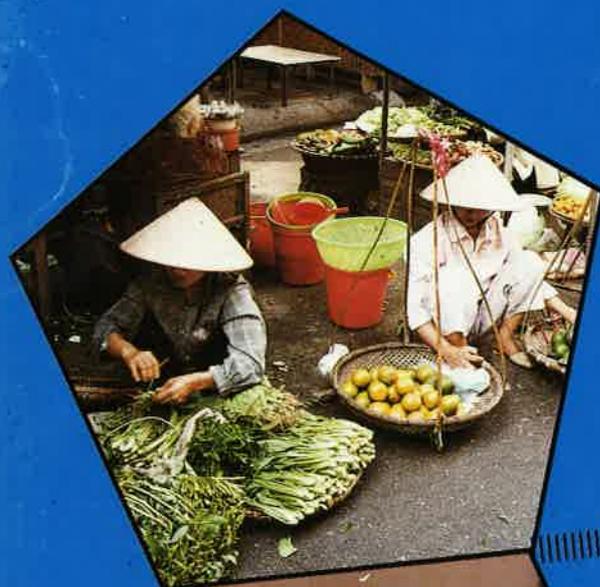


Mensuel  
numéro

4

Avril 2001

# **l'actualité chimique**



**La chimie au Vietnam**

**Biomimétisme et  
empreintes moléculaires**



**Enquête :  
Les diplômés de chimie**

**sfc**  
société  
française  
de chimie

One Stop Shopping  
for All Your NMR Needs

...

Deuterated Solvents

...

NMR Tubes  
and Tube Cleaners

...

Books and Software

...

Quality, Service,  
and Selection

 **ALDRICH**

Si vous  
souhaitez recevoir le  
nouveau  
catalogue RMN  
et être contacté  
pour une offre  
sur les  
solvants  
RMN...

INTRODUCING...  
PRODUCTS  
FOR  
**NMR**  
**SPECTROSCOPY**

... complétez ce coupon et  
faxez le au : 04 74 99 10 74

Je souhaite recevoir le nouveau catalogue RMN

Je souhaite être contacté pour une offre sur les solvants RMN

Mr, Mme, Melle : \_\_\_\_\_

Institut : \_\_\_\_\_

Laboratoire : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Tél : \_\_\_\_\_

Fax : \_\_\_\_\_

E-mail : \_\_\_\_\_

 **SIGMA**

 **ALDRICH**

 **Fluka**

 **Riedel-deHaën**

 **SUPELCO**

## 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

Chargé de rubrique : Yves Dubosc

Comité de rédaction : P. Arpino (div. Chim. anal.),

B. Badet (ICSN), X. Bataille (club Histoire), E. Bordes (div.

Cat.), J. Buendia (SCI), J.-L. Butré, 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), J.-S. Girardon (club de jeunes),

J.-F. Gruson (IFP), P.-C. Lacaze (div. Chim. phys.),

J.-F. Lambert (div. Cat.), J.-C. Mendelsohn (Elf Atochem),

G. Ourisson (ULP, Strasbourg), A. Picot (Prévention des

risques chimiques), D. Rutledge (div. Chim. anal.), G. Schorsch

(SFC), F. Sécherresse (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 Zerkouni

2000 Casablanca (Maroc)

ISSN 0151 9093

Commission paritaire n° 0402 G 75884

## Diffusion

EDP Sciences S.A. :

7, avenue du Hoggar, PA Courtaboeuf, BP 112,

91944 Les Ulis Cedex A

<http://www.edpsciences.org>

## Publicité

Susan Mackie, EDP Sciences

Tél. : 01 55 42 80 51 - Fax : 01 46 33 21 06

## Marketing

Catherine Duval, EDP Sciences

Tél. : 01 69 18 75 75 - Fax : 01 69 28 84 91

## Couverture

Marché typique du Vietnam (Loïc Mangin) (voir

dossier p. 3) et l'enseignement de la chimie -

(R. Emmanuel Eastes) (voir article p. 40). 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

L'Actualité Chimique nouvelle est arrivée, par **B. Sillion**

## 3 La chimie au Vietnam

3 Présentation, par **P. Vermeulin**

5 Quarante ans d'activité de l'industrie chimique du Vietnam, par **Lê Van N.**

7 Dix ans d'activité de la Société Chimique du Vietnam, par **Lê Van N.**

10 L'enseignement de la chimie et la contribution de la filiale spécialisée de la SCV à son développement, par **Nguyen C., Dang Thi O. et Pham Van T.**

