : un virage dans l'urgence ?

Depuis une dizaine d'années, les projets de fusion d'entreprises meublent traditionnellement la trêve estivale. Cette année, ils ont laissé la place à des annonces de suppressions de postes dans l'industrie chimique (dans l'ordre Rhodia, BASF, Clariant...) touchée par le ralentissement de l'économie. Mais aussi à des retraits de médicaments. Tantôt leurs effets secondaires avaient été mal évalués avant leur lancement : les médicaments à base de propanolamine recommandés pour le traitement de rhinites. Tantôt des lots non conformes avaient dû être rappelés : cas des inhalateurs d'albuterol de Schering-Plough, soupçonnés de ne pas contenir la molécule active. Ces derniers faits remontent à 2000, mais n'ont été annoncés que durant cet été.

Mais c'est incontestablement Bayer, en annonçant successivement le retrait de son anticholestérolémiant puis, le lendemain, un important programme de restructuration, qui a créé l'événement de l'été en se signalant sur les deux tableaux !

Les marchés financiers ont aussitôt lourdement sanctionné le groupe. Ce dernier enregistre une perte de 30 % de sa capitalisation boursière. La presse quotidienne a abondamment relayé l'information. Aussitôt les analystes financiers et les banques d'affaires, profitant du faux pas, revenaient à la charge pour sommer Bayer de choisir entre pharmacie et chimie. Les principaux intéressés, médecins et malades, étaient les grands oubliés de la couverture médiatique. En effet, peu d'informations leur ont été délivrées pour les rassurer ou leur venir en aide.

Les faits sont trop récents et les informations disponibles trop fragmentaires pour y voir clair, à plus forte raison pour oser un jugement.

Contentons-nous de quelques observations et questions.

Le développement et l'enregistrement de tout médicament se font toujours après une évaluation du compromis bénéfique/risque, établi à partir d'études cliniques préalables. L'acceptabilité et le suivi des traitements sont assurés ensuite par les agences sanitaires. Dans le cas du Staltor, ce double contrôle a bien fonctionné, semble-t-il. Il a mis en évidence le risque de l'association Staltor/Gemfibrozil. Selon Bayer, la contre-indication avait été portée à la connaissance des médecins et des malades dès sa mise en évidence. C'est la non-observation de cette contre-indication qui, toujours selon Bayer, serait à l'origine des décès déplorés. Dans ces conditions, le manque de rigueur des agences du médicament et des médecins doit être souligné et leur co-responsabilité prise en compte. L'affaire qui atteint Bayer met ainsi en lumière les carences des autorités sanitaires qui ne disposent visiblement pas de tous les moyens pour gérer rapidement de telles crises. La liste des affaires sanitaires qui depuis une dizaine d'années inquiètent les consommateurs s'allonge. Il est vraisemblable qu'après cette affaire – et celle des anti-inflammatoires anti-COX 2 actuellement en cours d'instruction – les conditions dans lesquelles les médicaments sont mis sur le marché devront être reconsidérées. Une prescription trop rapide et trop massive d'un médicament, même très actif, n'est certainement pas souhaitable. Une introduction graduelle préviendrait les risques du type de ceux rencontrés par Bayer.

L'affaire Bayer met aussi en lumière le poids et le contrôle excessifs des marchés financiers dans le domaine sanitaire. Au départ, la discrétion du groupe sur les effets secondaires du médicament ne peut s'expliquer que par la crainte d'une réaction imprévisible, pour ne pas dire défavorable, des marchés financiers. Il est compréhensible que, pour un médicament aussi efficace pour les malades et aussi stratégique pour le groupe, celui-ci ait voulu pren-

dre du temps pour vérifier toutes les informations et pour en faire soigneusement la synthèse. Quatre mois entre la multiplication des plaintes et la décision du retrait ! On aurait peut-être pu gagner un peu de temps et raccourcir ce délai.

Par la suite, le communiqué de presse sur le retrait du médicament, destiné simultanément à l'ensemble des parties concernées, a été très mal accueilli par les médecins et leurs malades. Une information préalable aurait constitué un délit d'initié, au regard de la réglementation boursière ! S'agissant de santé publique, l'assouplissement de la réglementation, trop exclusivement favorable aux seuls marchés financiers, s'impose impérativement !

Cet épisode montre enfin l'importance, mais aussi la difficulté, des problèmes de communication. La simultanéité du communiqué de presse annonçant le retrait et de la conférence de presse qui prévoyait un ralentissement de l'activité n'était visiblement pas opportune. Elle a amplifié l'effet d'annonce. La parcimonie des informations délivrées a ensuite semé le trouble. Quelles étaient les véritables raisons du retrait ? Les méfaits de l'association Staltor/Gemfibrozil ? La Cérivastatine de Bayer utilisée seule était-elle réellement inoffensive ? Quels sont les risques liés à l'utilisation des autres statines, l'Atorvastatine de Pfizer ou la Simvastatine de Merck, dont le marché est 7 fois plus important que celui du produit de Bayer ? Il a été impossible d'obtenir des réponses claires à des questions aussi simples. Les services de communication des grands groupes, ainsi que ceux des administrations, sont visiblement mieux préparés à créer l'événement qu'à le subir. C'est particulièrement vrai dans la communication scientifique, médicale en particulier. Cette carence atteint la crédibilité des instances scientifiques.

En conclusion, il ne faudrait surtout pas que cet incident pousse Bayer à prendre dans la précipitation une décision stratégique sur le choix de son activité prioritaire. Il est déjà admis que le groupe a résisté à la tourmente grâce à ses quatre pôles d'activité. Il est certes marqué par cette affaire. Mais malgré son handicap, le pôle pharmaceutique du groupe a



# INFORMATIONS GÉNÉRALES

aussitôt suscité les convoitises de ses confrères, l'américain Bristol Myers Squibb ainsi que l'anglais Glaxo-SmithKline se sont déclarés intéressés. Preuve que, dans la tourmente, le pôle pharmaceutique du groupe garde un potentiel d'attractivité évident. Les confrères veulent profiter du faux pas. C'est de bonne guerre. Le groupe maintient aussi son intérêt pour le rachat d'Aventis Crop Science pour son pôle agriculture. Tout au plus a-t-il différé pour le moment son introduction à Wall Street.

C'est dans la tourmente qu'on reconnaît les bons capitaines ! Espérons que les circonstances permettront aux responsables de Bayer de prendre leur décision sereinement et qu'ils ne se laisseront pas trop influencer par les pressions des analystes financiers et des banquiers d'affaires. Une récente étude du *Monde* (édition du mardi 21 août) vient en effet de montrer que les dernières fusions géantes, justement recommandées par ces « spécialistes », n'ont pas toujours tenu leurs promesses ! Il faut que les dirigeants de Bayer soient particulièrement vigilants.

Sinon le dernier bastion d'une coexistence pharmacie/chimie tombera sans résistance.

**Gilbert Schorsch**

Belvès, le 28 août 2001

## Enseignement

### La désaffection des études de sciences

Les étudiants en sciences, représentés par l'Association Fédérative Nationale des Étudiants Universitaires Scientifiques (AFNEUS), travaillent depuis deux ans sur la forte diminution des flux d'entrée dans les premiers cycles universitaires scientifiques. Sur la période 1994-1999, la baisse est d'environ 23 %. Celle-ci n'est d'ailleurs pas spécifique à la France.

Pour l'AFNEUS, ce constat pose le problème de la formation et de l'orientation des jeunes. Plus largement, dans un environnement de plus en plus technologique, les défis de l'intelligence représentent un enjeu majeur de poli-

tique nationale. En ce sens, le renouvellement des cadres scientifiques est fortement préoccupant alors même que notre pays commence déjà à connaître des carences dans certains domaines scientifiques. C'est en cela qu'il est urgent d'apporter des réponses à la désaffection des études scientifiques. C'est dans ce but que l'AFNEUS s'est chargée de recueillir, synthétiser et faire connaître l'avis des étudiants en sciences, généralement peu consultés, sur la désaffection de leurs études. Elle diffuse aujourd'hui le résultat de ces réflexions sous forme d'un rapport<sup>1</sup>. Elle souhaite que tous les acteurs institutionnels prennent conscience des enjeux et agissent concrètement. Un site Internet spécifique à ce sujet a également été mis en place, avec un forum, ouvert en juillet dernier, pour permettre que la discussion soit menée de la manière la plus large possible.

<sup>1</sup> *Rapport national sur la désaffection des études de sciences. Diagnostic et propositions de solutions*, téléchargeable sur le site de l'AFNEUS : <http://www.afneus.org>

• AFNEUS c/o CNELIA, 11, rue des Petites Écuries, 75010 Paris. Tél. : 01 53 34 93 93. Fax : 01 53 34 93 99. E-mail : [info@afneus.org](mailto:info@afneus.org)

### « Enquête-Emploi » 2000 de la Fédération Gay-Lussac

La Fédération Gay-Lussac regroupe 17 grandes écoles françaises d'ingénieurs de chimie et de génie chimique et représente environ 1 300 diplômés par an. Ces écoles ont le souci constant d'adapter la formation à la demande des entreprises, et de ce fait, elles suivent de près le devenir de leurs élèves et notamment de leurs jeunes diplômés avec une enquête emploi annuelle.

Les résultats pour 2000 ont montré qu'au 1<sup>er</sup> janvier 2001, 83 % des jeunes ingénieurs avaient trouvé un emploi. Parmi les 17 % restant, 96 % recherchaient depuis moins de 6 mois. Ils sont répartis dans 18 secteurs d'activité – la chimie au sens large (chimie, parachimie, pétrochimie...) ne représentant que la moitié – et sont présents dans les domaines de la plasturgie, du textile, des matériaux, de l'électronique, des transports. Ces ingénieurs s'intègrent bien dans la vie professionnelle. On les retrouve à plus de 65 % dans l'industrie

(60 % dans des entreprises de plus de 500 personnes) où ils exercent plus de 12 métiers différents (en majorité dans les secteurs recherche et développement, production et ingénierie, mais également en informatique, marketing ou commerce). 20 % d'entre eux ont trouvé leur premier emploi à l'étranger.

### La formation continue à l'ENSCP

L'ENSCP organise des stages de formation continue en chimie s'adressant à des ingénieurs, chercheurs et techniciens supérieurs du secteur privé ou public. Les thèmes prévus au 4<sup>e</sup> trimestre 2001 sont les suivants :

- électrophorèse et chromatographie électrocromatographique capillaire (15-19/10/01),
- biocatalyse (novembre 2001),
- procédés de séparation à membranes au 3<sup>e</sup> millénaire (19-23/11/01),
- physiologie de la peau et approches cosmétologiques et dermatologiques (19-23/11/01),
- outils de diagnostic immuno-chimiques : principes et applications de l'immuno-analyse (19-23/11/01),
- chimie du vivant : le nouveau paradigme scientifique dans la démarche de découverte d'un médicament nouveau (27-30/11/01).

• Contact pour tous ces stages et d'autres que vous pouvez suggérer : Hélène Fischer, ENSCP, Direction des relations industrielles, Formation continue, 11, rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : 01 44 27 67 53. Fax : 01 43 29 73 95. [drienscp@ext.jussieu.fr](mailto:drienscp@ext.jussieu.fr) <http://www.enscp.jussieu.fr/FC/>

### A propos de Chimirama

NDLR : Le site Chimirama présenté dans notre numéro de mai (p. 50), a pu notamment être concrétisé grâce à la collaboration UIC-SCI.

En juin, il y a eu 1727 visiteurs, avec une moyenne de 3 minutes par connexion.

Un groupe de travail s'est réuni le 25 juillet dernier afin de simplifier la nomenclature des thèmes et des mots-clés. La nouvelle version du site sera accessible dès la rentrée.



## Nouvelles de l'IUPAC

### Nomenclature provisoire pour la RMN : propriétés des spins nucléaires et conventions de mesure des déplacements chimiques

*(Provisional Recommendations for NMR Nomenclature : Nuclear Spin Properties and Conventions for Chemical Shifts)*

L'utilisation d'une échelle unique de repérage des déplacements chimiques de tous les noyaux par rapport à celle de la résonance des  $^1\text{H}$  du tétraméthylsilane est recommandée. Cette échelle unifiée a été conçue pour repérer une fréquence donnée dans un champ magnétique où la résonance des  $^1\text{H}$  du TMS en solution diluée (< 1 %) dans le chloroforme est *exactement* à 100 MHz. Les procédures de standardisation ainsi que les applications pratiques de l'échelle unifiée sont discutées. Des échantillons de référence secondaires sont recommandés pour chaque noyau et les fréquences correspondantes, dont beaucoup résultent de nouvelles mesures, ont été répertoriées.

*Quelques recommandations antérieures sur la présentation des déplacements chimiques ont été confirmées, même si une correction mineure de la définition de l'échelle des déplacements chimiques a été proposée. Les relations entre l'échelle unifiée et les recommandations publiées précédemment pour la mesure des déplacements chimiques en solutions aqueuses (utilisées plus spécifiquement en biochimie) sont mentionnées, de même que les effets particuliers associés à l'utilisation de la rotation à l'angle magique pour l'état solide. Finalement neuf nouvelles recommandations concernant les déplacements chimiques ont été faites.*

Les données standard sont présentées sous forme de tableau pour les isotopes stables (et quelques instables) de tous les éléments de nombre de spin non nul. Les informations données concernent les nombres quantiques, les abondances isotopiques, les moments magnétiques, les rapports gyromagnétiques, les réceptivités, les moments quadripolaires et

les facteurs de largeur de raie.

Les commentaires de ce document sont les bienvenus et doivent être adressés, **avant le 30 septembre 2001**, au

• Pr Robin K. Harris, Department of Chemistry, University of Durham, South Road, Durham DH1 3LE, Royaume-Uni.  
Tél. : +44 (191) 374-3121.  
Fax : +44 (191) 386-1127.  
r.k.harris@durham.ac.uk

• Toute personne souhaitant contribuer à la critique de ce document, avant sa parution au titre de « Recommandations définitives », peut obtenir une copie du texte intégral auprès de Françoise Rouquérol, Laboratoire Madirel (site CTM), 26, rue du 141<sup>e</sup> RIA, 13331 Marseille Cedex 3.  
f.rouquerol@ctm.cnrs-mrs.fr

## Divers

### DuPont de Nemours mécène des architectes et designers

- Le concours des **DuPont Benedictus Awards 2001** doit son nom à Édouard Benedictus, chimiste français inventeur de la technique de production du verre feuilleté, matériau aujourd'hui largement employé en architecture pour ses qualités de sécurité et d'isolation phonique et thermique, associées à une transparence absolue. Ouvert aux professionnels et aux étudiants, il récompense l'innovation dans

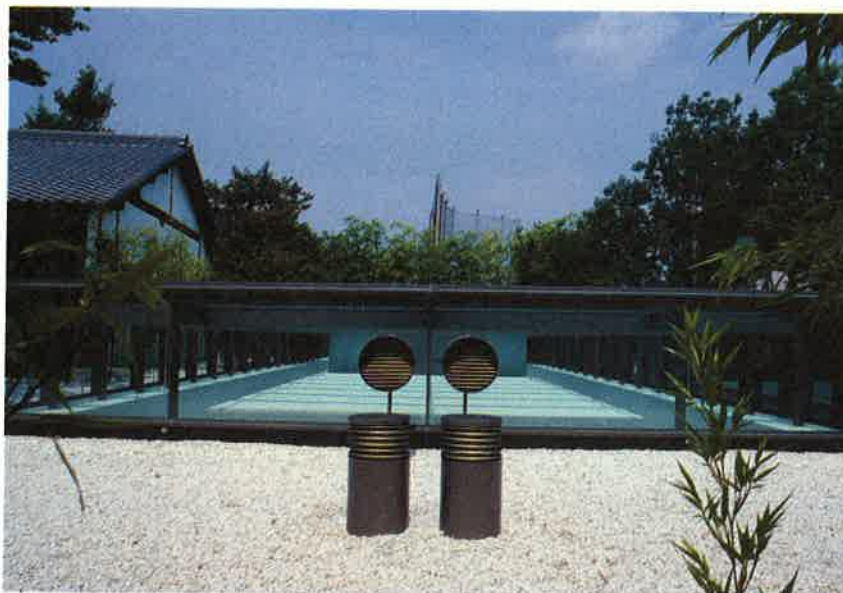
l'emploi du verre feuilleté en architecture et est organisé conjointement, à l'échelle mondiale, par DuPont de Nemours, l'un des premiers producteurs mondiaux de produits et technologies pour le verre feuilleté, et The American Institut of Architects, avec le soutien de l'Union Internationale des Architectes. Les projets récompensés (voir photo) sont visibles sur le site :

<http://www.dupontbenedictus.org>

- D'autre part, DuPont organise le concours **Imagineering** dont la 6<sup>e</sup> édition aura lieu en 2002. Pour cette édition, des designers et ingénieurs diplômés depuis 1998 sont invités à réfléchir sur le thème « Détente et loisirs en toute sécurité ». Les candidats doivent concevoir un projet original, utilisant en totalité ou en partie des polymères techniques moulés par injection. Ils sont fortement encouragés à dialoguer avec les entreprises.

Ce concours a été créé pour encourager les jeunes designers et ingénieurs à trouver des applications nouvelles et innovantes des matériaux plastiques techniques. Il met également l'accent sur l'avenir que représentent les liens croissants entre créativité et technologie.

• <http://www.dupont-imagineering.com> (renseignements accessibles dès le 15/09/2001).



1<sup>er</sup> prix catégorie édifices publics et commerciaux : Takahashi Yamaguchi & Associates, Osaka (Japon). Projet : extension du temple Reigenko-ji. Vue sud. Le toit de verre transparent est la seule partie du temple qui dépasse du sol. DR.

# CHIMISTES, VOICI LA NOUVELLE MOLECULE «CADEAU»

INVENTÉE POUR VOUS  
PAR LE CLUB SIGMA ALDRICH PRIVILÈGE



A partir du 1er juin,  
devenez membre du  
Club Sigma-Aldrich  
Privilège pour bénéficier  
de ses nombreux  
cadeaux et avantages.

Club  
SIGMA-ALDRICH  
Privilège

Logomatif - 04 72 73 29 87

DFE

## Coupon réponse

Je souhaite recevoir des informations sur les  
services et les avantages du Club Sigma-Aldrich Privilège

Nom  Prénom   
Société/Laboratoire   
Service   
Adresse   
Code Postal  Ville   
Tél.  Fax  E-mail

Sigma-Aldrich - L'Isle d'Abeau Chesnes - B.P. 701 - 38297 St-Quentin Fallavier Cedex - Tél : 04 74 82 28 89 - Fax : 04 74 99 90 61 - Email : fracsp@eurnotes.sial.com

Les marques  
du groupe  
Sigma-Aldrich

 SIGMA

 ALDRICH

 Fluka

 Riedel-de-Haën

 SUPELCO



## Livres

### Oeuvres et engagement de Frédéric Joliot-Curie

Monique Bordry et Pierre Radvanyi  
228 p., 196,80 FF (30 €)  
EDP Sciences, 2001



Le centième anniversaire de la naissance de Frédéric Joliot (1900-1958) a été commémoré à l'initiative de l'Association Curie et Joliot-Curie par un colloque au cours duquel une trentaine

d'intervenants - témoins ou continuateurs de l'œuvre du savant - ont évoqué le parcours fascinant de l'homme qui a profondément marqué le XX<sup>e</sup> siècle : le chercheur, le résistant à l'occupant au cours de la guerre, l'organisateur de la recherche et du CEA, l'artisan de la première pile atomique française, le créateur du Laboratoire de physique nucléaire d'Orsay, le directeur du CNRS, le scientifique avec son engagement social et politique. Ses proches, ses amis, ses collaborateurs témoignent du charme de Joliot, de son enthousiasme, de sa disponibilité, « un flamboiement » selon P. Radvanyi.