14 La Compagnie Générale de produits chimiques du Vietnam (Vinachem), par **Nguyễn Xuân T.**

16 Présentation de la Compagnie d'Engrais Phosphaté Produit par Fusion VAN DIEN, par **Nguyễn Van V.**

18 Un exemple de la coopération franco-vietnamienne. Le Centre de Services d'Analyse et d'Expérimentation de Hô Chi Minh Ville (CSAE), par **Chu Pham Ngoc S.**

## 23 Recherche

23 Polymères à empreintes moléculaires. Principe et applications, par **K. Haupt et A. Fradet**

### Communications

33 Analyse quantitative de l'urée dans l'eau par HPLC-APCI-MS-MS et HPLC-ES-MS-MS, par **H. Abidi, J.-L. Gass, M.-F. Grenier-Loustalot**

## 37 Industrie

37 10<sup>e</sup> anniversaire de l'Engagement de Progrès de l'industrie chimique, par **S. Bléneau**

## 40 Enseignement

40 Les diplômes de chimie dans l'enseignement supérieur français (1). Avant-propos sur les études, par **S. Bléneau et N. Leray**

## 44 Histoire de la chimie

44 Justus Liebig, étudiant à Paris (novembre 1822- avril 1824), par **C. Viel**

## 50 Brèves scientifiques

## 53 Informations générales

## 57 Livres et médias

## 61 Manifestations

## 65 Activités de la SFC

## 69 Bourse de l'emploi

## 70 Tribune libre

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

Particuliers/institutions	Étudiants*	Membres de la SFC
France . . . . . 1 100 FF	France . . . . . 420 FF	nous consulter
Étranger . . . . . 1 325 FF	Étranger . . . . . 660 FF	

[\*] 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

**L'Actualité Chimique nouvelle est arrivée !**

Ce numéro d'avril de *L'Actualité Chimique* que vous feuillotez, et que vous allez lire, est le premier d'une nouvelle formule. J'espère tout d'abord que vous aimez sa présentation résolument plus moderne que la précédente. Nous avons pu réaliser cette nouvelle maquette grâce à l'accord que la Société Française de Chimie a passé avec Édition Diffusion Presse Sciences que nous connaissons mieux par son sigle EDPS. Cette société d'édition, réputée pour ses collections de physique, d'astronomie et de mathématique, a souhaité s'ouvrir davantage vers la chimie et assurera désormais la production et la diffusion de *L'Actualité Chimique*.

■ Il ne faudrait pas croire que l'objectif de cet accord se limite à l'amélioration de la présentation de la revue. Notre ambition est plus large, et nous voulons augmenter l'audience du journal en appliquant une politique rédactionnelle plus orientée vers des communautés comme celle des matériaux ou celle de la biochimie, ou celle des sciences analytiques pour lesquelles la chimie joue un rôle important, certes, mais n'est pas la discipline unique.

■ Nous nous engageons avec EDPS dans un véritable partenariat qui se manifeste par une équipe rédactionnelle commune puisque Séverine Bléneau a été engagée par EDPS pour assurer les fonctions de rédactrice en chef adjointe.

Nous ne perdons pas de vue que le lectorat actuel du journal est constitué par les membres de la SFC et que ces lecteurs sont sensibles à l'information sur la vie de la Société qui continuera, bien entendu, à alimenter nos colonnes. Donc pas d'inquiétude sur ce point, mais nous nous efforcerons de ne pas être que « l'organe central du parti ».

## Parcourons brièvement ce numéro :

■ Nous devons à Pierre Vermeulin l'idée tout d'abord, puis la coordination, d'un cahier qui traite de la chimie au Vietnam. Cette contribution est importante et, si l'on veut soutenir une francophonie scientifique efficace, il faudra renouveler cette action avec d'autres pays et, surtout, rechercher des auteurs étrangers francophones pour des publications plus fréquentes.

■ Peut-on envisager des synthèses organiques en provoquant des réactions dans l'empreinte moléculaire d'une molécule cible ? L'état des connaissances fait l'objet d'un article de K. Haupt et A. Fradet et cette approche biomimétique est traitée d'une manière très complète, sur d'autres sujets, dans le dernier et passionnant ouvrage de la collection de L'Observatoire Français des Techniques Avancées : *Biomimétisme et Matériaux* (Arago 25), dont je rendrai compte en détails dans le prochain numéro.

En recherche, nous ouvrons une nouvelle rubrique « communications » : il s'agit d'offrir aux auteurs la possibilité de présenter dans une courte note des résultats qui ne feront pas l'objet d'autres développements, mais qui méritent d'être portés à la connaissance de la communauté.

■ En ce qui concerne l'enseignement, une enquête commence, animée par N. Leray et S. Bléneau, sur les filières de la chimie dans l'enseignement supérieur.

■ J'entendais ce matin sur France Culture (le 7 mars de 7 h à 8 h), au cours de l'émission de Pierre Assouline, une critique de J.M. Levy Leblond portant sur le manque de culture des scientifiques qui ignoreraient (entre autres choses) l'histoire des sciences. Cette critique est un encouragement, s'il en était besoin, à poursuivre la publication des articles portant sur l'histoire de la chimie et ce mois-ci, il sera question de Justus Liebig.

■ Je me réjouis que la nouvelle version de *L'Actualité Chimique* soit enrichie d'une tribune libre qui est une réflexion de P. Braunstein sur l'organisation des colloques.

D'une manière générale, les tribunes libres sont source de débats et rendent un journal plus vivant. Chers lecteurs, puissiez-vous continuer...

■ Ah, j'oubliais ! Le premier numéro de *L'Actualité Chimique* nouvelle formule sort en avril... Mais c'est sérieux !

**Bernard Sillion**  
Rédacteur en chef



## Présentation

Ce dossier sur la chimie au Vietnam est une première. Nous avons offert à nos collègues chimistes vietnamiens, universitaires ou industriels, la possibilité de nous présenter leur discipline, telle qu'elle est aujourd'hui, mais aussi telle que leurs projets et leurs espoirs de développement la dessinent pour demain. Bien sûr, nous aurions pu trouver des français, bons connaisseurs de la recherche et de l'industrie vietnamiennes, qui nous auraient écrit des choses fort pertinentes sur la chimie au Vietnam : la coopération scientifique et technique est ancienne et active avec ce pays et nous ne manquons pas de collègues qui ont forgé leur expertise au cours du temps. Mais ces experts savent aussi que leurs appréciations sont marquées, dans ce qu'elles ont de meilleur et parfois de moins bon, par leur pratique dans leur laboratoire français, par le contexte social, économique et politique qui est le nôtre, par notre culture chimique qui vient de loin et aussi par ce qu'ils savent ou croient savoir des pays en voie de développement et de leurs priorités. C'est du direct que nous voulions, même si nous n'avons pas la naïveté de croire que nos collègues vietnamiens n'adaptent leurs propos à ce qu'ils pensent être notre sensibilité. Les six articles qui ont été collectés par la Société Chimique du Vietnam donnent une image certainement fidèle de la réalité vietnamienne et des pistes sur les développements à venir. Le lecteur notera l'accent mis particulièrement sur la dimension industrielle. Le dossier s'ouvre sur un examen de 40 ans d'activité de l'industrie chimique. C'est dire que la construction de cette industrie, d'abord très lente dans les années 60, années de guerre, est un phénomène récent et que nous sommes encore de nos jours dans une période de croissance juvénile. Les vietnamiens sont partis de rien après la période coloniale et près de 40 ans de guerre. On peut dire que l'industrie chimique vietnamienne est née sous les bombardements. Elle reste certainement marquée par sa logique initiale : donner au pays les moyens de son indépendance et assurer la satisfaction des besoins toujours criants de la population. Elle est très militante. La Société Chimique du Vietnam a un statut et des missions qui tranchent avec ce que nous connaissons à la Société Française de Chimie. Société savante, comme nous en connaissons ici, organisatrice de congrès et editrice de publications, c'est aussi un outil de la politique de développement de la chimie, universitaire ou industrielle. Elle peut diriger des programmes de recherche, elle assiste les usines. Ses membres sont aussi bien des

individus que des institutions, universités, centres de recherche, industries. Elle a vocation à regrouper tout ce qui relève de la chimie au sens large. Plus proches de notre organisation sont ses filiales disciplinaires qui ressemblent à nos divisions.

L'enseignement et la recherche au Vietnam bénéficient de la richesse de leurs cadres et souffrent de la pauvreté de leurs infrastructures. Les enseignants et les chercheurs sont passés par des moules de formations multiples, bénéficiaires de coopérations d'état avec les anciens pays socialistes ou plus ponctuelles comme avec la France ou l'Australie par exemple. C'est un mélange qui s'avère fructueux. Les étudiants sont sévèrement sélectionnés, les cours théoriques sont de haut niveau, l'enseignement expérimental est beaucoup plus succinct. Dans la formation doctorale, l'apport de la coopération étrangère est important. Les thèses, faites en totalité ou partiellement dans des laboratoires étrangers réputés, permettent d'accéder à des techniques ou des méthodes non disponibles au Vietnam, elles créent des liens internationaux très concrets et font perdurer la tradition du pluralisme de formation auquel les vietnamiens semblent tenir.