Joliot est entré dans la recherche avec un travail de thèse sur l'électrochimie des radioéléments, mais il était d'abord physicien. Avec Irène Curie, il a manqué de très peu la découverte du neutron et de l'électron positif ; en revanche, celle de la radioactivité artificielle en 1934 sera couronnée par le prix Nobel de chimie. Fondateur de la nouvelle discipline de chimie nucléaire au Collège de France, Joliot observa au printemps 1939, peu après la découverte de la fission, que le noyau d'uranium après capture d'un neutron, émet des neutrons secondaires. Il eut immédiatement la prescience d'une réaction en chaîne et déposa plusieurs brevets décrivant le principe d'une centrale nucléaire de l'avenir. Les événements qui suivirent entraînèrent l'arrêt des recherches mises sous le sceau du secret par les autorités et qui étaient en bonne compétition avec celles engagées aux États-Unis. A l'histoire passionnante de

ces découvertes s'ajoute le thriller de la mise à l'abri de l'invasisseur des stocks d'uranium et d'eau lourde qui avaient été rassemblés par Joliot.

La trajectoire politique de Joliot a été complexe. Elle est marquée par son engagement dans le mouvement antifasciste avant la guerre puis dans la résistance, son attitude durant la guerre froide, le rapport avec le parti communiste, ses convictions de militant pour le Mouvement de la Paix et l'appel de Stockholm.

Ce colloque aurait été incomplet sans le regard porté par d'éminents spécialistes sur les suites de l'œuvre de Joliot : la création à ce jour de 2 458 nouveaux radionucléides artificiels, l'état entre la théorie et l'expérience de l'interaction faible, l'importance de la radioactivité artificielle en médecine nucléaire et en biologie, le débat sur le présent et l'avenir du nucléaire ainsi que sur la politique scientifique et l'organisation de la recherche.

Cet ouvrage est une source d'une richesse inestimable pour l'espistémologie et l'historien de la société scientifique, sociale et politique de 1930 à 1960. Il intéressera tous ceux qui ont suivi de près ou de loin l'aventure atomique, ainsi que la jeune génération qui apprendra avec quels moyens - dérisoires de nos jours - les chercheurs d'antan forçaient les secrets de l'atome.

J.-P. Adloff

### Matériaux du nucléaire

Rapport sur la science et la technologie n° 5  
326 p., 350 FF (53,36 €)  
Éd. Tec & Doc, Paris, juillet 2000



Ce livre est le 5<sup>e</sup> d'un ensemble de onze, suivi d'un 12<sup>e</sup> donnant une synthèse globale, qui est la réponse à la demande faite en juillet 1998 à l'Académie des sciences par le gouvernement

d'un rapport bisannuel sur l'état de la science et de la technologie. C'est donc un élément du rapport 1998-2000. Nous avons commenté dans *L'Actualité Chimique* (mars 2001, p. 61) la parution du 4<sup>e</sup> tome dédié à la radiochimie.

Ce livre a été élaboré, comme ses semblables, par un groupe de travail formé des spécialistes les plus en pointe du domaine. Sous la direction d'André Zaoui, des chercheurs ou enseignants-chercheurs du CEA, du CNRS, de l'université et des écoles d'ingénieurs, de l'EDF et plus ponctuellement de la COGEMA, constituent un ensemble représentatif d'une communauté scientifique très vaste. L'étendue du domaine traité, les matériaux, vaste ensemble pluridisciplinaire, du nucléaire, vaste domaine d'application, fait à la fois l'intérêt et aussi la limite de cette parution.

Le livre est en deux parties. La première, bilingue français-anglais, est une présentation bien structurée et assez courte des conclusions des travaux. C'est certainement ce que liront, du moins espérons-le, les commanditaires du rapport et les gestionnaires de la recherche. Quelques idées fortes s'en dégagent : les enjeux économiques et sociaux de la maîtrise de l'énergie nucléaire sont grands ; les problèmes scientifiques et techniques posés sont spécifiques par l'existence de l'irradiation nucléaire ; un écart important existe entre les durées d'expérimentation ou d'observation et les durées d'usage des matériaux ; il est nécessaire de coordonner structurellement une politique nationale qui mette en œuvre tous les moyens nationaux disponibles, matériels et humains, dans l'industrie, les universités, le CEA ; le CEA peut jouer un rôle central en revalorisant en son sein les thèmes du nucléaire ; il est urgent de reconstituer par la formation un corps d'experts en matériaux en cours d'extension ; malgré (ou peut-être à cause de) sa spécificité, le nucléaire participe à l'émergence et au développement de thématiques qui concernent tous les matériaux ; une communauté interdisciplinaire sur les matériaux est à constituer ou à reconstituer. La seconde partie est une série d'études sur des thèmes particuliers liés à la destination des matériaux : matériaux des réacteurs nucléaires ; matériaux dans l'aval du cycle ; céramiques nucléaires, combustibles et absorbants ; matériaux cimentaires ; argiles. Chaque lecteur ira y chercher plus particulièrement ce qui correspond à sa culture scientifique et à ses besoins. Le chapitre 1, le plus développé (une soixantaine de pages), est



pendant une présentation de concepts fondamentaux et de notions de bases sur la problématique des matériaux du nucléaire, indispensable pour la compréhension du reste. Il s'appuie sur une réflexion épistémologique sur les changements d'échelles temporelles et spatiales, sur la représentativité et la validité de l'expérimentation et des observations. Ce chapitre est certainement une excellente lecture pour tout chimiste et même au-delà. Le livre, sans être exhaustif, couvre bien le champ défini au départ. C'est un état des lieux. C'est un ensemble de propositions sur les thèmes à développer, sur les moyens de faire naître des compétences, sur la structuration des recherches. C'est surtout un appel à créer une communauté pluridisciplinaire ayant les moyens expérimentaux (ils sont lourds dans le nucléaire) et humains, pour travailler ensemble sur des thèmes fondamentaux et appliqués. Quel sera l'accueil que les autorités réserveront à un tel travail ? On peut penser que l'accent mis sur le nucléaire, soit pour en sortir soit pour le développer, que la nécessité de gérer les déchets existants, amèneront une réponse rapide en terme de concertation avec les organismes et les chercheurs concernés, d'adoption d'un plan d'action et de mise en place d'un collectif et de moyens pour le mettre en œuvre. Mais c'est peut-être un optimisme un peu béat. On peut se référer au chapitre 1 du livre pour éclairer la situation : il y a un problème de changement d'échelle. Celle de l'élaboration de la décision politique et de sa durée de vie n'est pas celle de l'acquisition des connaissances et de la formation des spécialistes. Une politique à long terme est souvent parasitée par des enjeux immédiats. Jacques Friedel, dans son avis sur le rapport, note que le zèle missionnaire qui s'était traduit par la création au CNRS d'un programme interdisciplinaire « matériaux » semble dilué et refroidi. Il semble renaître si on en croit les auteurs du rapport. Mais il ne se concrétisera pas sans une volonté plus marquée de nos gestionnaires de la science. Qu'on n'espère pas pallier nos insuffisances par la coopération internationale : elle n'est profitable qu'à ceux qui sont assez forts pour en profiter.

Pierre Vermeulin

### La conservation des métaux

Coordinateur : Claude Volfovsky  
Collection Conservation du Patrimoine  
295 p., 240 FF (36,59 €)  
CNRS Éditions, Paris, 2001



Parmi les matériaux du patrimoine, les métaux occupent une place particulière : il est rare qu'un objet métallique soit conservé dans l'état initial de sa fabrication. En effet, hormis le cas de l'or pur, la surface d'un métal, même recouverte d'une patine artificielle, est soumise à l'action chimique du milieu ambiant. Le problème de la conservation des œuvres métalliques ou des parties métalliques des œuvres du patrimoine est donc essentiel. Il s'agit d'un problème essentiellement pluridisciplinaire et la contribution des laboratoires spécialisés en science des matériaux est indispensable. L'ouvrage édité par le CNRS et par le ministère de la Culture et de la Communication (mission de la Recherche et de la Technologie) a pour objet de faire le point sur un certain nombre d'actions les plus récentes et les plus représentatives menées ces dernières années pour la restauration et la conservation d'objets, de monuments ou d'œuvres métalliques. Ces opérations ont nécessité la mise au point et le développement d'études approfondies et des procédés les plus modernes. Ces travaux concernent des objets ou des œuvres exposés en France ou au Canada, et les équipes intervenantes sont françaises.

L'ouvrage est rédigé, sous la direction du professeur C. Volfovsky, par une équipe de 7 personnes, mais il consigne en réalité, grâce aux références explicites qu'il contient, les travaux d'un nombre bien plus grand de laboratoires, services et ateliers de restauration, en fait la plupart des compétences en la matière existant en France. L'une des annexes, fort utile pour le lecteur et l'utilisateur, donne d'ailleurs les adresses de tous ces organismes et ateliers. Loin d'être un inventaire plus ou moins complet de travaux, ce livre vise avec succès le but d'une véritable initia-

tion aux méthodes modernes mises en œuvre pour la conservation-restauration des ouvrages et objets métalliques.

Après une introduction historique rédigée par J.-P. Mohen et un chapitre de généralités très didactique sur les métaux et surtout le comportement de leur surface que C. Volfovsky a rédigé lui-même, 16 chapitres exposent des cas précis de problèmes de conservation et/ou de restauration posés et résolus. Ces exposés vont du cas général de la stabilisation des fers archéologiques à des exemples très détaillés comme la restauration du pont Alexandre III à Paris, ou celle d'un radar situé à Caen, en passant par la stabilisation de la corrosion des bronzes omeyyades de Mafraq en Jordanie ou la restitution du casque de Charles VI découvert dans les fouilles de la Cour Carrée du Louvre.

Cette diversité de cas permet au lecteur de découvrir les procédés modernes de nettoyage et restauration et les mesures de conservation préventive dans leur ensemble. Pratiquement toutes les classes de métaux entrant dans la constitution des œuvres sont passées en revue : or, cuivre, alliages cuivreux (bronzes et laiton), fer et aciers, plomb, métaux dorés, argentés ou émaillés, aluminium. De même, au fil des études de cas, ou quelquefois à l'aide d'exposés spécifiques, les moyens les plus modernes disponibles dans les laboratoires ou les ateliers sont clairement décrits : déchloruration de fers anciens par voie chimique ou par plasma d'hydrogène, nettoyage et stabilisation de la corrosion par électrolyse pour les objets en fer forgé, en fonte, en bronze ou en plomb, micro-abrasion par meulette, ultrasons ou microsableuse, fixation par des résines acryliques, dorures et argentures par différents procédés, restauration des patines et peintures, protections anticorrosion et entretien des surfaces pour la conservation ultérieure, etc.

Mais surtout, l'ensemble des contributions insiste de façon visiblement concertée sur la nécessité primordiale d'une caractérisation précise des surfaces des objets avant toute intervention pour identifier et comprendre les mécanismes des altérations éventuelles et ainsi élaborer une stratégie raisonnée de restauration et de conservation. Les aspects éthiques sont abondamment discutés et les choix de res-





tauration critiqués et discutés sur une base scientifique. L'ouvrage comporte en annexe de très utiles tableaux des propriétés physiques et chimiques d'un certain nombre d'éléments ou de composés rencontrés à la surface des métaux ou dans les procédés de nettoyage et de restauration. Un glossaire permet de clarifier les expressions et termes employés.

En somme, cet ouvrage constitue, en particulier pour un lecteur scientifique non spécialiste, l'introduction idéale à la science de la conservation des métaux, grâce à une lecture plaisante, parfaitement illustrée, de la plupart des problèmes qui risquent de se poser à tout étudiant, chercheur, restaurateur ou conservateur qui aborde cette discipline difficile.

Marc Aucouturier

## La vache folle - Les risques pour l'Homme

Jean-Philippe Deslys et André Picot  
127 p., 41 FF (6,25 €)

Collection Dominos, Flammarion, Paris, 2001



Enfin un petit livre, concis et précis, documenté et lisible, sur l'une des « grandes peurs » de ce début de siècle. Cinq chapitres courts reprennent l'histoire de ces encéphalites spongiformes, dont

deux, le kuru des anthropophages rituels de Papouasie-Nouvelle Guinée et la maladie de la vache folle, sont de nouvelles maladies humaines.

Chacun de nous sait ce que lui ont appris les journaux, avec plus ou moins de précision et de véracité. Le Deslys-Picot remet en place l'histoire de cette histoire effectivement folle, où l'on voit que des péchés contre la Nature comme l'anthropophagie ou l'alimentation carnée des herbivores peuvent conduire à de rudes vengeance.

Les chimistes ne peuvent évidemment accepter que l'on vienne parler à ce propos, dans les journaux ou dans les salons, des dangers causés par la Science, alors qu'il s'agit de dangers causés par la cupidité, l'insouciance ou le respect des traditions (le kuru). Mais les chimistes doivent

pouvoir répondre, et pour cela ils doivent savoir de quoi on parle (pour moins de 7 € dans le cas de ce livre, qui se lit d'affilée en un trajet de RER !).

Ceci d'autant plus qu'ils sont sans doute les seuls à devoir ne pas s'étonner de voir apparaître des propriétés nouvelles dans des protéines dont la conformation a été modifiée, dans des prions, et à devoir ne pas s'étonner de leur caractère d'agents pathogènes transmissibles. Il serait bien intéressant de pouvoir utiliser les propriétés élastiques de  $S_{\infty}$ , mais un germe d'octasoufre  $S_8$  catalyse la transformation dans cette dernière forme, et cette allotropie est donc l'équivalent strict d'un prion ! Outre le cas du soufre, la transformation  $PrP^c \leftarrow PrP^{res}$  qui a valu son prix Nobel à Prusiner est aussi connue des chimistes, par exemple dans les cas du phosphore, de l'étain (la « peste » de l'étain est une maladie transmissible)...

Guy Ourisson

### A signaler

#### • Maple for environmental sciences A helping hand

B. Scott  
408 p., 322 FF (49,09 €)  
Springer, 2001

#### • Carbon nanotubes Synthesis, structure, properties and applications

M.S. Dresselhaus, G. Dresselhaus,  
P. Avouris  
448 p., 1 201 FF (183,09 €)  
Springer, 2001

#### • Rapid manufacturing The technologies and applications of rapid prototyping and rapid tooling

D.T. Pham, S.S. Dimov  
220 p., 685 FF (104,43 €)  
Springer, 2001

#### • New polymerization techniques and synthetic methodologies Advances in polymer science, vol. 155

238 p., 1 097 FF (167,24 €)  
Version électronique sur  
<http://link.springer.de/series/aps>  
Springer, 2001

#### • Surface and colloid science Progress in colloid and polymer science, vol. 116

V. Razumas, B. Lindman, T. Nylander  
250 p., 1 081 FF (164,64 €)

Springer, 2000

#### • Transition metals and rare earth compounds

#### Excited states, transitions, interactions II

H. Yersin  
188 p., 879 FF (134 €)  
Springer, 2001

#### • Molecular materials and functional polymers

W.J. Blau, P. Lianos, U. Schubert  
170 p., 859 FF (130,95 €)  
Springer, 2001

#### • Organometallic catalysts and olefin polymerization Catalyst for a new millennium

R. Blom, A. Follestad, E. Rytter,  
M. Tilset, M. Ystenes  
443 p., 1 125 FF (171,51 €)  
Springer, 2001

#### • Organometallic chemistry and catalysis

Special edition of Monatshefte für  
Chemie/Chemical Monthly, vol. 131,  
n° 12, 2000

K. Kirchner, W. Weissensteiner  
160 p., 972 FF (148,18 €)  
Springer, 2000

#### • Procédés de séparation Techniques, sélection, dimensionnement

J.L. Humphrey, G.E. Keller  
368 p., 450 FF (68,60 €)  
Dunod, 2001

#### • Chimie et théorie des groupes

P.H. Walton  
160 p., 150 FF (22,87 €)

#### • Materials handbook (2<sup>nd</sup> ed.) A concise desktop reference

F. Cardarelli  
595 p., 149 \$  
Springer, 2000

#### • Analyse et caractérisation

8 190 FF HT (1 248,56 €)  
abonnement inclus  
Techniques de l'Ingénieur, 2001

### Revue

#### Lab on a chip

Le premier numéro de ce nouveau journal de la RSC couvrant les dernières avancées en recherche, applications et technologie des systèmes miniaturisés en chimie et biologie paraîtra en septembre 2001.



## LIVRES ET MÉDIAS

Deux numéros sont prévus en 2001, quatre en 2002.

Coût de l'abonnement aux 6 numéros : 395 £, accès en ligne inclus.

• Royal Society of Chemistry (www.rsc.org/loc).

### Bulletin de l'Union des Physiciens (BUP)

#### Sommaire du n° 835, juin 2001

- L'œuvre scientifique de Frédéric Joliot-Curie, par Jeanne Laberrigues-Frowlow.
- Définitions et déterminations de

« l'axe lent » d'une lame quart d'onde, par Luc Dettwiller.

• Résolution des systèmes optiques et Maple, par Roland Bouffanais.

• Le principe de Fermat revu avec Cabri Géomètre II, par Jean-Marie Laugier.

• La glace, par Jean-Pierre Michel.

• Détermination potentiométrique des constantes de formation successives de  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_n(\text{H}_2\text{O})_{6-n}]^{2+}$  (n=1-4) par la méthode de Bjerrum, par Vincent Artero, Olivier Bouvry.

• Quelques réflexions à propos de l'ordre de grandeur, par Françoise

Khantine-Langlois.

• Sur quelques expériences d'optique, par Raymond Pelletier.

• Comment observer le spectre d'absorption du sodium ?, par Georges Dravet.

• Le miroir d'aluminium, par Marc Comet, Hervé Fuzellier.

• Expériences en seconde : quelques « trucs », par Georges Dravet.

• Construction d'un électro-aimant : quelques expériences en rapport avec le magnétisme, par Jean-Pierre Isler.

• Enquête sur les programmes de première L.

### La Société de Secours aux Ingénieurs Chimistes

Créée en 1937, la Société de Secours aux Ingénieurs Chimistes a pour but de venir en aide à des ingénieurs chimistes ou à leur famille dans le besoin. Elle peut attribuer un secours non remboursable ou un prêt sans intérêt jusqu'à 20 000 francs sur une période de deux à trois ans.