La coopération internationale est de plus en plus intégrée dans la stratégie de développement de la chimie, elle participe à ce volontarisme que nous ressentons dans ce dossier. Fruit de la nécessité (les contributions des tutelles sont bien maigres) mais aussi volonté politique de mobiliser toutes les ressources pour le développement, les laboratoires sont très liés à la production chimique.

Deux aperçus de l'organisation de l'industrie chimique, deux extrêmes, nous sont donnés par les articles sur VINACHEM, grande société nationale qui chapeaute la production et le commerce d'import-export, et sur la fabrique d'engrais phosphatés. VINACHEM est certainement pour nous originale car cette compagnie a des fonctions qui sont chez nous sans liens étroits : organisation de la production, ingénierie d'usines, commercialisation des produits, importation de matières premières, formation des spécialistes, documentation, etc. Il sera intéressant de voir comment évoluera dans le futur cette structure dont on peut concevoir l'efficacité dans une période où se construit l'industrie chimique, où il faut trancher entre des priorités souvent antagonistes, mais qui se verra bientôt confrontée à la diversification et à la multiplication des initiatives liées au développement rapide de l'industrie.



## LA CHIMIE AU VIETNAM



De gauche à droite : Pierre Vermeulin, Bui Thu Hoai, coordonnateurs du dossier, Lê Van Nguyen, secrétaire général de la SCV, réunis au siège de la SFC.

Notre dossier se clôt sur une présentation du Centre de Service d'Analyse et d'Expérimentation de Hô Chi Minh Ville. C'est une réalisation qui nous tient à cœur car il est largement le fruit de la coopération franco-vietnamienne. Nous disions au début de ce commentaire que ce dossier sur la chimie au Vietnam était une première. Nous voudrions qu'il appelle d'autres initiatives du même genre en accueillant dans nos colonnes d'autres collègues d'autres pays pour qu'ils nous donnent leurs points de vue sur la chimie telle qu'ils la vivent au quotidien.

**Pierre Vermeulin**  
Coordonnateur

Nous tenons à remercier particulièrement Bui Thu Hoai\*, de l'Institut de Chimie du Centre National des Sciences Naturelles et de la Technologie, membre actif de la Société Chimique du Vietnam (qu'elle a représentée au congrès SFC 2000). Elle a assuré la coordination des articles de ce dossier, les a mis en forme et les a traduits en français. Elle a été, avec patience et gentillesse, mais surtout avec compétence, notre interlocuteur pendant ces longs mois de préparation.

\* Laboratoire d'analyse structurale, Institut de Chimie, CNSN-T, Rue Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi ;  
E-mail : bthuhoai@yahoo.com



## Quarante ans d'activité de l'industrie chimique du Vietnam

Lê Van Nguyên\*, secrétaire général de la Société Chimique du Vietnam



L'industrie chimique du Vietnam est devenue une branche industrielle jouant un rôle important dans l'économie du pays. On peut dire qu'elle a vu son commencement au début des années soixante lors de la naissance des usines d'envergure industrielle.

Au Vietnam les matières premières destinées à l'industrie chimique sont assez variées et riches, comprenant des minéraux tels que l'apatite, la bauxite, le calcaire, l'étain, le fer, la serpentine, la

houille, l'antracite, le pétrole, les gaz naturels, ainsi que des produits et sous-produits agricoles tels que les fruits oléagineux, et des animaux et végétaux fournissant des substances actives biologiques, pharmaceutiques, etc. Le pays possède également des réserves de minerais de terres rares d'envergure mondiale, non exploitées actuellement faute de capitaux pour construire une industrie de leur extraction et de leur transformation.

Pour servir les branches économiques ayant des besoins urgents, des établissements d'exploitation minière et les usines correspondantes ont été construits afin de produire des produits chimiques essentiels, donnant particulièrement la priorité au soutien de l'agriculture dans le but d'augmenter la production des produits alimentaires destinés à l'approvisionnement du pays et à l'exportation.

Ce sont les usines d'extraction, de tri et de lavage de l'apatite à Lao Cai, de la serpentine à Thanh Hoa, de la pyrite à Giap Lai (Phu Tho), les usines de superphosphate de Lâm Thao (Phu Tho), de Long Thanh (région du Sud), l'usine d'engrais phosphaté de Van Dien (Hanoi) et de Ninh Binh. Ces quatre dernières usines fournissent annuellement 700 000 tonnes d'engrais phosphatés produits par fusion, satisfaisant les besoins du pays. Actuellement, il n'y a qu'une seule usine d'urée d'une puissance de 130 000 tonnes utilisant la houille comme matière première. Elle ne satisfait que 2 % des besoins en urée du pays, si bien que l'importation annuelle en urée s'élève à 2-2,5 millions de tonnes. De même, il n'existe pas de minerai potassique et il est donc nécessaire d'importer la matière première sous forme de chlorure de potassium pour la

fabrication d'engrais composé. L'engrais complexe azote-phosphore-potassium ainsi produit, soit 3 millions de tonnes en l'an 2000, est suffisant pour les besoins du pays.

Au service de l'agriculture, on trouve aussi des usines qui produisent des substances destinées à la protection des végétaux. A partir d'éléments actifs chimiques importés et d'adjuvants de production locale, on produit des substances de formulations variées : farineuse, granulée, liquide, prêtes à être fournies aux paysans. Il existe déjà quelques petites usines mixtes, associées aux pays étrangers, qui produisent par biotechnologie des antiparasites microbiologiques destinés à la lutte contre les champignons pathogènes et les insectes. On constate une nette tendance au Vietnam à substituer des produits issus des biotechnologies aux produits de synthèse pour la protection des végétaux.

Il s'est créé des usines chimiques fournissant des produits de consommation courante telles que les usines de piles et d'accumulateurs de Hai Phong, de Vinh Phu, dans la région du Sud et de Hanoi, avec une puissance totale de 450 000 kWh/an et une productivité de 300 millions de piles ordinaires par an, ce qui est suffisant pour satisfaire les besoins du pays.

Les produits détergents comme le savon, la lessive, ainsi que d'autres substances détergentes se sont développés rapidement. La production actuelle est de 300 000 tonnes par an. Ces produits de haute qualité sont également exportés vers les pays étrangers.

La production de peintures n'a pas encore satisfait les besoins de la société.

Grâce au caoutchouc naturel, une matière première très précieuse du Vietnam, l'industrie des produits du caoutchouc s'est développée rapidement, ce qui explique la construction de grandes usines dans les régions du Nord, du Centre et du Sud, avec une productivité de 750 000 pneus pour automobiles et tracteurs, de 7 millions de pneus et de chambres à air pour motocyclettes, de 20 millions de pneus et de chambres à air pour bicyclettes. D'autre part, ces usines fournissent également des produits caoutchoutés (tubes, courroies, etc.) à l'industrie et l'agriculture.

\* 2 Pham Ngu Lao, Hanoi, Vietnam. Tél./Fax : +84 (4) 8267489.



# LA CHIMIE AU VIETNAM

Bien que le développement de l'industrie chimique ne soit pas homogène au Vietnam, avec des différences importantes entre les branches et notamment un déficit en chimie fine, elle tient un rôle important dans le développement de l'économie du pays. Le taux d'accroissement annuel de l'industrie chimique s'élève à 12-15 % et cette industrie représente actuellement 10 % du produit intérieur brut du pays.

Grâce aux efforts de programmation et d'investissement faits dans le pays et grâce à la coopération internationale, l'industrie chimique jouit d'une perspective dynamique au seuil du nouveau millénaire. La première distillerie de pétrole a été construite à Dung Quât (province de Quang Ngai) avec une productivité qui, de 6 millions de tonnes de pétrole brut par an en 2003-2005 passera par la suite à 12 millions de tonnes par an. Les usines pétrochimiques produisant du polyéthylène, du polypropylène, etc., fourniront des matières premières à la production de plastique, de fibres chimiques, de produits de base de la chimie organique, favorisant ainsi la naissance de toute une série d'autres usines. Des centrales électriques et des usines d'engrais azoté utilisant les gaz issus de la production pétrolière et les gaz naturels, déjà abondants dans le pays, seront également construites dans les années à venir. L'augmentation de la superficie de plantations d'hévéas et d'arbres oléagineux développera très rapidement la production de caoutchouc et des huiles essentielles, bases d'une chimie fine pour la préparation de médicaments, de produits cosmétiques ou agrosanitaires. La situation géographique et climatique du Vietnam le place dans une position privilégiée pour la récolte et l'extraction de substances naturelles qui peuvent aussi bien alimenter l'industrie agroalimentaire que servir de base à une chimie fine originale.