La présentation de la demande est faite de préférence par l'intermédiaire de l'association des anciens élèves de l'école de chimie de l'intéressé.

Conditions d'obtention d'un secours ou d'un prêt sans intérêt :

- être de nationalité française,
- avoir exercé pendant plusieurs années la profession d'ingénieur chimiste ou de chimiste,
- être privé d'emploi ou traverser une période difficile, souhaiter développer ou créer une activité nouvelle même en dehors de la chimie,
- ou être dans le besoin pour d'autres raisons.

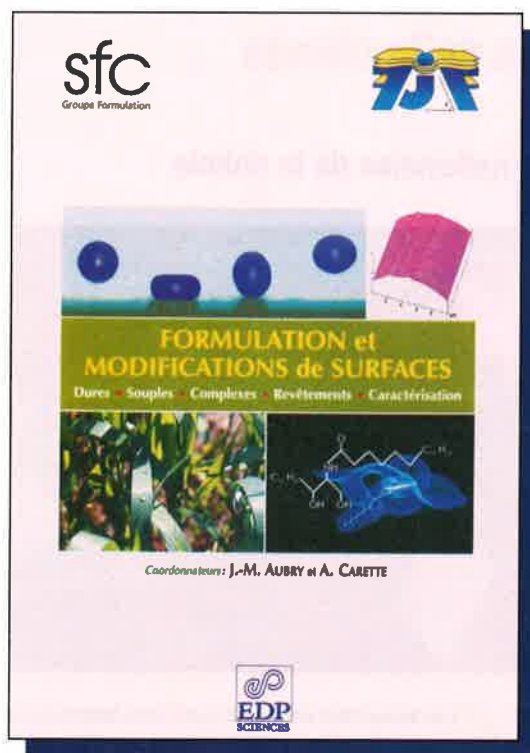
Vous pouvez aider la Société de Secours :

- en la faisant connaître à des camarades en difficulté (les demandes sont étudiées avec la plus grande discrétion) ;
- en y adhérant. La cotisation annuelle minimale est de 150 francs (un reçu fiscal est envoyé).

**Société de Secours aux Ingénieurs Chimistes,**  
**Maison de la Chimie, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris.**  
<http://www.sfc.fr/Services.htm>

# Formulation et Modifications de Surfaces

Jean-Marie AUBRY et Alain CARETTE



Ce livre s'adresse aux enseignants, chercheurs et ingénieurs concernés par la formulation et toute ses applications industrielles, là où les propriétés des surfaces jouent un rôle important.

La **FORMULATION** s'appuie sur un nombre restreint de *principes physico-chimiques* et d'*outils méthodologiques*. Cet ouvrage fait le point sur les concepts et les techniques permettant de modifier la *mouillabilité* des surfaces. Il aborde cinq thèmes : la *physico-chimie du mouillage*, la modification des *surfaces dures* (matériaux de construction, verres, polymères, métaux), la modification des *surfaces souples* (feuille végétale, peau, cheveux, textiles), la formulation et l'élimination des *revêtements* et les méthodes de *caractérisation microscopiques et spectroscopiques* (MEB, AFM, XPS et SIMS) des surfaces.

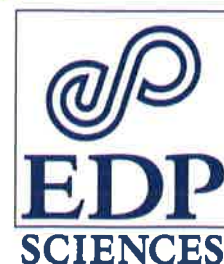
Le **Groupe Formulation** a pour ambition de contribuer au développement d'une *approche raisonnée de la formulation qui éclaire la démarche empirique traditionnelle basée sur un savoir faire acquis « sur le terrain »*. Pour atteindre cet objectif, le groupe favorise la mise en place d'enseignements dédiés à la formulation et facilite les échanges entre les acteurs industriels cités précédemment et les universitaires œuvrant dans toutes les disciplines scientifiques concernées : *synthèse de produits de performance, physio-chimie des interfaces et des systèmes dispersés, génie des mélanges, rhéologie des fluides complexes et des poudres, chimométrie, déformulation, méthodes de caractérisation...*

**2001 • 2-86883-532-5 • 244 p. • 45 € (295,18 F)\***

*\*Prix spécial membre auprès de la S.F.C. (30 € - 196,79 F)*

***En vente chez votre libraire ou auprès de :***

7, av du Hoggar • BP 112 • P.A. de Courtabœuf  
F-91944 Les Ulis Cedex A  
Tél. : +33 (0)1 69 18 75 75 • Fax : +33 (0)1 69 86 06 78  
E-mail : [customers@edpsciences.org](mailto:customers@edpsciences.org) • Web : [www.edpsciences.org](http://www.edpsciences.org)





# MANIFESTATIONS

## Les XVII<sup>e</sup> Olympiades nationales de la chimie

28-29 mars 2001

**Michel Boyer\***, président des Olympiades nationales de la chimie

Le XVII<sup>e</sup> concours des Olympiades nationales de la chimie s'est déroulé les 28 et 29 mars 2001. A la suite des sélections régionales organisées dans les 28 délégations régionales parmi 2 400 participants, 48 candidat(e)s de terminales S et STL (à raison de 1, 2 ou 3 candidats par délégation) se sont retrouvés pour une compétition finale de 3 épreuves scientifiques ; par ailleurs, 6 équipes de classes de 1<sup>ère</sup> ont présenté leurs résultats dans le cadre du nouveau concours ouvert aux classes non scientifiques.

### Les Olympiades de chimie en classes terminales scientifiques

Conformément aux nouvelles orientations données aux Olympiades nationales de la chimie depuis deux ou trois ans, mais également dans le cadre initial fixé par les promoteurs, à savoir la valorisation de la démarche expérimentale en chimie et l'inscription de la discipline chimie dans le champ des activités industrielles, économiques et sociales, les élèves de terminales S et STL se sont mesurés à travers trois épreuves :

- **Une épreuve expérimentale**, effectuée simultanément par tous les candidats dans trois laboratoires mis à notre disposition à l'École Nationale de Chimie, Physique et Biologie, à l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris et à l'université Pierre et Marie Curie. Le sujet de cette épreuve était cette année une synthèse de la vanilline à partir de l'acétate d'isoeugéno<sup>1</sup>. Cette épreuve, d'une durée de 3 h 30, comporte une analyse de protocole opératoire associée à un questionnaire et une réalisation expérimentale. Les candidats sont jugés au fur et à mesure du déroulement de la manipulation par un membre du jury qui note les actes du candidat sur une grille de notation commune. Le jury est particulièrement vigilant au respect de toutes les règles de sécurité en matière de manipulation chimique au laboratoire et à la qualité et l'habileté des gestes du « chimiste ». Un membre du jury suit simultanément 2 candidats. Le résultat de l'épreuve comporte également une notation très précise des réponses des candidats aux questions posées, et une évaluation des résultats de la manipulation (produits obtenus, rendement, identification, données analytiques...).



La remise des prix par le président Michel Boyer.

- **Une épreuve de compréhension d'une conférence scientifique** : cette épreuve a remplacé le traditionnel questionnaire de connaissances. L'objectif de cette épreuve est d'analyser les capacités des candidats à assimiler de nouvelles connaissances et à en restituer les éléments principaux. A partir du thème général fixé pour ces Olympiades 2001 (chimie et alimentation), le jury, et principalement M. Depaire (Elf-Atochem), a élaboré une conférence intitulée « *Comment composer un bon petit déjeuner* », portant sur la constitution chimique de la matière vivante, sur la composition des aliments et leurs transformations, ainsi que sur les besoins. A la suite de la conférence (1/2 heure), les candidats disposent de 1 h 15 pour répondre à un questionnaire portant sur la conférence ; les photocopies des principaux transparents utilisés sont mises à leur disposition. L'utilisation d'un support commun et identique pour tous les candidats permet de s'affranchir d'une part des problèmes de programmes qui ne sont pas tous traités suivant la même organisation dans tous les lycées et, d'autre part, d'éviter le traditionnel « bachotage des concours ».

- **Une épreuve d'entretien collectif** qui a remplacé la traditionnelle épreuve orale où les candidats étaient « interrogés » individuellement par un jury de 3 personnes. Dans la nouvelle version, les candidats sont réunis par groupes de 6 et le jury (5 à 6 membres) comporte un animateur exposant brièvement un ou plusieurs sujets à partir desquels les candidats sont

\* Université Pierre et Marie Curie, case 239, 4, place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05.  
E-mail : michel.boyer@admp6.jussieu.fr



invités à s'exprimer oralement. L'animateur est chargé de provoquer les interventions des candidats par ses questions ; les réactions, comportements et réponses de chaque candidat sont notés, suivant une grille commune à tous, par les autres membres du jury. Deux jurys fonctionnent en parallèle, coordonnés par le président du jury d'entretien. Cette nouvelle épreuve permet d'évaluer les qualités des candidats en matière d'expression orale et publique, de capacité à communiquer, de connaissances et culture générale et de capacité à argumenter en s'appuyant sur des faits reconnus scientifiquement.

Treize candidat(e)s ont été primé(e)s soit pour leur classement général, soit pour leur classement aux différentes épreuves (le cumul des prix ne pouvant excéder 3). Le 1<sup>er</sup> au classement général est **Antonin Pottier**, élève de terminale S au lycée Descartes de Tours. Il lui a été attribué le prix « Fondation de la Maison de la Chimie » et le prix « Ministère de l'Éducation nationale » ; 1<sup>er</sup> au questionnaire, il a également reçu le prix « École polytechnique ». L'équipe d'enseignants qui a encadré le lauréat s'est également vu attribué un prix qui a été remis par la SFC.

## Les Olympiades de chimie en classes de 1<sup>ère</sup> non scientifiques

L'objectif des Olympiades de chimie en classes de 1<sup>ère</sup> non scientifiques est de sensibiliser à la science et à la chimie une catégorie d'élèves moins intéressés *a priori* par la culture scientifiques, mais qui auront néanmoins dans leur vie professionnelle ou sociale à faire avec la science et la technologie, et parfois auront des responsabilités dans ces domaines.

Depuis deux ans, nous expérimentons une formule pédagogique consistant à faire produire par ces élèves (travail de groupe pouvant aller de quelques élèves à une demi-classe, voire une classe entière) un document de communication sur un sujet librement choisi ayant des relations plus ou moins directes avec la chimie et avec l'activité économique, industrielle, de recherche... locale.

Le document est présenté en 15 mn environ par deux élèves de chaque équipe ; la présentation utilise tous les types de supports possibles (documents écrits sur posters, produits réels, projection de transparents, de pages numérisées, de vidéo...), accompagnée par-

fois d'un document écrit de synthèse. Elle est suivie d'une discussion de 15 mn avec le jury.

Les thèmes des projets présentés cette année ont été :

- *L'impression sur étoffes*, par les élèves de 1<sup>ère</sup> L du lycée Michel de Montaigne (Mulhouse) ;
- *La chimie au secours des monuments historiques : exemple de la cathédrale de Reims*, par les élèves de 1<sup>ère</sup> L du lycée Clémenceau (Reims) ;
- *L'âme d'un parfum*, par les élèves de 1<sup>ère</sup> L du lycée Paul Duez (Cambrai) ;
- *Étude sur la qualité de l'eau*, par les élèves du lycée Pierre Forest (Maubeuge) ;
- *Chimie de la pomme (pomme-cidre-eau de vie)*, par les élèves de 1<sup>ère</sup> L du lycée Saint-François de Salles (Evreux).
- *Le lin*, par les élèves du lycée privé Jean XXIII (Yvetot).

Tous les thèmes choisis étaient issus d'activités ou de préoccupations régionales, et le jury a particulièrement relevé la qualité à la fois de contenu et de forme des présentations réalisées, même si ponctuellement il faut faire la part de la plus ou moins grande intervention de l'encadrement pédagogique. Dans tous les cas, le jury a remarqué le très grand intérêt des candidats et leur très grande motivation pour le sujet, alors que rien ne les prédisposait à en aborder les aspects technologiques ou scientifiques. Il est certain que la méthode utilisée (libre choix d'un sujet, travail en équipe, réalisation d'un projet) est un moteur pédagogique puissant pour amener des jeunes sur des terrains qu'ils n'exploreraient pas spontanément. Dans tous les cas, l'investissement des groupes a été important, hors temps scolaire. Toutefois, certains groupes ont travaillé partiellement dans le cadre

des cours traditionnels, leur sujet s'y prêtant. D'autres ont pu travailler en liaison avec un sujet de TPE étendu vers des aspects scientifiques. Pour les six équipes, la perspective de l'épreuve de baccalauréat n'a pas semblé être un obstacle.

Bien que les six projets aient été de qualité, il s'agit ici d'une compétition ; un 1<sup>er</sup> prix a été attribué à l'équipe de Cambrai (*L'âme d'un parfum*) et un second prix à l'équipe de Mulhouse (*Impression sur étoffes*). Compte tenu de la qualité des réalisations, le jury a proposé d'attribuer un prix supplémentaire à l'équipe de Reims pour le traitement de la pierre de la cathédrale de Reims.



Un candidat au cours de l'épreuve expérimentale.



# MANIFESTATIONS

Le Comité d'orientation des Olympiades nationales de la chimie remercie chaleureusement tous les membres du jury (65 professeurs et industriels) pour leur participation très active à cette XVII<sup>e</sup> compétition, ainsi que tous les partenaires<sup>2</sup> qui ont permis l'attribution des prix.

Le prochain concours se déroulera les 27 et 28 mars 2002 sur le même thème que cette année : *Chimie et alimentation*.

Signalons l'ouverture prochaine d'un site Internet « **Olympiades de la chimie** », hébergé par la SFC et relayé par les sites de l'Union des Physiciens et de l'Union des Industries Chimiques.

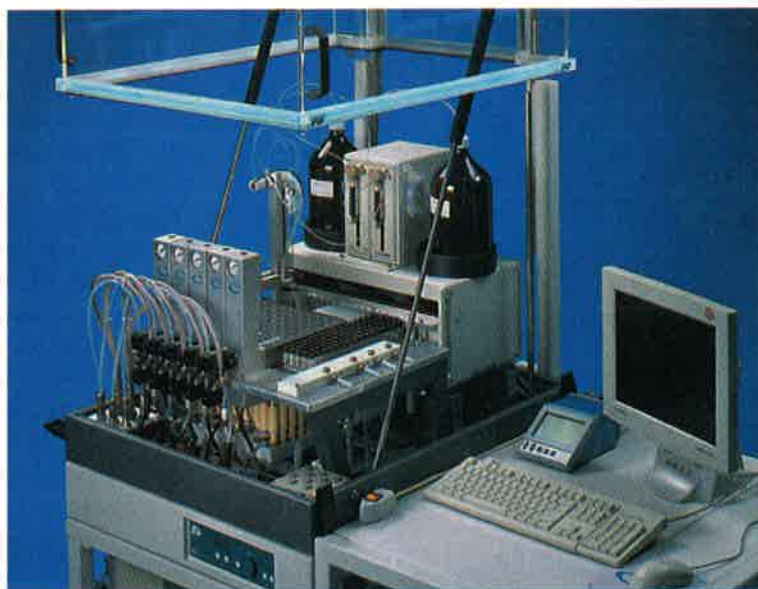
## Notes

<sup>1</sup>Nous remercions la société Aventis pour sa participation à la réalisation de cette manipulation.

<sup>2</sup>Annexe : liste des partenaires des Olympiades nationales de la chimie : Union des Industries Chimiques, ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie, ministère de l'Agriculture et de la Pêche ; sociétés : Atofina, BASF France, Bayer, BP Chemicals, Clariant Chimie, DuPont de Nemours SA, Exxon Chemical France, Hydro Agri France, Rhodia, Rohm et Haas France, Shell Chimie, SNPE ; syndicats professionnels : Industrie chimique organique de synthèse et de biochimie, Fabricants d'agents de surface et produits auxiliaires industriels, Industrie pharmaceutique, Producteurs de matières plastiques, Syprodeau ; Union des Industries Chimiques régionales, Union des Physiciens, Société Française de Chimie, Société de Chimie Industrielle, Fondation de la Maison de la Chimie, Académie des sciences, CNRS, Palais de la Découverte, École polytechnique, université Pierre et Marie Curie, École Nationale Supérieure de Chimie de Paris, ENCPB, Fédération Gay-Lussac, Andes.

## L'ASW2000P

L'Automate pour la synthèse parallèle sous pression!



**L'ASW2000P vous permettra de réaliser des réactions pressurisées.**

Des procédures telles que le traitement, l'échantillonnage et l'analyse sont intégrées et réalisables pendant ou après la synthèse.

- Réactions automatisées sous pression.
- Jusqu'à 80 réactions en parallèle.
- Utilisation en parallèle de blocs réactionnels pressurisés et non-pressurisés.
- Haut débit associé à une manipulation facile et sûre.
- Addition de réactifs sous agitation, en chauffant ou en refroidissant sous conditions inertes.

[www.chemspeed.com](http://www.chemspeed.com)

Chemspeed Ltd. Suisse  
Chemspeed Inc. USA Côte Est  
Chemspeed Inc. USA Côte Ouest  
Chemspeed Ltd. Angleterre

Téléphone +41 61 816 95 00  
Téléphone +1 732 329 1225  
Téléphone +1 707 251 5529  
Téléphone +44 1276 670 668



Multiply your productivity!



## De la pile de Volta à la conquête de l'espace : deux siècles d'électrochimie

Paris, SFC, club Histoire de la chimie, 23 mars 2001

**Pierre Bianco\***, directeur de recherche

La mise au point par Volta, il y a deux siècles, de la pile qui porte son nom est un événement important pour l'histoire de l'électrochimie puisqu'on estime généralement qu'elle en marque la naissance. L'électrochimie, comme son nom l'indique, résulte de la « rencontre » de la chimie avec les phénomènes électriques. En réalité, nous le verrons, l'électrochimie est aujourd'hui concernée par un domaine bien plus large, en relation avec des branches diverses de la chimie, de la biochimie et de la physique.