La chimie de base vietnamienne, les usines produisant des substances chimiques telles l'acide

chlorhydrique, l'acide sulfurique, l'acide nitrique et des substances alcalines telles que le carbonate de sodium et la soude, bénéficient actuellement d'une mutation technologique pour rejoindre les standards internationaux augmentant ainsi leur capacité de production afin de satisfaire les besoins de la société.

Mais au cours de la prochaine décennie, l'accent sera surtout mis sur le développement de la production chimique à haute valeur ajoutée destinée à la synthèse de substances pharmaceutiques, vétérinaires ou phytosanitaires, de substances chimiques pour des usages spécifiques, de matériaux à hautes performances et d'autres produits chimiques destinés à la recherche et l'expérimentation scientifique. Ce développement de la chimie fine implique un accroissement de la recherche-développement et une meilleure interaction entre l'industrie chimique et le monde de l'université et de la recherche.

En bref, le développement de l'industrie chimique du Vietnam jouit de beaucoup d'avantages : la richesse et la variété des ressources dont certaines en grande abondance ; une source de main-d'œuvre bien formée ; la possibilité pour certains produits de satisfaire le marché du pays et pour d'autres, le marché d'exportation.

Pour réaliser le projet de développement de l'industrie chimique du Vietnam dans les années qui viennent, il est nécessaire d'investir environ 4 milliards de dollars. Pour compléter des capitaux du pays, nous avons besoin de la collaboration internationale, notamment par la création d'entreprises mixtes avec des compagnies étrangères.

Ce sont ces quelques informations que nous voulions fournir à nos confrères français pour les informer de notre situation et de nos perspectives, aussi pour qu'ils aident le Vietnam à avancer grâce à la coopération internationale, notamment avec la communauté des pays francophones.



## Dix ans d'activité de la Société Chimique du Vietnam

Lê Van Nguyên\*, secrétaire général

La Société Chimique du Vietnam (SCV) a été fondée en 1988 et reconnue par le gouvernement vietnamien par arrêté n° 207 CT du 11 juillet 1988. Dans les années 60, quelques professeurs de chimie de l'université d'Hanoi et de l'université technique de Hanoi, dont les professeurs Nguyen Hoan et Pham Dong Dien et le docteur Hoang Huu Binh, en avaient lancé l'idée, mais l'état de guerre n'avait pas permis de la faire aboutir. Ce n'est donc qu'en 1988 que le projet fut repris à l'initiative de quelques professeurs, chefs de file dans les universités et les instituts de recherche, et d'ingénieurs de compagnies chimiques dans tout le pays.

### Quels sont les membres de la Société Chimique du Vietnam ?

Les membres de la SCV travaillent dans les domaines de la production, de la recherche scientifique, de l'enseignement et de la formation.

**Le domaine de la production embrasse toute la filière, depuis l'extraction et la production de matières premières pour la chimie, jusqu'aux produits de la chimie fine :**

- la production de produits chimiques de base (acide sulfurique, nitrique, soude...),
- la production de produits chimiques destinés à l'agriculture tels que les engrais, les insecticides, les stimulants de croissance pour plantes cultivées et animaux d'élevage,
- la production de peintures et d'encre d'imprimerie,
- la transformation du caoutchouc naturel au service de l'industrie et de l'agriculture,
- la production de produits détergents, de produits de beauté, de divers gaz industriels, de piles et accumulateurs,
- la production de ciment, de céramique, de faïence, de porcelaine, de verre, de produits pétrochimiques,
- le raffinage du pétrole,
- l'industrie d'extraction minière des matières premières pour l'industrie chimique (charbon, apatite, hématite, magnétite, calcaires, argiles...), du pétrole et des gaz naturels qui comprend 150 usines d'envergures variables.

**Le domaine de la recherche scientifique** comprend les Instituts de recherche scientifique faisant partie du Centre National des Sciences Naturelles et de la Technologie, les Instituts spécialisés appartenant aux ministères de l'Industrie, du Bâtiment, de la Santé, de la Défense et ceux qui dépendent des universités.

**Dans le domaine de l'enseignement et de la formation**, on trouve les départements de chimie des universités de tout le pays.

Les adhérents de la société sont soit des membres individuels, soit des structures collectives, centres de recherches, universités, entreprises, qui se reconnaissent dans la chimie et acceptent les statuts de notre organisation. Ces deux types d'adhérents sont aussi importants l'un que l'autre pour la vie de la société. On trouve donc à la SCV aussi bien des chimistes en activité que des chimistes retraités qui veulent rester en contact avec cette science, des personnels de l'industrie que des enseignants et des chercheurs, des gens travaillant au Vietnam que d'autres travaillant à l'étranger. Tous les adhérents, personnes morales ou privées, peuvent participer à toutes les activités de la société, par exemple conférences et séminaires, et publier leurs travaux dans le bulletin de la SCV.

### La structure de la Société Chimique du Vietnam

Sur le plan organisationnel, la Société Chimique du Vietnam a une structure matricielle disciplinaire et géographique. Les filiales spécialisées rassemblent les chimistes d'une même famille de disciplines dont ils assurent la promotion dans tout le pays. Les sociétés locales rassemblent des chimistes de toutes

#### Deux exemples de coopération avec l'industrie

A l'usine d'engrais azoté de Ha Bac, la SCV a aidé à faire le bilan des difficultés rencontrées dans la production. Elle a proposé au ministère compétent des solutions pour parvenir à pallier ces difficultés.

A l'usine d'engrais phosphaté de Van Dien, la SCV a aidé à organiser une conférence-colloque sur le rôle de cet engrais dans l'élévation du rendement agricole.

\* Société Chimique du Vietnam, 2 Pham Ngu Lao, Hanoi, Vietnam. Tél./Fax : +84 (4) 8267489.



# LA CHIMIE AU VIETNAM

## Les filiales spécialisées :

### 1. Enseignement de la chimie

Prof. Hoang Trong Yem  
Faculté de chimie, Université polytechnique de Hanoi, rue Dai Co Viet, Bach Khoa, Hanoi.  
Tél. : +84 (4) 8691145  
+84 (4) 357922

### 2. Chimie générale

Prof. Le Cong Hoa  
Faculté de Chimie, Université polytechnique de Hanoi, rue Dai Co Viet, Bach Khoa, Hanoi.  
Tél. : +84 (4) 8680406  
+84 (4) 8641263  
Fax : +84 (4) 8692006

### 3. Chimie inorganique et chimie des engrais

Prof. La Binh  
Faculté de chimie, Université polytechnique de Hanoi, rue Dai Co Viet, Bach Khoa, Hanoi.  
Tél. : +84 (4) 8692737  
+84 (4) 8635218

### 4. Électrochimie

Prof. Nguyen Duc Hung  
Institut de chimie des matériaux pour l'environnement, Centre de la science et de la technologie militaires, Hoang Quoc Viet, Nghia Do, Cau Giay, Hanoi.  
Tél. : +84 (4) 7734007 (pers)  
+84 (4) 069556547 (bureau)  
+84 (4) 069882139

### 5. Chimie théorique et chimie informatique

Prof. Dang Ung Van  
Faculté de chimie, Université des sciences naturelles, Université nationale de Hanoi.  
Tél. : +84 (4) 08044955 (bureau)  
+84 (4) 8329573 (pers)

### 6. Chimie organique

Prof. Dang Nhu Tai  
Faculté de chimie, Université des sciences naturelles, Université nationale de Hanoi.  
Tél. : +84 (4) 9717172  
E-mail : thuan@oc-hu.ac.vn

### 7. Chimie d'adsorption et chimie catalytique

Prof. Mai Tuyen  
Tél. : +84 (4) 8268408  
+84 (4) 8361235  
E-mail : tuyenvh@hn.vnn.vn

### 8. Chimie pharmaceutique

Prof. Le Quang Toan  
Chambre 20-2A  
31 Lang Ha Hanoi.  
Tél. : +84 (4) 8562936

### 9. Chimie macromoléculaire

Prof. Tran Vinh Dieu  
Tél. : +84 (4) 8692731  
+84 (4) 8263956

### 10. Chimie technique et technologie chimique

Prof. Nguyen Xuan Nguyen  
Institut de chimie naturelle, Centre national des sciences naturelles et de la technologie du Vietnam.