Les phénomènes électriques sont connus depuis la plus haute Antiquité, la foudre notamment, ou les « poissons électriques ». C'est seulement au cours des XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles qu'on a cherché à contrôler la production de l'électricité en utilisant des « machines électriques » (machine de Ramsden) et à en mesurer l'intensité (électromètre de Bennet). On a pu ainsi parler de « conducteurs » (les métaux par exemple) et d'isolants. La chimie, par contre, était plus balbutiante à la même époque, mais l'utilisation de l'électricité a permis d'effectuer des découvertes importantes dans la deuxième moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle : synthèse de l'ammoniac, de l'acide nitrique, synthèse et décomposition de l'eau, notamment. En outre, le comportement d'organismes vivants mis en contact avec des métaux différents (expériences de Galvani) a conduit les savants du XVIII<sup>e</sup> siècle à postuler l'existence d'une « électricité animale ». Cette idée, d'abord acceptée par Volta, fut rejetée ensuite par ce même Volta qui conclut à l'uni-

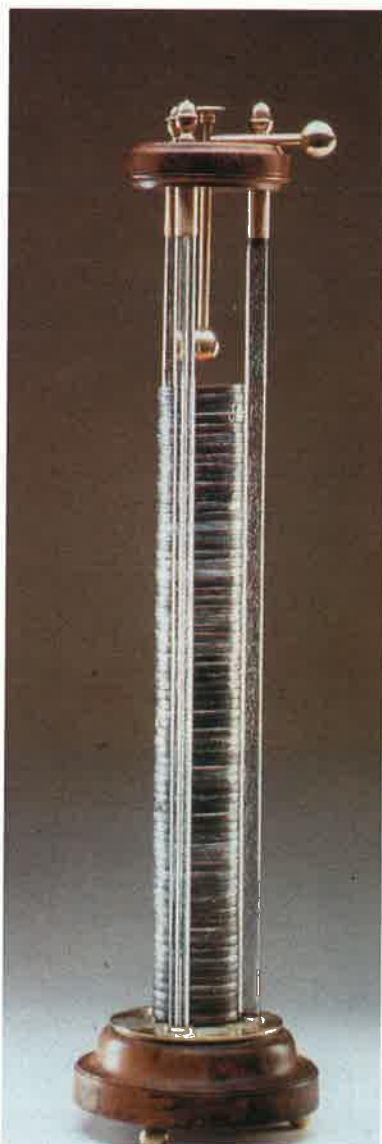
cité de l'électricité quelle qu'en fût l'origine. Ses recherches sur les contacts entre métaux différents, contacts qui étaient susceptibles de générer des courants électriques, l'amènèrent à construire sa célèbre pile en 1799. Il s'agissait là d'une source d'énergie nouvelle, dont la découverte allait conduire

au développement que l'on sait, mais qui soulevait aussi des problèmes quant à l'interprétation des processus mis en jeu. C'est en partie en cherchant à résoudre ces problèmes que de nouvelles découvertes débouchèrent sur de nouveaux concepts.

L'électrochimie se développa alors depuis le début du XIX<sup>e</sup> siècle jusqu'à nos jours, en suivant trois directions principales qui conduisirent à des découvertes tant théoriques que d'un intérêt appliqué.

**1. Une nouvelle source d'énergie :** c'est le concept initial. Emmagasiner de l'énergie, produire du courant électrique pour pouvoir l'utiliser à des fins pratiques, tout cela a conduit au prodigieux développement des piles et des accumulateurs que nous utilisons constamment dans la vie courante actuelle. C'est aussi une pile, la pile à combustible, qui a permis à l'Homme d'aller sur la Lune.

**2. Des charges électriques qui sont « transmises »** ou qui se déplacent dans les phases solides ou dans les solutions, tout cela soulevait des problèmes auxquels les chercheurs s'efforcèrent de répondre au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, alors même que la notion d'ion n'était pas connue. Grotthuss, le premier, eut l'idée



Modèle original de la pile de Volta (avec l'aimable autorisation du CNAM). DR.

\* Unité de bioénergétique et ingénierie des protéines du CNRS, 31, chemin Joseph Aiguier, 13402 Marseille Cedex 20. E-mail : bianco@ir2cbm.cnrs-mrs.fr



# MANIFESTATIONS

d'assimiler l'eau à une chaîne de particules chargées, puis Faraday distingua les « anions » des « cations ». Leurs successeurs contribuèrent au développement de l'étude des solutions d'électrolytes, jusqu'à Debye et Hückel, Van't Hoff, Bjerrum, Fuoss et Kraus.

L'introduction de la notion d'électron a permis de développer les concepts « modernes » dans lesquels interviennent forme « oxydée » et forme « réduite » en équilibre, de tels équilibres pouvant obéir à la loi de Nernst énoncée au tout début du XX<sup>e</sup> siècle.

**3. Des contacts entre métaux et métaux et solutions** permettant le passage du courant électrique : cela ne pouvait qu'interroger les chercheurs qui essayèrent d'en expliquer le processus.

L'utilisation du courant électrique permit d'abord la découverte de métaux nouveaux. Elle conduisit Faraday à énoncer les lois de l'électrolyse. Dans un domaine plus appliqué, c'est en effectuant des électrolyses que Jakobi mit au point la galvanoplastie.

Ce troisième aspect a été particulièrement enrichissant pour les physico-chimistes s'intéressant aussi bien aux aspects théoriques qu'aux aspects appliqués. Les propriétés électriques des interfaces chargées ont pu être décrites à l'aide de modèles théoriques faisant intervenir la thermodynamique statistique. On a pu ainsi constater la complexité de tels systèmes en lien avec les phénomènes de corrosion, de passivation, de mouillabilité, de cata-

lyse, d'échanges membranaires, etc., toutes ces questions intéressant également la recherche industrielle et l'environnement. N'oublions pas que c'est grâce à nos connaissances en électrochimie que la statue de la Liberté de New York a pu être sauvée d'une dégradation qui aurait été irréversible, puisqu'elle était soumise à une corrosion agressive résultant d'un contact Fe-Cu qu'Eiffel n'avait pas prévu (ou tout au moins insuffisamment prévenu...)

Un autre aspect, toujours en lien avec ce troisième volet, concerne le développement de l'électroanalyse. Il a fallu qu'un physico-chimiste (Heyrovsky) s'intéressât à un problème de tension superficielle (posé initialement par un physicien, Lippmann) pour que la polarographie vît le jour. Si le tracé des courbes [intensité-potentiel] n'utilise plus trop l'électrode à gouttes de mercure, il n'en reste pas moins que les techniques voltamétriques sont largement utilisées et constituent un outil de choix tant en chimie analytique qu'en bioélectrochimie.

## Référence bibliographique

- Bianco P., *De la pile de Volta à la conquête de l'espace : deux siècles d'électrochimie (1799-1999)*, éd. PUP., Aix-en-Provence, 1998 (préface par le professeur B. Trémillon).

*On peut se procurer cet ouvrage auprès de son éditeur à l'adresse suivante : Université de Provence, Service des publications, 29, avenue Robert Schuman, 13621 Aix-en-Provence Cedex 1.*

**NOUVEAUX**

# STRATOSPHERES™



**Polymer Laboratories**

Polymer Laboratories SARL  
Centre Silic Marseille Sud, Impasse du Paradou  
Bâtiment A4, 13009 Marseille  
Tel: 04 91 17 64 00 Fax: 04 91 17 64 01

[www.polymerlabs.fr](http://www.polymerlabs.fr)

## Resines Scavenger

### A Forte Capacité Pour La Synthèse En Solution

Polymer Laboratories vient de mettre sur le marché une gamme de résines microporeuses « scavenger » à forte capacité pour la synthèse en solution dans la série des résines StratoSpheres™ développées pour la chimie combinatoire et la synthèse peptidique.

Un nouveau kit de démarrage comprenant 10 résines différentes est disponible pour faciliter le choix du support et disposer d'un grand champ d'application. Pour obtenir des renseignements sur notre gamme de produits, visitez notre site internet [www.polymerlabs.com/stratospheres](http://www.polymerlabs.com/stratospheres), envoyez un message à [Support@polymerlabs.fr](mailto:Support@polymerlabs.fr) ou téléphonez nous.

Polymer Laboratories réalise des résines qui possèdent de grandes performances et un excellent rapport qualité-prix pour la synthèse en solution, la chimie combinatoire et la synthèse peptidique.





## Les enseignements chimiques de Le Fèbvre et de Glaser, apothicaires au Jardin Royal

Paris, SFC, club Histoire de la chimie et Société d'Histoire de la Pharmacie, 20 juin 2001

**Philippe Jaussaud\***, professeur



Portrait de Nicaise Le Fèbvre. DR.

Fèbvre (de 1652 à 1660) et Christophe Glaser (de 1660 à 1671).

**Le Fèbvre** publia en 1660 un *Traicté de la Chymie* plusieurs fois réédité, destiné à promouvoir une « renaissance pharmaceutique » basée sur la chimiâtrie. Adeptes des théories de Paracelse, Glauber et van Helmont, l'apothicaire fut surtout un compilateur, qui fit connaître en France les travaux de savants étrangers. Son traité recèle de nombreuses notions alchimiques ou purement spéculatives, telle la croyance en l'existence d'un « esprit universel » (à l'origine de toute substance), de cinq principes et de quatre éléments. Cependant, l'ouvrage de Le Fèbvre revêt quelques aspects expérimentaux intéressants, comme la description de divers instruments (thermomètre à air, fours chimiques) ou la mention d'un accroissement du poids de l'antimoine sous l'effet de la calcination solaire. L'apothicaire définit par ailleurs la saturation des solutions. Enfin, les divers composés (ou « mixtes ») étudiés sont classés dans le traité selon leur règne naturel d'appartenance : animal, végétal et minéral (ce dernier le plus important).

**Glaser** apparaît comme plus « moderne » que son prédécesseur au Jardin Royal : il emploie un langage clair, évite les spéculations théoriques, mentionne uniquement les expériences réalisées par lui-même et conteste la valeur de l'alchimie. En 1663, l'apothicaire publia un *Traité de la Chymie*, souvent réédité, qui concurrença l'ouvrage de Le Fèbvre. Presque totalement débarrassé des obscurités alchimiques, le traité de Glaser restreint les aspects théoriques à

trois principes actifs et deux principes passifs. Dans la partie pratique, prédominante, sont notamment présentées une trentaine d'opérations chimiques classées par ordre alphabétique (d'alcooliser à vitrifier). Comme chez Le Fèbvre, la chimie minérale est majoritaire, mais la classification des « mixtes » se trouve inversée. Enfin, Glaser fit des découvertes intéressantes : il prépara le nitrate d'argent fondu en cylindres, le chlorure d'arsenic, le sous-nitrate de bismuth et surtout les « sels de Glaser » (« sel polychreste » ou sulfate de potassium et « sel prunelle » ou nitrate de potassium purifié).

Le Fèbvre et Glaser matérialisent (le second davantage que le premier) un tournant important de la chimie du XVII<sup>e</sup> siècle, qui tend à s'éloigner de l'alchimie pour évoluer vers des conceptions de plus en plus rationnelles. Par ailleurs, le traité de Glaser annonce le *Cours de Chymie* de Nicolas Lémery.

### Bibliographie

- Contant J.-P., Contribution à l'histoire de l'enseignement de la pharmacie : l'enseignement de la chimie au Jardin Royal des plantes de Paris, thèse de doctorat en Pharmacie, Strasbourg, **1952**.
- De Milt C., Early chemistry at Le Jardin du roi, *J. Chem. Educ.*, **1941**, vol. XVIII, p. 503.
- De Milt C., Christopher Glaser, *J. Chem. Educ.*, **1942**, vol. XIX, p. 53.
- Dorveaux P., Les grands pharmaciens. XVII : l'apothicaire Le Fèbvre Nicaise, dit Nicolas, *Bull. Soc. Hist. Pharm.*, **1924**, 42, p. 345.
- Jaussaud P., *Pharmaciens au Muséum*, Archives. Éditions du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, **1998**.
- Lafont O., *D'Aristote à Lavoisier : les étapes de la naissance d'une science*, Paris, Marketing, Ellipses, **1994**, p. 59.



Portrait présumé de Christophe Glaser. DR.

\* Unité de Pharmacie et Toxicologie, École Nationale Vétérinaire de Lyon, 1 av. Bourgelat, BP 83, 69280 Marcy l'Étoile.  
E-mail : p.jaussaud@vet-lyon.fr



# MANIFESTATIONS

- Lagarde H., *L'apothicaire-chimiste Christophe Glaser*, *Mem. Soc. Emul. Doubs*, **1980**, vol. V, p. 407.
- Partington J., *A history of chemistry*, Londres, Mc Millan, **1962**, vol. III, p. 17.
- Hannaway O., Glaser Christopher, in Gillispie C. éd., *Dictionnaire of Scientific Biography*, New York, Charles Scribner's Sons, **1972**, vol. V, p. 417.
- Roldan Y Guerrero R., Christophe Glaser et les sels de Glaser, *Rev. Hist. Pharm.*, **1955**, 144, p. 16.
- Vandecandelaere E., *L'apothicaire Christophle Glaser et ses rapports avec Madame de Brinvilliers*, thèse de doctorat en Pharmacie, université de Caen, **1982**.



Page de titre du *Traité de la Chymie* de Christophe Glaser. DR.



## Colloque sur les polymères Makromolekulares Kolloquim

Freiburg (Allemagne), 22-24 février 2001

Jacques Boileau, conseiller scientifique

Ce colloque annuel de Fribourg, fondé par Staudinger en 1953, a été organisé cette année par H.J. Kartow, H. Finkelmann, R. Mülhaupt, G. Stroll, professeurs à l'Institut de Chimie des Polymères de Fribourg. Il y a eu environ 700 participants germanophones : universitaires (environ 25 %), industriels (35 %), étudiants (40 %) ; l'ensemble des exposés et la plupart des affiches étant présentés uniquement en allemand. Nous avons apprécié au plan de l'organisation un parfait respect des horaires, ainsi que chaque matin avant la pause, une présentation préalable de 3 minutes des affiches par leur auteur, ce qui permet aux participants de choisir celles qui pour lui présentent le plus d'intérêt. Cette méthode, déjà en vigueur en 1985 à Fribourg, serait à développer dans les colloques français (elle existe déjà pour certains colloques).

Cette année, peu d'exposés sur les mécanismes de polymérisation sauf sur les réactions de métathèse. Les thèmes suivants ont été abordés :

- Les synthèses d'assemblages de géométrie tridimensionnelle contrôlée, éventuellement prévues par modélisation, et d'édifices supramoléculaires, avec comme application possible des séparations par membranes.

- Les passages par des gels pour l'obtention de nanomatériaux. Ce thème a été abordé fréquemment : sur le plan théorique par le Pr U. Suter de Zurich (nanocomposites) dont on pourra consulter les publications. Pour les applications, citons les nanomembranes, des nanoparticules amphiphiles, des zéolithes à nanocavités, des granules chargées pour l'optique.

- L'emploi de solvants particuliers sélectifs : oléfines en milieu aqueux, CO<sub>2</sub> hypercritique, entectiques de sels minéraux anhydres fondus (AlCl<sub>3</sub>-NaCl ; KSCN-NaSCN...), d'hydrates (SiClO<sub>4</sub>, 3H<sub>2</sub>O...), ces derniers peuvent dissoudre la cellulose qu'on régénère ensuite ou qu'on transforme chimiquement (S. Fischer). Avec les premiers, on peut obtenir par exemple des polyacrylonitriles de Mw de 1 200 000.

- L'obtention de nouveaux polymères fluorés : caoutchoucs fluorés résistant à l'ozone et moulables par injection (Bayer), copolymères à blocs polytétrafluoroéthylène-polyamides obtenus par irradiation et transamidation, à très faible coefficient de frottement, faible usure et pouvant être collés (K. Lurkwitz, Dresde).

- La préparation de polymères à propriétés optiques particulières, notamment des diodes organiques électroluminescentes (« OLED » en américain).

- Dans le domaine des polymères à propriétés d'« actionneur » (muscle artificiel), un très intéressant exposé du Pr H. Finkelmann sur un polymère cristal liquide cholestérique à structure hélicoïdale.

Il faut souligner ici l'intérêt d'un tel colloque, d'excellent niveau scientifique, dans une atmosphère accueillante et conviviale, permettant les contacts entre universités, centres de recherches (Fraunhofergesellschaft, Max Planck Institut) et industriels, ainsi qu'un rôle formateur pour les étudiants.

- Institut für Makromolekulare Chemie, Stefan Meierstr. 31, 79104 Freiburg/Breisgau (Allemagne). Tél. : +49 (761) 203 6271.

### Index des annonceurs

Alcimed .....	IV <sup>e</sup> de couv.	Polymer .....	p. 54
Argonaut Technologie .....	III <sup>e</sup> de couv.	Répertoire français des ingénieurs .....	p. 72
Chemspeed .....	p. 52	SAGE .....	p. 60
Ecasia'01 .....	p. 70	SEDAC .....	p. 37
EDP Sciences .....	p. 49, II <sup>e</sup> de couv.	Sigma Aldrich .....	p. 44
Euroforum .....	encart	Société de secours aux Ingénieurs Chimistes .....	p. 48



# MANIFESTATIONS

## CALENDRIER

24-26 septembre 2001

### Powering the future

Chicago (IL, États-Unis)

- Intertech Conferences.  
Tél. : +1 (207) 781 9623.  
Fax : +1 (207) 781 2150.  
bwilkie@intertechusa.com  
http://www.intertechusa.com

octobre-décembre 2001

### Séminaires du Service des Molécules Marquées

Saclay

Organisés par le SMM du département de biologie cellulaire et moléculaire du Centre d'Études Nucléaires de Saclay, ces séminaires se tiendront dans la bibliothèque du bâtiment 547 du CEN-Saclay, à 11 h. Pour assister à ces séminaires, se mettre en rapport avec le secrétariat SMM.

- 9 octobre 2001 : *Conception de ligands et de complexes mimés de site actif de métalloprotéines : application à la modélisation de la superoxyde dismutase à fer ou manganèse*, par Clotilde Policar (Paris XI).

- 23 octobre 2001 : *Capturs de radicaux libres et potentialités pharmacologiques*, par Louis Jung (Faculté de Pharmacie, Strasbourg).

- 6 novembre 2001 : *Synthèses diastéréosélectives de composés bioactifs à partir du (S)-pyroglutaminol*, par Nicole Langlois (CNRS, Gif-sur-Yvette).

- 4 décembre 2001 : *Cibliothèques, chimiothèques et criblage à l'IFR 85 de Strasbourg*, par Jacques Haiech (Faculté de Pharmacie, Strasbourg).

- Secrétariat SMM.  
Tél. : 01 69 08 52 55

2-6 octobre 2001

### Mosan EuroSalute 2001

Milan (Italie)

- Assoexpo.

assoexpo@assoexpo.com  
http://www.mosan.com

sfic 7-12 octobre 2001

### JEPO 29

29<sup>e</sup> Journées d'étude des polymères

Clermont-Ferrand

Division Matériaux polymères et élastomères

(L'Act. Chim., juin 2001, p. 60)

- Vincent Verney.  
Tél. : 04 73 40 71 82.  
Fax : 04 73 40 77 00.  
viverney@courrier.univ-bpclermont.fr  
http://www.univ-bpclermont.fr/CONGRES/jepo29

sfic 13-16 octobre 2001

### Formula III

Concepts et stratégies émergents en formulation : du laboratoire à l'industrie

La Grande Motte

Groupe Formulation

(L'Act. Chim., juin 2001, p. 60)

- Congrès Scientifiques Services (C2S)  
Tél. : 01 47 71 90 04.  
Fax : 01 47 71 90 05.  
c2s@club-internet.fr  
http://www.congres-scientifiques.com/Formula3/

sfic 16-18 octobre 2001

### SAJEC 2001

Symposium Sigma-Aldrich Jeunes chimistes 2001

Rouen-Val de Reuil

Club de jeunes de Rouen

(L'Act. Chim., juin 2001, p. 61)

- Mathias Ibert.  
Tél. : 02 35 52 24 78.  
sajec2001@insa-rouen.fr  
http://adirecof.insa-rouen.fr/sajec2001

17-19 octobre 2001

### GP 2001

6<sup>e</sup> Congrès francophone de génie des procédés

Nancy

- CIMC. Tél. : 03 83 30 11 61.  
Fax : 03 83 17 32 15.  
cpis@ensic.u-nancy.fr  
http://www.ensic.inpl-nancy.fr/GP2001

23-26 octobre 2001

### Miconex 2001

Salon international Mesure, contrôle, instrumentation scientifique

Shangai (Chine)

- Promessa. Tél. : 01 34 57 11 44.  
Fax : 01 34 57 11 40.  
promessa@promessa.com  
http://www.tradefair.de

25 oct.-1<sup>er</sup> nov. 2001

### K'2001

15<sup>e</sup> Salon international du plastique et du caoutchouc

Düsseldorf (Allemagne)

- Promessa. Tél. : 01 34 57 11 44.  
Fax : 01 34 57 11 40.  
promessa@promessa.com  
http://www.tradefair.de

6 novembre 2001

### 1<sup>er</sup> Entretiens de l'INRS

Maîtrise des risques, prévention et principe de précaution

Paris

- Martine Leguay, INRS.  
Tél. : 01 40 44 31 79.  
Fax : 01 40 44 14 22.  
Martine.LEGUAY@inrs.fr  
http://www.inrs.fr

12-14 novembre 2001

### Chemistry in the oil industry VII

International Symposium organised by the Royal Society of Chemistry and the European Oilfield Speciality Chemical Association

Manchester (Royaume-Uni)

- Ruth M. Lane.  
Tél. : +44 1928 788 071.  
Fax : +44 1928 788 084.  
ruth@lane2.freemove.co.uk

13-15 novembre 2001

### PIMC 2001

Collaborative plant and asset lifecycle management

Noordwijk (Pays-Bas)

- CIMdata. Tél. : 01 48 01 61 82.  
Fax : 01 48 01 61 47.  
http://www.CIMdata.com

15-18 novembre 2001

### Stereocat'2001

Stereoselective transition metal-catalysed reactions

Villemeuve d'Ascq

Date limite de soumission :

30 septembre 2001.

- Francine Agbossou-Niedererem.  
Tél. : 03 20 43 49 27.  
Fax : 03 20 43 65 85.  
agbossou@ensc-ille.fr  
http://www.ensc-ille.fr/teacharts/congres/stereocat.html

24-28 novembre 2001

### SAFIN 2001

EuroConference Self-assembled fibrillar networks

Autrans

- P. Terech.  
pterech@cea.fr  
http://www.ill.fr/SAFIN2001/

27-28 novembre 2001

Les 6<sup>e</sup> Journées nationales de la corrosion, anticorrosion et usure

Pau

- Jacques Guinet, Cetim.  
Tél. : 03 44 67 35 91.  
jacques.guinet@cetim.fr

27-28 novembre 2001

Stabilité des mélanges

Paris

- Euroforum.  
Tél. : 01 44 88 14 88.  
Fax : 01 44 88 16 75.  
ami@euroforum.fr  
http://www.euroforum.fr

sfic 27-29 nov 2001

### GFP-SAGE 2001

31<sup>e</sup> Colloque annuel du Groupe Français des Polymères

Bordeaux

- (L'Act. Chim., janvier 2001, p. 50)
- sage2001@enscgb.u-bordeaux.fr  
www.enscgb.u-bordeaux.fr/ilepof/sage.htm

28-30 novembre 2001

6<sup>e</sup> Symposium international Fasis



### *L'authenticité et la sécurité des produits alimentaires*

Nantes

- Eurofins Scientific.  
Tél. : 02 51 83 21 08.  
Fax : 02 51 83 21 11.  
fasis@eurofins.com  
http://www.eurofins-fasis.com/

2-5 décembre 2001

### *14<sup>e</sup> Entretiens Jacques Cartier*

*La chimie du fluor, du téléphone mobile au Prozac. Pourquoi ? Comment ?*

Villeurbanne

- Bernard Langlois.  
Tél. : 04 72 44 81 63.  
Fax : 04 72 43 13 23.  
Bernard.Langlois@univ-lyon1.fr  
http://sercof.univ-lyon1.fr

**sfc** 4-5 décembre 2001

### *Chimiométrie 2001*

Paris

- (*L'Act. Chim.*, mai 2001, p. 66)
- SCl.  
Tél. : 01 53 59 02 10.  
Fax : 01 45 55 40 33.  
j.grolere@wanadoo.fr  
http://www.sfc.fr

**sfc** 6 décembre 2001

### *5<sup>e</sup> Entretiens physique-industrie*

*Systèmes et microsystèmes autonomes et vivants. Gestion de l'énergie*

Paris

- (*L'Act. Chim.*, juillet 2001, p. 69)
- SFP. epi@sfpnet.org  
http://sfp.in2p3.fr

10-14 mars 2002

### *4<sup>th</sup> International Conference on isotopes*

Cape Town (Afrique du Sud)

- Tél. : +27 (21) 762 8600.  
Fax : +27 (21) 762 8606.  
4ICI@GLOBALCONF.CO.ZA

18-22 mars 2002

### *XXIV<sup>e</sup> Journées internationales sur la communication, l'éducation et la*

### *culture scientifiques et industrielles*

Chamonix

- D. Raichvarg.  
Tél. : 06 07 63 33 01.  
Fax : 01 47 40 24 59.  
daniel.raichvarg@u-bourgogne.fr

26-29 mars 2002

### *Forum Labo 2002 et Forum Labo Biotech*

Paris-La Défense

- (*L'Act. Chim.*, juil.-août 2001, p. 66)
- M&C. Tél. : 01 44 53 72 20.  
Fax : 01 44 53 72 22.  
salons@mci-salons.fr  
http://www.forumlabo.com

7-11 avril 2002

### *223<sup>rd</sup> ACS National Meeting*

Orlando (FL, États-Unis)

- ACS Meetings.  
Tél. : +1 (202) 872-4396.  
Fax : +1 (202) 872-6128.  
natlmtgs@acs.org

8-12 avril 2002

### *Wire 2002*

*International trade Fair for wire and cable*

Düsseldorf (Allemagne)

- Messe Düsseldorf GmbH.  
Tél. : +49 (211) 4560 01.  
Fax : +49 (211) 4560 668.  
info@messe-duesseldorf.de  
http://www.messe-duesseldorf.de

11-14 avril 2002

### *Farbe 2002*

*Salon international de la peinture, rénovation, protection des édifices*

Munich (Allemagne)

- DH Communication.  
Tél. : 01 42 73 26 97.  
Fax : 01 42 73 26 98.  
dhcommunich@wanadoo.fr  
http://www.farbe-online.de

1-3 mai 2002

### *ECE 2002*

*External combustion engines 2002 : new strategies for efficient, green power generation*

Los Angeles (CA, États-Unis)

- Charles Spear, Intertech.  
Tél. : +1 (207) 781-9612.

- Fax : +1 (207) 781-2150.  
chuck@intertechusa.com  
http://www.intertechusa.com

13-17 mai 2002

### *IFAT 2002*

*De nouvelles solutions pour le traitement des déchets de notre société de communication*

Munich (Allemagne)

- Messe München GmbH.  
Tél. : +49 (89) 949-20660.  
Fax : +49 (89) 949-20669.  
info@ifat.de  
http://www.ifat.de

29 juin-1<sup>er</sup> juillet 2002

### *Innovation in crystal engineering*

Bristol (Royaume-Uni)

- Nicole Morgan, CECD1, RSC.  
Tél. : +44 (207) 440 3390.  
Fax : +44 (207) 734 1227.  
conferences@rsc.org  
http://www.rsc.org/lap/conf/s/cecd1.htm

30 juin-5 juillet 2002

### *Roermond 2002*

*Hydrogen in catalysis (fuels, chemicals, pharmaceuticals)*

Kerkrade (Pays-Bas)

- http://www.kncv.nl/secties/ka/index.html

30 juin-5 juillet 2002

### *ICPP2*

*2<sup>nd</sup> International Conference on porphyrins and phthalocyanines*

Kyoto (Japon)

- http://kuchem.kyoto-u.ac.jp/ICPP2/

**sfc** 8-11 juillet 2002

### *SFC Eurochem Toulouse 2002*

Toulouse

- (*L'Act. Chim.*, juin 2001, p. 61)
- toulouse2002@sfcurochem.org  
http://www.sfcurochem.org

14-19 juillet 2002

### *ICOS-14*

*14<sup>th</sup> International Conference on organic synthesis*

- Christchurch (Nouvelle Zélande)
- Margaret A. Brimble.  
Tél. : +64 (9) 373 7599 (ext. 8259).

- Fax : +64 (9) 373 7422.  
icos@cont.canterbury.ac.nz  
http://www.conference.canterbury.ac.nz/icos14

11-14 août 2002

### *6<sup>th</sup> International Symposium on bioorganic chemistry*

Toronto (Canada)

- Ronald Kluger.  
rkluger@chem.utoronto.ca

4-7 septembre 2002

### *6<sup>th</sup> International Conference on technetium in chemistry and nuclear medicine*

Bressanone (Brixen) (Italie)

- Tél. : +39 (49) 827 5340.  
Fax : +39 (49) 827 5366.  
Ulderico.mazzi@UNIPD.IT

5-7 février 2003

### *Separation and characterization of natural and synthetic macromolecules*

Amsterdam (Pays-Bas)

Symposium organisé par la Royal Chemical Society of the Netherlands (KNCV).

- Ordibo bvba.  
Tél. : +32 (58) 523116.  
Fax : +32 (58) 514575.  
macromolecules@ordibo.be  
http://www.ordibo.be/macromolecules

1-6 juin 2003

### *18<sup>th</sup> North American Meeting North American Catalysis Society*

Cancun (Mexique)

- 18nam@fisica.unam.mx  
http://www.18nam.org

**sfc** 11-16 juillet 2004

### *13<sup>th</sup> International Congress on catalysis*

Paris

Division Catalyse

- (*L'Act. Chim.*, mai 2001, p. 64)
- breysse@ccr.jussieu.fr  
http://www.ccr.jussieu.fr/lrs/13lcc.htm

# SAGE 2001

incluant le

31<sup>ème</sup> COLLOQUE ANNUEL DU GFP

*Nouvelles tendances en  
synthèse, formulation et  
mise en forme des  
polymères :  
impact sur les propriétés  
et performances des  
matériaux élastomères et  
plastiques*



Bordeaux, 27, 28 et 29 novembre 2001

## COLLOQUE

*Sous le patronage de la SFIP,  
de l'AFICEP et du GFP*

### Pour tout renseignement :

Laboratoire de Chimie des Polymères Organiques (LCPO)  
ENSCPB, 16, av. Pey Berland, 33607 Pessac cedex

Tél : 05-56-84-84-86

Fax : 05-56-84-84-87

E-mail : [sage2001@enscpb.u-bordeaux.fr](mailto:sage2001@enscpb.u-bordeaux.fr)

[www.enscpb.u-bordeaux.fr/lcpo/fr/sage.htm](http://www.enscpb.u-bordeaux.fr/lcpo/fr/sage.htm)

Le colloque SAGE 2001, qui se tiendra à Bordeaux, a pour double objectif de rapprocher les communautés concernées par les polymères (élastomères, plastiques ...) et de faire le point sur certaines des problématiques scientifiques et techniques actuelles.

## COMITÉ D'ORGANISATION

R. Borsali / N. Buzat / S. Carloti / E. Cloutet / H. Cramail / A. Deffieux / M-A. Dourges / M. Fontanille / Y. Gnanou / C. Gonçalves de Carvalho / S. Guillaume / V. Héroguez / E. Ibarboure / S. Lecommandoux / A-F. Mingotaud / E. Papon / N. Richard / M. Schappacher / Me. Schappacher / A. Soum / D. Taton

## COMITÉ SCIENTIFIQUE

J-F. Agassant (CEMEF/EMP - Sophia Antipolis) / B. Ameduri (ENSCM - Montpellier) / M. Armand (LEPMI - St Martin d'Hères) / G. Bertrand (AFICEP) / J-C. Daniel (Fontenay sous Bois) / A. Deffieux (LCPO - Bordeaux) / G. Flauraud (AFICEP) / M. Fontanille (LCPO - Bordeaux) / A. Fradet (LSM - Paris) / P. Girard (SFIP) / G. Goetschel (AFICEP) / D. Lebouvier (Atofina - Serquigny) / R. Legras (Univ. Louvain la Neuve) / P. Robert (Michelin - Clermont-Ferrand) / R. Spitz (LCPP - Villeurbanne) / B. Testard (Faurecia - SFIP)

## Thèmes et Conférenciers d'ores et déjà invités

### Polyoléfines : de la catalyse aux matériaux

G. Debras (ATOFINA)

G. Marin (Univ. Pau)

J. Collomb (BP)

### Mise en forme des matériaux thermoplastiques

T. Coupez (CEMEF)

G. Régner (ENSAM)

D. Marcovecchio (FAURECIA)

### Poly(chlorure de vinyle) : problèmes, remèdes et substituts (PET, Polyoléfines)

J-J. Cloquet (SOLVAY)

J-M. Imbert (Du PONT DOW)

G. Perez (TERGAL FIBRES)

### Polydiènes et autres matériaux élastomères

P. Robert (MICHELIN)

Y. Bomal (RHODIA)

J-L. Leblanc (Univ. Paris VI)

E. Gomez (IFOCA)

### Nouveaux procédés de synthèse : nouveaux matériaux

O. Guerret (ATOFINA)

P. Desbois (BASF)

R. Jérôme (Univ. Liège)

Des séances de communications et des sessions "affiches" seront organisées autour de ces thèmes.

Une session générale ouverte à des communications concernant des résultats nouveaux dans d'autres domaines des polymères élastomères et plastiques sera également proposée.

Les titres des conférences sont donnés sur le site internet du colloque.

# L'Actualité Chimique

## Numéros spéciaux



**Chimie et vie quotidienne**  
Novembre 1999, 156 p.  
coédité  
par la SFC et le CNRS



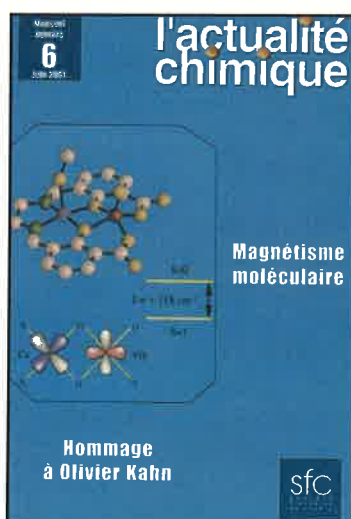
**La chimie combinatoire**  
Septembre 2000, 72 p.



**Nourrir les hommes, hier et demain.**  
Apport de la chimie  
Novembre 2000, 63 p.



**La femtochimie**  
Février 2001, 49 p.



**Magnétisme moléculaire.**  
Un hommage  
à Olivier Kahn.  
Juin 2001, 41 p.

### A venir

- **Quoi de neuf en chimie catalytique ?**
- **Le monde des matériaux**
- **L'hydrogène, carburant propre ? Fabrication, stockage, conversion en énergie**
- **La chimie enzymatique**

Vente : le numéro, 120 FF TTC

Numéros antérieurs à avril 2001 :

SFC, Nadine Colliot, 250 rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : 01 40 46 71 66. Fax : 01 40 46 71 61. E-mail : [adhesion@sfc.fr](mailto:adhesion@sfc.fr)

Numéros parus depuis avril 2001 :

EDP Sciences, Véronique Robin, 7 avenue du Hoggar, PA de Courtaboeuf, BP 112, 91944 Les Ulis Cedex A. Tél. : 01 69 18 75 75. Fax : 01 69 86 06 78. E-mail : [robin@edpsciences.org](mailto:robin@edpsciences.org)



## Compte rendu de l'Assemblée générale de la SFC

Paris, 29 juin 2001

Le Président François Mathey ouvre la séance à 11 h.

### Rapport moral du Président

L'année écoulée a été essentiellement consacrée aux négociations sur les contrats des journaux européens. Le climat en a souvent été tendu mais, finalement, nous sommes arrivés à un compromis satisfaisant.

Moyennant une centralisation et une simplification du fonctionnement de *EurJOC-EurJIC*, ce qui, pour les auteurs, devrait se traduire par des délais de publication moins longs, Wiley propose une augmentation des redevances de 2 % du chiffre d'affaires. Compte tenu du fait que l'essentiel de nos redevances provient de ces deux journaux, il s'agit d'une avancée substantielle. Il nous faut évidemment l'aval de nos sociétés sœurs, mais cela ne semble pas devoir poser de gros problèmes.

L'autre avancée concerne *ChemPhysChem*. Reconnaisant notre rôle central dans la naissance du journal, Wiley nous propose d'être leur partenaire principal. Nous serions ainsi le partenaire principal de l'éditeur. Si la GDCh accepte la formule et si le journal est couronné de succès, ce pourrait être à l'avenir un des fleurons de notre ensemble de journaux.

Le troisième point concerne la succession d'*Analisis*. Nous avons pris environ 4 % des parts de *Fresenius* (contrat signé) et le contrat de fusion *Fresenius-Analisis* est au stade final de gestation. La formule retenue nous met à égalité avec la GDCh pour le contrôle et les redevances du nouveau journal. Le démarrage est prévu début 2002, le rédacteur français est le professeur Garrigues, le titre : *Analytical and Bioanalytical Chemistry (ABC)*.

Le dernier point concerne *L'Actualité Chimique*. En ce qui concerne la politique rédactionnelle, un effort se pour-

suit pour que des numéros spéciaux apportent un éclairage sur des sujets qui ont un impact sur la SFC et des sujets qui font le point sur des domaines scientifiques. Pour les numéros « non dédiés », la mise en place de chefs de rubriques va permettre une meilleure sélection des articles et une pédagogie dans chaque domaine. Le renforcement des brèves scientifiques est souhaitable bien que difficile à mettre en œuvre en raison de la faible participation de la communauté scientifique. En ce qui concerne la production et la distribution du journal, le fait marquant est l'accord de partenariat signé avec EDP Sciences, qui a été mis en place en avril. Cet accord s'est immédiatement traduit par une amélioration de la présentation de la revue, désormais en couleur. Une augmentation du lectorat, grâce à une politique plus agressive de marketing et de publicité conduite par EDP Sciences, devrait être perçue dans les deux années qui viennent.

Résumons-nous. A la fin 2001, nous devrions être aux commandes partielles d'un ensemble de journaux primaires comprenant *Chemistry a European Journal*, *EurJOC*, *EurJIC*, *ChemPhysChem* et *Analytical and Bioanalytical Chemistry (ABC)*. Reste donc à régler la question de *ChemBioChem* qui n'a fait à ce jour l'objet d'aucune discussion.

Dans un autre registre, le site web de la SFC continue à progresser : le site intégralement rénové est consultable depuis le 17 mars 2000.

Une rubrique SFC 2000 a été spécialement créée et a permis aux congressistes d'être informés en temps réel des programmes, des conditions d'inscription au colloque, et des conditions d'hébergement, d'accéder aux résumés des conférences et, à l'issue du congrès, de répondre à une enquête et d'en connaître les résultats. Une ver-

sion « light » du site en anglais était également disponible.

Les interrogations par requêtes sur les manifestations sont disponibles depuis le 15 février 2000.

La mise en place de l'annuaire électronique des adhérents est effective depuis début juin 2000. Sa mise à jour s'effectue toutes les deux semaines.

La bourse de l'emploi, consultable sur le site, est passée d'une dizaine d'offres industrielles à une trentaine, les offres « académiques » (thèses, post docs, places d'enseignants) sont d'environ 30.

Une base de données des formations en formulation est aussi disponible depuis juin 2000.

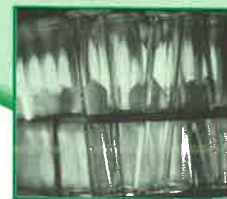
La fréquentation du site est en très nette progression.

De nouvelles rubriques sont en cours de chantier : annuaires thématiques (catalyse, formulation).

En parallèle, une information en ligne « *SFC info en ligne* » a été créée et diffusée mensuellement à tous nos adhérents munis d'une adresse électronique au cours de l'année 2000. Pour clore ce rapport, signalons la toute récente signature d'un accord de partenariat avec le Groupe Français d'Études et d'Applications des Polymères (GFP). Cet accord créant une division commune « Polymères » fait suite à la création d'une division commune « Chimie physique » avec la Société Française de Physique. Il s'inscrit dans la poursuite d'une politique très volontariste de développement de partenariats avec d'autres sociétés savantes. Ce regroupement des chimistes, éventuellement membres d'autres sociétés, répond à deux objectifs :

- éviter la dispersion, donc renforcer le poids et la crédibilité de la SFC (seule société habilitée à représenter la communauté des chimistes français aux niveaux national et international)





comme ceux de la société partenaire ;  
- assurer la communication et la concertation indispensables entre les diverses composantes de la chimie française, sachant que la société partenaire conserve ses statuts propres ainsi que son autonomie de fonctionnement et de gestion.

Nous nous efforçons de généraliser des accords de cette nature qui constituent pour la SFC un axe majeur de développement.

Comme l'on peut s'en rendre compte à la lecture de ces lignes, l'année 2000-2001 a été fertile en consolidations et en projets. Le retour prévisible à l'équilibre financier devrait nous permettre de parfaire nos structures et d'amplifier nos actions au cours de l'année 2002. Je dois pour finir saluer la bonne volonté et la motivation de toutes les personnes permanentes et bénévoles qui font « tourner » la SFC. Leur action, quelquefois souterraine, permet de maintenir à flot et de faire avancer notre navire.

## Approbation des résultats 2000 et du budget 2001

### Comptes de l'exercice

Le Trésorier souligne les deux faits marquants de l'exercice clos le 31.12.2000 :

- D'abord l'important déficit (- 582 467,71 F) qui ressort du congrès « SFC 2000 » organisé à Rennes en septembre dernier. Du fait de ce déficit, le résultat de l'exercice se solde par une perte de - 290 089,13 F.

- Ensuite la prise de participation de 20 % du capital d'EDP Sciences, éditeur de journaux et livres scientifiques. Cette opération a entraîné une sortie de trésorerie de 4 020 000 F, laquelle, conjuguée avec le financement du déficit de « SFC 2000 », explique pour l'essentiel la diminution au bilan du poste « portefeuilles-titres » qui passe de 10 450 kF au 31.12.1999 à 5 583 kF au 31.12.2000.

Le Commissaire aux comptes a conclu à la sincérité et la concordance des comptes annuels.

Les tableaux présentant ces comptes (compte de résultat exercice 2000, bilan au 31 décembre 2000 et l'annexe aux comptes annuels), le rapport du trésorier ainsi que le rapport général du

Commissaire aux comptes ont été publiés dans *L'Actualité Chimique* de mai 2001.

### Budget 2001

Le Trésorier indique trois points clefs concernant le budget présenté duquel il ressort, pour 2001, une perte de - 180 kF :  
- D'abord, *L'Actualité Chimique* est considérée pour 1/4 de l'année (numéros 1 à 3) produite par la SFC, pour les 3/4 de l'année (n° 4 et suivants) produite par EDP Sciences. Pour l'ensemble de l'année 2001, le compte d'exploitation de la revue est équilibrée, alors que l'exercice 2000 a accusé une perte de - 142 kF à ce titre.

- Ensuite, il est prévu pour le web des recettes de 250 kF provenant pour partie de la rémunération des services rendus aux « visiteurs », pour le reste des subventions sollicitées en contrepartie des projets de développement prévus en 2001.

- Enfin, les redevances perçues au titre des revues européennes auxquelles est associée la SFC sont reconduites (347 kF) au niveau de celles récurrentes de l'exercice 2000 (604 kF dont 332 kF non récurrents provenant de la cession du *JCR* en 1999).

Les contacts actuellement en cours dans le cadre des revues européennes permettent de penser que ce 3<sup>e</sup> point devrait être nettement amélioré, un exercice 2001 équilibré étant en conséquence envisageable.

L'Assemblée générale approuve les comptes 2000 et le budget 2001.

### Approbation des résolutions

Les trois résolutions suivantes soumises à l'Assemblée ont été votées à l'unanimité :

#### Résolution n° 1

Ayant pris connaissance du compte de résultat de l'exercice 2000 et du bilan au 31 décembre 2000, arrêtés par le Conseil d'administration, du rapport du Trésorier et de celui du Commissaire aux comptes, l'Assemblée générale approuve les dits comptes, se clôturant par une perte de 290 089,13 F.

Elle donne quitus de leur mandat aux membres du Conseil d'administration.

#### Résolution n° 2

L'Assemblée générale approuve :

- l'imputation au compte « *Fonds asso-*

*ciatif* », de 50 676,56 F respectant les 10 % minimum statutaires des produits annuels du patrimoine, portant le montant de ce compte à 16 113 371,48 F au 31 décembre 2000 ;

- l'imputation au compte « *Report à nouveau* » de - 340 765,69 F portant le montant dudit compte à 1 074 223,73 F au 31.12.2000.

#### Résolution n° 3

Ayant pris connaissance du compte du résultat prévisionnel pour l'exercice 2001, l'Assemblée générale approuve ce budget dégageant un déficit de 180 000 F.

### Renouvellement de 6 postes d'administrateurs

En accord avec les statuts, l'Assemblée générale a élu 6 nouveaux administrateurs :

- Daniel Decroocq, professeur extraordinaire (université Catholique de Louvain),

- Jacques Dubar, ex-directeur de la branche chimie fine de Rhône-Poulenc, trésorier du club Histoire de la chimie de la SFC,

- Marc Lemaire, professeur (université Claude Bernard, Lyon I),

- Guy Paillotin, président du Conseil général de l'INA-PG,

- Jean Sarrazin, directeur de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier,

- Arsène Schun, président de la Société de Chimie Industrielle,

en remplacement des administrateurs dont les mandats venaient à expiration :

- Pierre Braunstein, directeur de recherche CNRS,

- Philippe Desmarescaux, ex-directeur général du groupe Rhône-Poulenc,

- Henri Kagan, professeur à l'université Paris-Sud Orsay,

- Jacques Kervennal, délégué chimie fine Elf Atochem,

- Danièle Olivier, professeur à l'université Paris VI, directeur de l'ENSCP,

- François Mathey, professeur à l'École polytechnique, devenu Président de la SFC.

J.-C. Brunie  
Secrétaire général



## Grands prix 2001

### Prix Le Bel

. Jean-Yves Lallemand

Jean-Yves Lallemand, 58 ans, est directeur de recherche au CNRS (classe exceptionnelle) et professeur à l'École polytechnique.

Après une thèse d'État sur la synthèse d'alcaloïdes, sous la direction de Marc Julia, il effectue un stage post-doctoral aux États-Unis (J.D. Roberts, California Institut of Technology) où il s'initie à la RMN du carbone 13 juste naissante. À côté d'études d'alcaloïdes complexes, il développe les techniques impulsives et de transformation de Fourier.

En 1973, il rejoint le laboratoire de chimie de l'ENS pour y installer un service de RMN et créer une équipe indépendante orientée vers la synthèse de produits naturels. En RMN, le premier résultat important est la mise au point d'une technique permettant de dénombrer facilement et avec une bonne sensibilité le nombre de protons portés par un carbone, technique toujours utilisée. Parallèlement, il démarre les premières expériences de RMN 2D, immédiatement appliquées à l'élucidation de composés naturels complexes ou sur de très faibles quantités. Comme cela s'est produit plusieurs fois dans sa carrière, les études RMN serviront de prétexte à des exercices de synthèse totale comme celle du Polygodial, un antiappétant très puissant sur les insectes.

Vers 1978, Jean-Yves Lallemand aborde pour la première fois des sujets touchant la biologie lors de l'étude de l'interaction du *cis*-platine avec des oligonucléotides modèles d'ADN. Une autre étude concerne l'exploration du site de fixation de l'hémoglobine.

En 1981, il constitue un nouveau groupe de recherche en RMN à l'Institut de Chimie des Substances Naturelles (CNRS, Gif-sur-Yvette) et est nommé maître de conférences à l'École polytechnique. La nouvelle équipe RMN de l'ICSN s'affirmera rapidement en France et sur le plan international comme spécialiste des nouvelles méthodes de RMN multidimensionnelle et hétéronucléaire, en particulier

avec la première expérience de « détection inverse », maintenant largement utilisée pour l'augmentation de sensibilité qu'elle procure. Au fil des années, l'équipe a publié de nombreuses innovations au niveau des méthodes RMN (RMN 3D), du traitement du signal, des logiciels ou de la RMN *in vivo* sur rats, cellules de plantes en culture ou organes perfusés. Certains développements, tels le suréchantillonnage et le « filtrage digital » dans les différentes dimensions des spectres, sont aujourd'hui intégrés en standard dans les spectromètres modernes.

Parallèlement, il développe son activité en synthèse organique. Cette recherche, qui relève de la synthèse multiétapes, met en jeu la chimie organique classique mais aussi la chimie organométallique, la photochimie et la chimie radicalaire. Elle a permis la découverte de nombreuses réactions ; on peut signaler l'amélioration considérable de la cuprostannylation d'alcynes par l'addition de plusieurs équivalents d'eau.

Enfin, Jean-Yves Lallemand a récemment apporté une contribution importante à la compréhension des mécanismes fondamentaux intervenant dans la mucoviscidose. Partant d'un raisonnement de chimiste, il a peut-être mis le doigt sur une stratégie alternative de traitement de maladies génétiques consistant à activer, par des molécules simples, des gènes peu exprimés ou en sommeil et produisant des protéines de substitution remplaçant fonctionnellement la protéine déficiente. Ses résultats ont conduit à un essai thérapeutique de phase II, utilisant la colchicine comme inducteur, dont les premiers résultats sont très encourageants.

Jean-Yves Lallemand est l'auteur de 247 publications, 4 brevets et une licence. Il a donné de nombreuses conférences à l'étranger et dirigé une cinquantaine de thèses.

Outre son élection à l'Académie des sciences, il a reçu le prix de la division Chimie organique de la SFC (1980), le prix de l'Académie des sciences (1984), la Médaille d'argent du CNRS (1984) et le prix Grammaticakis-Neuman de l'Académie des sciences (1993).

Depuis 2000, il dirige l'Institut de Chimie des Substances Naturelles du CNRS à Gif-sur-Yvette.

### Prix Süe

. Jacques Védrine

Jacques Védrine, 63 ans, est directeur de recherche au CNRS et professeur de chaire au département de chimie de l'université de Liverpool.

Ses recherches ont principalement porté sur la catalyse hétérogène, plus spécifiquement sur la catalyse acide, domaine étudié dans le cas des zéolithes (silico-aluminates et aluminophosphates microporeux), et la catalyse d'oxydation sélective sur oxydes métalliques.

La philosophie générale de ses travaux a été de développer une approche moléculaire de la chimie de surface du solide lors de l'acte catalytique. Cette approche, basée sur l'emploi de molécules sondes et de techniques physiques spécifiques à un seul élément (EXAFS, RMN, RPE, Mossbauer...), lui a permis de décrire les sites catalytiques comme des ensembles structurés d'atomes, entités polymères de surface, et d'établir un véritable pont entre le monde des grands procédés industriels sur catalyseur réel et celui de la recherche académique sur catalyseur modèle. Cette approche moléculaire s'est révélée être essentiellement pluridisciplinaire car elle conjugue catalyse, chimie du solide et chimie de coordination. Ces résultats remarquables n'auraient pas pu être obtenus sans la maîtrise au plus haut niveau de méthodes physiques de caractérisation utilisées conjointement et souvent *in situ*. Deux livres coédités avec B. Imelik, directeur de l'Institut de recherche sur la catalyse, *Les techniques physiques d'étude des catalyseurs* (Technip, Paris, 1998) et *Catalyst Characterisation - Physical Techniques for Solid Materials* (Plenum, New York, 1994), témoignent du succès de la mise en œuvre des techniques physiques à l'étude de la catalyse hétérogène, dont Jacques Védrine a été l'un des pionniers, et qui, sous son impulsion, a été généralisée au niveau de l'Institut de recherche sur la catalyse.



Sur le plan scientifique, la contribution de Jacques Védrine a donc été d'établir des concepts simples, permettant de comprendre le fonctionnement des catalyseurs hétérogènes complexes. Ce fut le cas du *chemisage des parois internes* des zéolithes pour modifier leur sélectivité de forme, de la *modulation de la force acide* des catalyseurs zéolithiques, hétéropolyacides et oxydes sulfatés agissant sur leur spécificité catalytique, de *l'effet de synergie* des catalyseurs industriels complexes dits multicomposants par *mouillage* d'un oxyde par un autre et enfin du concept général de *site actif à l'échelle moléculaire* pour les oxydes métalliques en catalyse d'oxydation sélective.

Jacques Védrine a publié 280 articles et donné 210 conférences ou communications dont 30 conférences plénières et 40 invitées, 150 séminaires et est l'auteur de 9 éditions d'ouvrages.

## Prix des divisions 2001

### Chimie du solide

#### . Christian Masquelier

Christian Masquelier, 36 ans, a fait ses études à l'université de Paris-Sud et soutenu son doctorat en 1991, préparé sous la direction du professeur A. Revcolevski. Professeur à l'université de Picardie Jules Verne, il est affecté au Laboratoire de réactivité et de chimie des solides d'Amiens.

Ses travaux portent sur l'étude structurale fine de nouveaux oxydes à forte mobilité cationique. Il a passé trois années et demi de stage post-doctoral, au Japon d'abord, auprès du professeur O. Nakamura, aux États-Unis ensuite, auprès du professeur J.B. Goodenough. Il vient d'être nommé professeur à Amiens dans le groupe d'électrochimie du solide, animé par le professeur J.-M. Tarascon. C'est un jeune « solidiste » dynamique et brillant, engagé dans une thématique importante : le stockage de l'énergie.

### Chimie organique

#### . Prix pour un universitaire : Michèle Bertrand

Michèle Bertrand, professeur de 1<sup>ère</sup> classe à l'université d'Aix-Marseille III, a effectué l'ensemble de sa carrière scientifique à Marseille, après avoir intégré le laboratoire de Jean-Marie Surzur. Nommée assistante en 1969, elle soutient en 1975 une thèse consacrée à l'étude des radicaux centrés sur l'atome d'oxygène et à leur utilisation dans les réactions d'hétérocyclisation. Poursuivant dans cette voie, elle apporte à ses recherches une empreinte toute personnelle à partir du milieu des années 80.

Au cours des 15 dernières années, elle a développé de nouvelles méthodologies radicalaires mettant en jeu des radicaux centrés sur le carbone et/ou des radicaux sulfonyle et leurs applications à la synthèse hautement sélective de dérivés cycliques. En particulier, elle fait partie des premiers à avoir remarqué et utilisé avec élégance la modification de la réactivité des radicaux par complexation au moyen d'un acide de Lewis. Cette découverte l'a conduite à développer, très récemment, de nouvelles méthodes d'accès à des molécules énantiopures possédant d'importantes activités biologiques. Les acides de Lewis permettent de contrôler les transferts de chiralité par stockage de l'information chirale, en particulier par complexation de l'atome d'azote dans les radicaux  $\alpha$ -aminyle. Les processus développés peuvent être appliqués à la synthèse d'alcaloïdes tels que la veltamine B, la conine ou le rétronecanol.

Les travaux de Michèle Bertrand sont concrétisés par une cinquantaine d'articles dans les meilleurs périodiques. Elle s'est impliquée dans de multiples collaborations internationales et a donné de nombreuses conférences sur invitation. Par ailleurs, la lauréate a toujours mené avec efficacité et performance, parallèlement à son implication en recherche, une activité pédagogique exemplaire ainsi que la prise en charge de multiples responsabilités collectives.

#### . Prix pour un industriel : Constantin Agouridas

Constantin Agouridas, 47 ans, est venu en France en 1974, après des études médicales en Grèce. Il obtient un doc-

torat d'État en 1984, sous la direction de François Le Goffic puis, après un passage chez Delalande, rejoint Hoechst-Marion-Roussel. En 1987, il prend en charge le service de chimie pharmaceutique dédié aux anti-infectieux et c'est dans ce cadre qu'il va faire une observation majeure conduisant à une nouvelle classe d'antibiotiques.

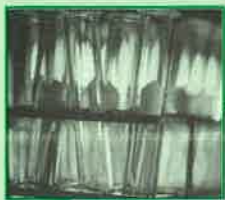
Constantin Agouridas a découvert l'efficacité remarquable d'une famille originale de macrolides comportant une fonction cétone en 3. En 1990, il est nommé responsable du « projet kétolides » qui regroupe chimistes, biochimistes et biologistes chargés d'identifier puis de développer une molécule de cette classe. Ce projet a nécessité un effort chimique important dû à la complexité des molécules et de la cible biologique ; en 4-5 ans, 800 molécules nouvelles ont été préparées à partir de l'érythromycine. En collaboration avec les autres disciplines du projet, il est à l'origine de la mise au point de criblages originaux qui ont contribué à la rapidité de la découverte et de la sélection des nouvelles molécules.

En 1996, la télithromycine a été sélectionnée pour les essais de phase III. Des résultats cliniques très prometteurs ont permis le dépôt d'un dossier de demande d'autorisation de mise sur le marché en Europe et aux États-Unis. Ce produit, destiné au traitement des infections respiratoires contractées en ville, est actif notamment sur les pneumocoques multirésistants aux macrolides, pénicillines et quinolones. Son site de fixation sur le ribosome, différent de celui des macrolides classiques, explique cette particularité. La télithromycine devrait être sur le marché avant la fin de l'année 2001 ; elle répond à un besoin crucial du corps médical.

Constantin Agouridas, qui a maintenant rejoint les laboratoires Galderma, est également professeur associé à l'ENSC Paris. Il est l'auteur de 7 publications, 35 brevets (en majorité consacrés aux kétolides) et a présenté 70 conférences ou communications.

#### . Prix de thèse : Bastien Nay

Bastien Nay, 34 ans, a effectué de brillantes études de pharmacie à



## ACTIVITÉS DE LA SFC

Bordeaux, tout en préparant simultanément une maîtrise, puis a soutenu à Toulouse un DEA avec la mention Très bien. De retour à Bordeaux, il a préparé, sous la direction de Joseph Vercauteren, une thèse intitulée « Synthèse totale asymétrique de flavan-3-ols marqués au carbone 13 comme outils d'investigation biologique ».

L'objectif du travail était de réaliser des synthèses dans cette famille de composés, en vue d'étudier chez l'homme leur métabolisme, leur biodisponibilité, ainsi que leurs propriétés antioxydantes et antiradicalaires qui pourraient expliquer le « paradoxe français ».

Le candidat a exploré deux stratégies de synthèse ; l'une d'elles, la voie « acétophénone-chalcone », a permis notamment d'atteindre les deux énantiomères de la 4-[<sup>13</sup>C] catéchine, la (-)-4-[<sup>13</sup>C] épicatechine naturelle et la (-) proanthocyanidine-B3 naturelle (dimère de flavanol, à la fois marqué au <sup>13</sup>C et chiral).

Ces synthèses, à la fois élégantes, efficaces et originales, ont donc permis d'accéder à des quantités pondérales des énantiomères naturels de trois flavanols marqués au carbone 13. Ces molécules vont maintenant faire l'objet d'études approfondies dans le domaine de la nutrition humaine.

### . Prix Acros-SFC : François Couty

François Couty, 37 ans, est ingénieur de l'ENSC Paris (1987) et docteur de l'université Paris VI (1991). Maître de conférences à l'université Paris VI depuis 1992, il a soutenu une Habilitation à Diriger des Recherches en juin 1999.

Sa thèse, intitulée « Nouvelles applications des  $\alpha$ -aminoalcools en synthèse asymétrique », a été réalisée sous la direction de Claude Agami. Au cours de l'année 1996-1997, François Couty a effectué un stage post-doctoral à Namur dans le laboratoire d'Alain Krief, où il s'est intéressé d'une part à la chimie des organobéryliens et d'autre part à la synthèse stéréosélective de cyclopropanes vinyliques par carbocyclisation intramoléculaire.

A côté de ses activités d'enseigne-

ment, le lauréat développe actuellement une recherche fructueuse et de plus en plus personnelle dans le domaine de la synthèse asymétrique, en utilisant des inducteurs chiraux comme les morpholines et les oxazolines, en particulier les alcényl- et acyloxazolines dérivées respectivement de *N*-méthylphénylglycinol ou de noréphédrine. Il a ainsi mis au point des synthèses très efficaces et élégantes de pipéridines hydroxylées énantiopures comme la (-)-désopropopinine, l'acide 3-hydroxypipécolique, la (+)-pseudoconhydrine et la (-)- $\beta$ -conhydrine. Il a également développé de nouvelles voies d'accès à des alcools  $\alpha$ -aminés chiraux et à des aziridines substituées énantiopures.

L'ensemble du travail de recherche de François Couty a donné lieu à 36 publications et 10 conférences invitées.

### . Prix Sigma-Aldrich-SFC : Andréea Ruxandra Schmitzer

Andréea Schmitzer a effectué ses études à l'université polytechnique de Bucarest, dont elle a obtenu le diplôme d'ingénieur en 1997. Elle rejoint ensuite le groupe d'Isabelle Ricollattes pour y préparer un doctorat en cotutelle entre l'université Paul Sabatier de Toulouse et son établissement d'origine.

Le travail de la lauréate a porté sur l'étude des possibilités d'induction asymétrique en milieu supramoléculaire chiral. L'objectif a d'abord été de synthétiser des molécules amphiphiles, portant des motifs chiraux, à dynamique restreinte, dans l'espoir de réaliser la réduction énantiosélective de cétones prochirales. Elle a ainsi mis au point une approche simple pour la synthèse de glycodendrimères de type polyamidoamine, par couplage direct entre les fonctions amines primaires du dendrimère et la D-glucolactone. Ces nouveaux dendrimères ont ensuite été utilisés comme analogues de micelles rigides, induisant un environnement chiral stéréodirecteur dans la réduction de dérivés carbonyles en milieux aqueux. Les résultats sont spectaculaires, tant en rendements qu'en excès énantiomé-

riques ; ce sont à ce jour les meilleurs résultats obtenus par des systèmes moléculaires organisés dans l'eau. L'extension de la réaction de réduction en phase hétérogène a été ensuite étudiée, le très grand nombre de fonctions de surface du dendrimère faisant l'analogue d'une « micelle solide ». Il est possible de disposer ainsi d'un agent réducteur chiral complexe, capable de réduire des cétones aromatiques avec des excès énantiomériques proches de 100 %.

### . Prix Dina Surdin : Sébastien Jus

Sébastien Jus, 26 ans, ingénieur de l'ESPCI en 1998, major de la promotion, est aussi la même année major du DEA de chimie organique et bioorganique de l'université Paris VI. DEA et thèse ont été préparés à l'ENSCP sous la direction d'Angela Marinetti, dans le laboratoire de synthèse sélective organique et produits naturels de Jean-Pierre Genet.

Les travaux de thèse (réalisés en seulement 2 ans après le DEA) concernent la synthèse de nouveaux phosphétanes chiraux et leurs applications en hydrogénation catalytique énantio-sélective. L'idée a été d'élaborer une structure rigide en insérant le phosphore dans un cycle saturé à 4 chaînons du type bisphosphétane (à symétrie C<sub>2</sub>) ; des ligands du même type associant un phosphétane et une azétidine ont également été étudiés. Les synthèses, pas toujours faciles, ont été parfaitement maîtrisées et le lauréat s'est attaché à développer des méthodes généralisables et originales.

Les ligands bisphosphétanes ont été testés vis-à-vis de deux réactions modèles : réduction de  $\beta$ -cétoesters et réduction de déhydroaminoacides. Les conditions expérimentales ont été mises au point de façon minutieuse. Les remarquables résultats obtenus, dont les perspectives de développement sont importantes, ont fait l'objet d'une proposition de rationalisation des propriétés catalytiques par corrélation avec les caractéristiques structurales et électroniques.



## Sections

### Aquitaine

30 novembre 2001  
**Journée Grand Sud-Ouest**  
Bordeaux

Cette manifestation organisée annuellement et à tour de rôle par les sections régionales de la SFC Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon et Aquitaine (novembre 2000 à Toulouse), est une tribune offerte aux jeunes chercheurs du Grand Sud-Ouest sous forme d'une journée de rencontres et de communications scientifiques.

Toutes les informations (inscription, programme préliminaire, plan d'accès...) sont accessibles sur le site du Club des jeunes de la section Aquitaine :

<http://www.edsc.u-bordeaux.fr/SFC>

• Renseignements : Frédéric Fages,  
LCOO UMR 5802, Université Bordeaux I,  
33405 Talence Cedex.  
Tél. : 05 56 84 89 42. Fax : 05 56 84 69 94.  
E-mail : f.fages@lcoo.u-bordeaux.fr

### Nord-Pas de Calais-Picardie

5-6 décembre 2001  
**6<sup>e</sup> Journées Jeunes chercheurs**  
Villeneuve d'Ascq

Cette année, les Journées Jeunes chercheurs qui se dérouleront sur deux jours à la MACC (Maison des activités culturelles et des colloques) sont organisées par la section régionale et le Club des jeunes.

Deux conférences plénières sont déjà prévues (titres à venir) et une troisième conférence sur l'insertion professionnelle des doctorants, prononcée par Nicole Leray, sera suivie par une table ronde avec C. Dumont (Association Bernard Gregory).

Comme d'habitude, les communications orales sont réservées aux jeunes doctorants alors que les communications par affiche sont ouvertes à tous. Un prix de 150 euros récompensera la meilleure affiche à la fois pour son contenu scientifique et sa présentation.

• Renseignements : Jean-Marie Aubry,  
Laboratoire oxydation et formulation, ENSCL,  
BP 108, 59652 Villeneuve d'Ascq Cedex.  
Tél/Fax : 03 20 33 63 64.  
E-mail : jean-marie.aubry@univ-lille1.fr

## Groupes

### Électrochimie

**Renouvellement du bureau :  
appel à candidatures**

Le groupe Électrochimie, rattaché financièrement à la division Chimie analytique, comporte des membres principalement dans les divisions Chimie analytique, Chimie physique et Chimie organique.

Le bureau du groupe sera renouvelé au printemps 2002. Les candidats souhaitant faire partie du nouveau bureau sont priés de se manifester auprès de Jean-François Fauvarque, président actuel, **avant le 31 décembre 2001**. Les électeurs seront les membres de la SFC ayant acquitté leur cotisation 2002, et ayant manifesté leur adhésion au groupe Électrochimie au moment du renouvellement de leur adhésion à la SFC.

Le scrutin sera un scrutin de liste. Une des listes comportera les membres du précédent bureau manifestant leur souhait de continuer et sera conduite par André Savall, candidat président. Elle pourra comporter jusqu'à 12 membres, de façon à assurer une répartition équilibrée des disciplines, de l'activité industrielle et économique, et des régions.

• Jean-François Fauvarque,  
Laboratoire d'Électrochimie du CNAM,  
2, rue Conté, 75003 Paris.  
E-mail : fauvarqu@cnam.fr

**Journées d'électrochimie 2001**  
Marrakech (Maroc), 5-8 juin 2001

Pour leur déplacement en Afrique du Nord, les Journées d'électrochimie 2001 se sont tenues du 5 au 8 juin à Marrakech (hôtel Atlas). Ces journées francophones offrent une occasion privilégiée d'échanges entre les acteurs de la recherche publique ou privée en électrochimie. Les communications se sont déroulées sous forme de conférences plénières ou thématiques et de communications orales ou par affiches. Les sessions ont été organisées autour des thèmes suivants :

- 1- Électrochimie et photochimie interfaciales,
- 2 - Électrochimie moléculaire,
- 3 - Électroanalyse, capteurs et électrodes modifiées,

### SFC Eurochem Toulouse 2002

**8 au 11 juillet 2002**

Le prochain congrès de la SFC est rebaptisé SFC Eurochem Toulouse 2002 (voir *L'Act. Chim.*, juin 2001, p. 61)

**Nouvel e-mail :**  
[toulouse2002@sfceurochem.org](mailto:toulouse2002@sfceurochem.org)

**Nouveau site web :**  
<http://www.sfceurochem.org>

- 4 - Électrochimie et environnement (dépollution, recyclage, récupération),
- 5 - Matériaux d'électrodes, électrocatalyse, générateurs électrochimiques,
- 6 - Thermodynamique et propriétés de transport des électrolytes : solutions, sels fondus, solides ioniques,
- 7 - Bioélectrochimie et biocapteurs,
- 8 - Électrosynthèse,
- 9 - Génie électrochimique, électrochimie industrielle,
- 10 - Corrosion, passivation,
- 11 - Traitements de surface et dépôts électrochimiques.

Cette manifestation scientifique a connu une large participation estimée à plus de 350 participants. Le programme a comporté 4 conférences plénières, 18 conférences thématiques, 118 communications orales et plus de 240 communications par affiche.

Les Journées d'électrochimie ont bénéficié d'un soutien financier du groupe Électrochimie de la SFC.

Les **prochaines journées** auront lieu à **Poitiers en 2003**.

Quatre prix «**Jeune chercheur** » ont été décernés au cours de ces journées :

- 1 - Le prix d'Électrochimie appliquée à la corrosion (Amalcor) a été attribué à Mohammed Cherkaoui ; un deuxième prix a été accordé à Sekkou Kertit. Afin d'encourager les jeunes chercheurs marocains, un prix a été aussi accordé à M. Laamari, doctorant de l'université de Marrakech.
- 2 - Le prix d'Électrochimie 2001 (SFC) a été décerné au professeur



# ACTIVITÉS DE LA SFC

Alexander Kuhn.

3 - Le prix d'Électrochimie analytique (Société Radiometer Analytical-Tacussel) a été attribué à Vincent Vivier.

4 - Le prix de Bioélectrochimie (Groupe Français de Bioélectrochimie) a été décerné à Stéphane Arbault.

Ces prix ont été remis au cours de l'Assemblée générale, le 7 juin 2001.

## Environnement

### Création du groupe « Environnement »

La SFC se dote d'un nouveau groupe thématique centré sur les questions d'environnement, sur proposition de la division Chimie analytique de la SFC, suivant ainsi les recommandations d'une réunion préparatoire tenue le 21 mai 2001 au siège de la SFC. Ce nouveau groupe vient s'ajouter aux deux autres que la division Chimie analytique anime déjà : le groupe Chimiométrie et le groupe Électrochimie (en association avec la division Chimie physique). Le groupe « Environnement » est l'aboutissement d'une réflexion que la division Chimie analytique a débuté en 1999, animée alors par Claude Mordini, et qui s'est depuis affinée après avoir dressé le constat suivant.

Les préoccupations environnementales prennent désormais une part de plus en plus importante dans la vie quotidienne, non seulement en termes de préservation des habitants naturels et de la biodiversité, mais aussi en termes de santé, d'hygiène et d'alimentation humaine. La plupart des réglementations actuelles nationales ou internationales définies par exemple pour les eaux, les déchets, les matrices agroalimentaires, sont basées sur des niveaux de concentrations de substances naturelles ou anthropiques au-delà desquels des incidences toxiques sont à craindre. Elles résultent des travaux entrepris en chimie analytique au cours des décennies passées, qui ont conduit à un inventaire des principales classes de contaminants chimiques dispersés dans les divers compartiments de l'environnement. Si cette étape nécessaire de simple constat se poursuit

actuellement par la détection de nouvelles molécules contaminant les milieux naturels, il devient tout aussi indispensable d'appréhender les mécanismes régissant leur formation, leur devenir et leur impact dans les différents secteurs environnementaux. Au-delà de l'aspect réglementaire, la connaissance des mécanismes qui président au devenir et au transfert des éléments ou molécules doit maintenant être mise à profit pour envisager de mettre en place de réelles solutions.

Le développement des techniques analytiques a joué, et joue encore, un rôle considérable dans la connaissance des mécanismes de dispersion et de transformation des substances chimiques. Grâce à elles, les cycles biogéochimiques et les flux de ces substances dans l'environnement sont aujourd'hui mieux connus. Si l'approche mécanistique à l'échelle de l'élément ou de la molécule reste la spécificité des études en chimie de l'environnement, il devient de plus en plus nécessaire d'intégrer les connaissances d'autres disciplines comme la biochimie, la toxicologie, la biologie, la géochimie. Cette approche globale est complexe, mais elle devient indispensable lors d'études de terrain, et doit être poursuivie par une démarche rigoureuse et réductionniste afin de sélectionner les paramètres importants qui déterminent le devenir d'une espèce chimique.

Remarquons qu'il n'existe pas à la SFC de groupe de travail en chimie de l'environnement malgré l'urgence d'en développer les concepts, contrairement par exemple à l'American Chemical Society où il existe déjà depuis 1911. De même, la Federation of European Chemical Society (FECS) s'est dotée d'une division « Chimie et environnement » voici déjà plus de dix ans : elle est aujourd'hui l'une de ses divisions la mieux représentée, avec 33 nationalités. Enfin, en moins de 10 ans d'existence, les congrès annuels de la SETAC-Europe (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) se sont grandement développés, et près de 2 000 participants sont attendus à

Madrid en 2001. Tous ces éléments attestent d'une prise de conscience générale des chimistes pour l'environnement face aux problèmes évoqués quotidiennement dans les médias, et auxquels ils peuvent apporter des solutions.

Devant un tel constat, la SFC a décidé de déployer une activité comparable, et sa division Chimie analytique est en mesure d'en conduire la mise en œuvre.

Parmi les futures activités prévues, nous envisageons de recenser et répartir l'information disponible ; organiser des manifestations scientifiques et des séminaires de formation ; créer une identité reconnue au plan national par les organismes de recherche majeurs (CNRS, INRA, IFREMER, CEA...). Cela permettra de fédérer les équipes nationales impliquées dans la chimie de l'environnement afin d'accroître leur visibilité et leur reconnaissance par les institutions publiques (universités, école d'ingénieurs, agences, instituts, EPST et EPIC) et les grands groupes industriels français. Au-delà du rôle national qu'il peut jouer en réunissant les principaux acteurs français de chimie de l'environnement, ce groupe pourra plus facilement rejoindre et intégrer les organismes européens et internationaux existants. Pour cela, il doit être suffisamment fort et représentatif pour pouvoir agir de manière efficace au sein de ces instances.

Un bureau provisoire est mis en place afin de lancer les activités du groupe. Il est coprésidé par Olivier Donard (université de Pau) et Philippe Garrigues (université de Bordeaux). Son secrétaire est Alain Bermond (Institut National Agronomique-Paris, Grignon). Au terme d'une période de deux ans, les membres du groupe « Environnement » pourront élire le prochain bureau en 2003.

Les personnes désireuses de rejoindre ce groupe thématique sont priées d'en informer la division Chimie analytique.

**Patrick Arpino**

• Président de la division Chimie analytique.  
SFC, 250 rue Saint-Jacques, 75005 Paris.  
E-mail : p.arpino@sfc.fr



## Club Histoire de la chimie

16 novembre 2001

### Réunion du club

Paris

Cette réunion de « communications libres » se tiendra à 14 h à la SFC. Le programme définitif sera communiqué ultérieurement. Les personnes qui souhaiteraient encore présenter des travaux peuvent se faire connaître auprès de Marika Blondel-Mégrelis dont les coordonnées figurent ci-dessous.

### Renouvellement du Conseil d'administration

Le Conseil d'administration, réuni le 20 juin dernier, informe les adhérents que six postes d'administrateurs seront à pourvoir en décembre 2001.

Les personnes intéressées peuvent se faire connaître dès à présent et obtenir des renseignements en écrivant à Marika Blondel-Mégrelis, présidente du club Histoire de la chimie, SFC, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris.

E-mail :

marika.blondel-megrelis@libertysurf.fr

L'assemblée générale a été fixée au 14 décembre à 14 h à la SFC.

## Parrainages

21-25 octobre 2002

### Matériaux 2002

Tours

#### Appel à communications

Thèmes des colloques :

- 1 - Poudres et matériaux nanostructurés : du fondamental aux applications industrielles.
- 2 - Modélisation et comportement des matériaux hétérogènes et aléatoires.
- 3 - Non linéarités de comportement mécanique des polymères à l'état solide.
- 4 - Comportement et rupture des matériaux sous sollicitations dynamiques.
- 5 - Corrosion et anticorrosion dans les installations industrielles.
- 6 - Interfaces dans les composites et autres multimatériaux.
- 7 - Traitements de surface et dépôts par voie sèche : structure, fonctionnalité et procédés.
- 8 - Soudage et prospective industrielle.
- 9 - Mise en forme des métaux.
- 10 - Les nouveaux matériaux

magnétiques et leurs applications : du massif au nano.

- 11 - Étude et maîtrise des microstructures pour les matériaux de structure.
- 12 - Surfaces, interfaces et polymères.
- 13 - Verres et matériaux amorphes.
- 14 - Matériaux pour le stockage de l'énergie et la protection de l'environnement.
- 15 - Génie d'élaboration des membranes.
- 16 - Élaboration des matériaux métalliques massifs.
- 17 - Les matériaux pour le vivant.
- 18 - Matériaux pour l'industrie nucléaire.
- 19 - Les mélanges de polymères.

Les résumés sont à envoyer de préférence par e-mail ou par courrier à la SCI.

#### Date limite de soumission :

**9 novembre 2001.**

- Société de Chimie Industrielle, Secrétariat des Congrès/Matériaux 2002, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. : 01 53 59 02 18. Fax : 01 45 55 40 33. E-mail : [materiaux@materiaux2002.net](mailto:materiaux@materiaux2002.net) <http://www.materiaux2002.net>

## Jean JACQUES nous a quittés

Nous venons d'apprendre avec émotion le décès de Jean Jacques.

Récemment, nous avons publié dans *L'Actualité Chimique* (mai 2001, p. 46) un article qu'il avait consacré à Auguste Laurent et à sa tentative infructueuse pour entrer au Collège de France. Cet article avait fait les délices de nos lecteurs.

Le Collège de France, Jean Jacques le connaissait bien pour y avoir fait une grande partie de sa carrière.

Homme de sciences de réputation internationale, homme de grande culture, honnête homme engagé, c'est le souvenir qu'il laisse à *L'Actualité Chimique* qui présente ses condoléances profondément attristées à sa famille.

**Bernard Sillion**  
Rédacteur en chef

# Ecasia '01

## Scientific and Technical Sessions:

*Adhesion, Biomaterials, Catalytic Materials, Composite Materials, Corrosion, Data Interpretation and Quantification, Depth Profiling, Environmental Studies, Glass-Ceramics, Heritage Conservation, Imaging/High Lateral Resolution, Magnetic Materials, Materials for Batteries, Metals, Micro- and Opto-Electronics, Nanoidentation, Oxidation, Oxide surfaces, Polymers, Simulations and Software, Solid-Liquid Interfaces, Technique Development, Thin Films and Coating (organics and inorganics), Tribology and Wear.*

**9<sup>th</sup> European Conference on  
Applications of Surface  
and  
Interface Analysis**  
**30 September – 5 October 2001**

**AVIGNON, France**

Chairman: P. Marcus  
Laboratoire de Physico-Chimie des Surfaces



## Exhibition:

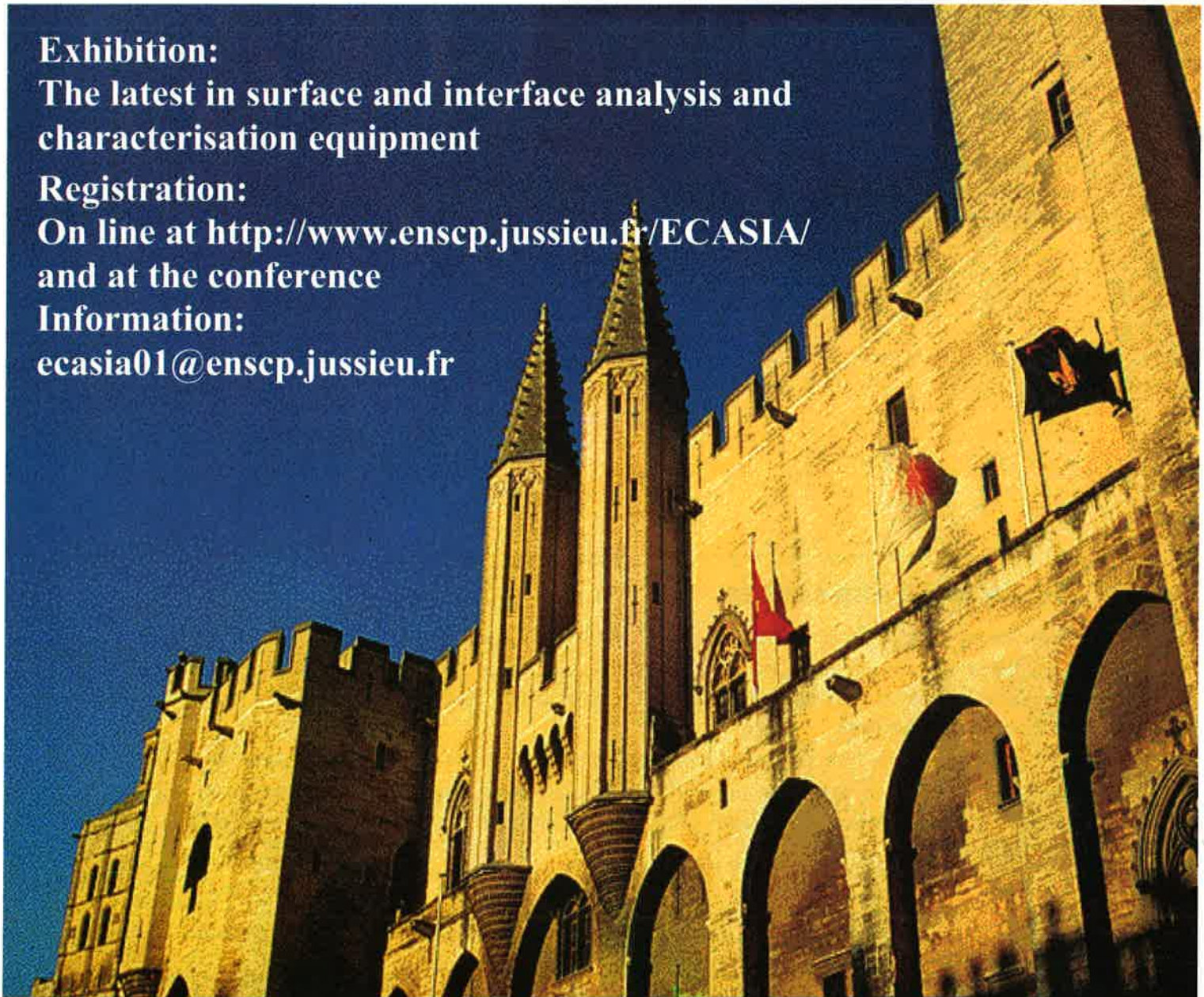
The latest in surface and interface analysis and characterisation equipment

## Registration:

On line at <http://www.enscp.jussieu.fr/ECASIA/>  
and at the conference

## Information:

[ecasia01@enscp.jussieu.fr](mailto:ecasia01@enscp.jussieu.fr)







# Chimie, science expérimentale ?

## Réflexions sur l'enseignement des travaux pratiques

La chimie est incontestablement une science expérimentale. En forte proportion, les étudiants formés à l'université en maîtrise de chimie sont destinés à aller dans les laboratoires de recherche des instituts publics ou des industries, et pendant un certain nombre d'années, ils seront amenés à travailler « à la paillasse ». Est-ce que l'université dans ses formations « standards » forme les étudiants à l'expérimentation ? Notre enseignement est-il adapté à ce besoin ?

### • A propos du temps consacré aux travaux pratiques de chimie

En premier cycle scientifique universitaire, les étudiants suivent chaque année un enseignement comportant une centaine d'heures de TP réparties entre toutes les matières. Pour la chimie, cet enseignement représente globalement 60 heures pour les deux années de DEUG. Il s'y ajoute environ 100 heures par an durant le second cycle, soit un total d'environ 260 heures de TP pour l'ensemble de la formation d'un « chimiste universitaire ». Il faut insister sur le fait que ces enseignements n'incluent pas seulement des manipulations « à la paillasse », mais également de la chimie calculatoire, de l'informatique et de la modélisation.

Fort heureusement, à côté de ce temps statutaire, un certain nombre d'étudiants sont amenés à faire des stages pratiques au cours de leur scolarité. Cependant, ces stages ne sont pas toujours obligatoires, notamment dans les universités à gros effectifs étudiants, et ils ne sont pas suffisamment valorisés dans les enseignements, même s'ils se généralisent avec la baisse sensible des effectifs d'étudiants chimistes de ces dernières années. Ces formations sont en majorité effectuées dans des laboratoires de recherche du secteur public qui en assument le coût (fonctionnement et encadrement).

### • A propos de l'organisation des travaux pratiques

- Le personnel

L'enseignement des TP est dispensé par des maîtres de conférence, des professeurs agrégés, des ATER, des moniteurs ou des vacataires.

La chimie expérimentale est un enseignement « rapproché » qui demande une très grande expérience professionnelle. Le rôle de l'enseignant y est capital. On attend de lui qu'il puisse guider l'étudiant, lui apprendre les techniques expérimentales et lui expliquer le pourquoi des choses. Confier cette tâche à des enseignants débutants n'est sans aucun doute pas la meilleure solution.

D'autre part, il y a de moins en moins de personnel technique dans les laboratoires d'enseignement et les

enseignants se retrouvent chargés d'un travail supplémentaire de préparation, de nettoyage et de rangement.

- Le coût

Les enseignants disposent d'un budget relativement serré pour les TP. Si l'on prend l'exemple d'une université nouvelle (Marne-la-Vallée) assez caractéristique du panorama national, pour chaque TP de 3 heures de premier cycle, l'enseignant dispose d'environ 75 FF de fonctionnement par étudiant (ce qui est relativement confortable par le fait que les autres disciplines de premier cycle sont moins coûteuses). En second cycle, pour lequel on pourrait attendre une augmentation des allocations, ce budget est ramené à 50 FF car il n'y a plus de compensation avec d'autres matières moins coûteuses.

Un autre problème fondamental est celui de la reconnaissance, ou plutôt de la mauvaise reconnaissance, du travail fourni. En effet, un service d'enseignement « normal » correspond à 192 heures équivalent TD parmi lesquelles une heure de cours est décomptée comme 1,5 heure de TD, alors qu'une heure de TP n'est comptée que pour 66 % d'un TD si elle est assurée par un enseignant-chercheur.

### • Y-a-t-il une solution ?

Pour améliorer le système mis en place, l'université a de plus en plus recours aux stages, mais ils ne sont pas institutionnalisés. Ils durent environ 3 mois, avant l'entrée en DEA, et sont bénéfiques, en définitive, à la fois pour le laboratoire d'accueil et pour l'étudiant qui voit ainsi la recherche de manière concrète.

Ces stages ne remplacent cependant pas un enseignement de base qui relève d'une pédagogie devant être proposée par l'université.

Pour une science expérimentale, il conviendrait non seulement de ne pas négliger mais au contraire de développer davantage cet aspect et cela passe aussi par une motivation des enseignants. Mais comment faire pour que tous les enseignants de l'université « se précipitent pour faire des TP » ? On pourrait, par exemple, traiter TP et TD à parité, c'est-à-dire qu'une heure de TP soit comptée comme une heure de TD, parce que finalement, un bon TP c'est à la fois un TD et un cours. En conclusion, il convient de ne pas freiner la motivation pour les TP par une mauvaise reconnaissance.

Vous qui êtes confrontés à ce problème, de près ou de loin, qu'en pensez-vous ? Le débat est lancé et nous espérons que ce texte amènera de nombreuses réactions.

**Gilberte Chambaud**

Présidente de la Commission  
Interdivisions Enseignement

# RÉPERTOIRE FRANÇAIS

## DES INGÉNIEURS

Le **Répertoire français des ingénieurs** est un fichier professionnel qui rassemble les personnes titulaires d'un diplôme d'ingénieur reconnu par l'État et celles reconnues par le monde professionnel comme exerçant réellement ou ayant exercé un métier d'ingénieur.

Ce répertoire électronique a été créé en février 1998 par le CNISF (Conseil National des Ingénieurs et Scientifiques de France), en accord avec les Unions régionales d'ingénieurs et de scientifiques, les principales associations d'anciens élèves d'écoles d'ingénieurs et les associations scientifiques, techniques ou professionnelles françaises.

### Le Répertoire recense :

- \* Les **Ingénieurs Diplômés (ID)** d'un établissement habilité par le Ministère, chargé de l'Enseignement Supérieur,
- \* Les **Ingénieurs Reconnus d'origine Scientifiques (IRS)** d'un haut niveau de formation universitaire scientifique justifiant d'une expérience professionnelle d'au moins 5 ans dans une fonction d'ingénieur,
- \* Les **Ingénieurs Reconnus (IR)** d'un moindre niveau de formation scientifique justifiant d'une expérience professionnelle d'au moins 5 ans dans une fonction d'ingénieur.

Ce Répertoire, qui protège l'appellation « Ingénieur » d'usages abusifs, propose aux professionnels exerçant un réel métier d'ingénieur, sans avoir acquis le diplôme correspondant, une dénomination définie et reconnue par la profession. Il facilite, de plus, une reconnaissance professionnelle mutuelle des ingénieurs dans l'Union Européenne.

Cette reconnaissance est extrêmement utile en termes de **mobilité** car elle ajoute une référence extérieure à l'entreprise (en cas de changement de société, de fusion, d'absorption ou de reconversion... ). Ceci est particulièrement vrai pour les universitaires (DEA, DESS, docteurs es-sciences) travaillant dans l'industrie, pour les ITA (Ingénieurs Techniciens Administratifs) du CNRS et pour les ingénieurs-maison.

### Inscriptions sur le Répertoire

\* L'inscription est de droit pour les ingénieurs diplômés d'écoles françaises habilitées par la Commission des titres d'ingénieurs. L'association des anciens élèves de ces écoles (si elle existe, est membre du CNISF et s'est déclarée de « référence ») les inscrit automatiquement et collectivement sans démarche de leur part.

\* Tout autre personne, faisant fonction d'ingénieur et souhaitant être reconnue comme tel par inscription sur le Répertoire, doit adhérer à une association de référence (la Société Française de Chimie dans le cas des chimistes) et doit lui présenter un dossier individuel sous la responsabilité de deux parrains, eux-mêmes inscrits au Répertoire.

\* La Société Française de Chimie (SFC) a constitué un Comité d'examen des candidatures d'IRS et IR et transmet éventuellement le dossier au Comité National d'Admission au Répertoire. Le Comité de la SFC est présidé par J-B. Leonetti.

Le Comité National d'Admission est composé de 18 personnalités représentatives des associations d'ingénieurs et de scientifiques, des organismes de formation et des employeurs. Il décide ou refuse l'inscription sur le Répertoire ; en cas de refus, il est possible d'avoir éventuellement recours à une procédure d'appel.

Les frais de dossier versés au CNISF se montent à 550 F. La SFC ne demande à ses membres aucune charge supplémentaire pour ce service.

Le répertoire comprend actuellement plus de 380 000 inscrits. Il est accessible sur Internet : <http://www.cnisf.org>

Le Répertoire est relié à l'annuaire électronique de la SFC qui, seule, est habilitée à fournir les adresses personnelles et professionnelles de ses membres.

### Pour les demandes de dossier de candidature ou toute autre information, contacter :

Mme Nadine COLLIOT. Tél : 01 40 46 71 66. Fax : 01 40 46 71 61. E.mail : [adhesion@sfc.fr](mailto:adhesion@sfc.fr)

Société Française de Chimie, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris.

# Argonaut Technologies and Camile Products are now one company



## The most comprehensive solutions for accelerated Process R&D

### ROUTE SCOUTING

**Quest™** The semi-automated way to experiment in parallel. With volumes from 5 mL to 100 mL and a wide range of reaction conditions, Quest can speed the task of experimenting with new synthesis routes.

### PARAMETER OPTIMIZATION

**Surveyor™** Run ten independent reactions with individually-controlled reaction parameters. Automated reaction sampling and on-line HPLC make it easy to collect data on the effect of reaction variables on yield and purity.

### PROCESS CHARACTERIZATION

**CLARK™** This turnkey system automates experiment control and data acquisition with reactors in volumes from 500 mL to 22 L. Free yourself from the bench and increase the repeatability and reliability of your results.

### PROCESS VALIDATION

**SampleTek™** Add this device to your reactor and you can automate sampling and integrate directly to an analytical instrument such as an HPLC or GC-MS.

### SCALE UP

**CamileTG™** Powerful, customizable software integrates laboratory equipment, controls experiments, collects data and lets you visualize in real-time what is happening inside your reaction vessel.

### CATALYST SCREENING

**Endeavor™** Run eight simultaneous gaseous reactions with independent control of temperature and pressure for each reaction vessel. Measure gas consumption in each vessel to quickly assess catalyst efficacy.



WWW.ARGOTECH.COM

887 INDUSTRIAL ROAD, SUITE G, SAN CARLOS, CA 94070 TELEPHONE 888.598.1350 FAX 650.598.1359

9405 DELEGATES ROW, INDIANAPOLIS, IN 46240 TELEPHONE 888.226.4534 FAX 317.573.3888

ST. JAKOB-STRASSE 148, POSTFACH 43, 4132 MUTTENZ 2, SWITZERLAND TELEPHONE +41.61.465.9898 FAX +41.61.465.9899

MK KOJIMACHI BLDG 4-2-1, KOJIMACHI CHIYODA-KU, TOKYO 102-0083 JAPAN TELEPHONE +81.3.3234.4321 FAX +81.3.3234.1359

*Quest and Surveyor are trademarks of Argonaut Technologies. Clark, SampleTek and CamileTG are trademarks of Argonaut Technologies Systems, Inc. Endeavor is a trademark of Symyx Technologies. © 2001 Argonaut Technologies*



## L'aide à la décision dans un contexte technologique

Créée en 1993, ALCIMED est aujourd'hui, avec une équipe de 34 ingénieurs et docteurs en chimie/biologie, le premier cabinet français spécialisé dans l'aide à la décision et la mise en place de stratégies d'innovation dans le domaine de la Chimie, des Matériaux et des Sciences de la Vie.

**ALCIMED**  
CHEMTECHNOLOGIES

Valorisation d'une technologie et de sous-produits - Europe - Stratégie de développement marketing - Études de marché - Synthons élaborés/avancés - Innovation - Biotechnologies - Recherche de fournisseurs/sous-traitants - Gaz - Mise en place et gestion de projets de recherche - Plastiques techniques - Oléochimie - Automobile - Microélectronique

Identification d'axes R&D - Amérique du Nord - Stratégie de diversification - Japon - Recherche et évaluation de technologies - Textiles - Arômes et Parfums - Principes actifs - Organique fine - Identification d'opportunités de partenariats Additifs - Coatings et Peintures - Cosmétique - Analyse de politiques Brevets - Veille et Etats de l'Art scientifique et technologique

Contact : Jean-Philippe TRIDANT BEL  
Tel. : 01 44 30 44 46 - Fax : 01 44 30 44 31

ALCIMED - 57 bd de Montmorency 75016 PARIS - [www.alcimed.com](http://www.alcimed.com)