Tél. : +84 (4) 7564392  
Fax : +84 (4) 7564393  
E-mail : uce@hn.vnn.vn

### 11. Technologie des poudres et des matériaux particuliers

Prof. Pham Van Mon  
Université de science et de technologie de Hô Chi Minh Ville  
268 Ly Thuong Kiet, 10<sup>e</sup> arrondissement, Hô Chi Minh Ville.  
Tél. : +84 (8) 8650484  
E-mail : pmtan@dch.hcmut.edu.vn

*Les responsables qui n'ont pas d'adresse électronique peuvent être joints à celle de la SCV : nguyencsv@netnam.org.vn*

disciplines qui s'investissent dans la vie de leur province ou de leur ville, de leurs établissements de recherche et d'enseignement, de leurs industries ; elles représentent une forme de décentralisation de la SCV.

Filiales ou sociétés locales élisent leurs directions, organisent leurs activités propres, réunions scientifiques ou coordination de travaux et de recherches menés par des équipes locales ou nationales. Elles participent bien évidemment également aux activités de la SCV, notamment à ses congrès.

## Les missions de la Société Chimique du Vietnam

La SCV travaille pour le développement de la technologie chimique et de l'industrie chimique du Vietnam. Elle participe au progrès de la formation des chimistes vietnamiens, académiques ou industriels.

Cela se manifeste par les fonctions et tâches suivantes :

- Rôle consultatif et d'expertise scientifique et sociale vis-à-vis des orientations ou des propositions des instances politiques, des programmes et projets scientifiques, technologiques, environnementaux et de développement économique et social de l'État ou des Provinces.
- Organiser le travail des sociétés de façon à réaliser des projets scientifiques et technologiques, des sujets de recherche ; organiser des cursus, voire des établissements, pour la formation professionnelle des chimistes et l'élévation du

# LA CHIMIE AU VIETNAM



niveau des praticiens ; diffuser les savoirs ; élever le niveau culturel du peuple.

Voici les activités concrètes que l'on retrouve d'année en année :

- Organiser le Congrès National de Chimie, les congrès par spécialité avec la participation de confrères étrangers et, éventuellement, une conférence internationale.
- Organiser la formation des équipes sélectionnées pour les Olympiades nationales et internationales de chimie. Depuis la première participation à l'Olympiade internationale de chimie, nos équipes ont remporté des prix dans tous les concours.
- Mener des activités pour prêter assistance aux usines dans leur processus de développement.

La SCV établit des relations internationales étendues, elle est membre de la FACS (Fédération des Sociétés Chimiques des pays Asiatiques) et de l'IUPAC, elle entretient des relations continues avec les sociétés de chimie d'Asie, d'Europe et d'Amérique.

La SCV a été désignée pour assumer la responsabilité d'organiser le 10<sup>e</sup> Congrès Asiatique de Chimie ACC 10 et le 8<sup>e</sup> Congrès Euro-Asiatique de Chimie EuAsC<sub>2</sub>S<sub>8</sub> à Hanoi.

La SCV est une société chimique faisant partie de la communauté francophone de l'Asie. Nous adressons nos salutations à nos confrères français et de toute la francophonie et nous souhaitons pouvoir nouer avec eux de nombreuses collaborations.



DR Loïc Mangin



# LA CHIMIE AU VIETNAM

## L'enseignement de la chimie et la contribution de la filiale spécialisée de la SCV à son développement

Nguyen Cuong\*, professeur, Dang Thi Oanh\*, docteur et Pham Van Tu\*\*, docteur, secrétaire de la SCV

### L'enseignement de la chimie au Vietnam

Actuellement, le système éducatif du Vietnam s'articule en plusieurs cycles :

- l'éducation préscolaire : école maternelle (jusqu'à l'âge de 5 ans),
- l'éducation scolaire : école élémentaire (durée 5 ans), école secondaire ou collège (4 ans), lycée (3 ans), soit 12 années au total,
- la formation professionnelle et technique (de 3 à 4 ans),
- l'enseignement supérieur : université (de 4 à

6 ans), école supérieure (3 ans), maîtrise (2 ans) et doctorat (3 ans).

### L'enseignement de la chimie au collège

C'est au collège que la chimie prend place comme une des 13 matières (*tableau I*). Le programme est présenté dans le *tableau II*.

### L'enseignement de la chimie au lycée

Le programme de chimie au lycée est présenté dans le *tableau III*.

Tableau I - Nombre d'heures pour les différentes matières au collège pendant une année scolaire (depuis 1987).

Matières	Première année (6 <sup>e</sup> classe vietnamienne)	2 <sup>e</sup> année (7 <sup>e</sup> classe vietnamienne)	3 <sup>e</sup> année (8 <sup>e</sup> classe vietnamienne)	4 <sup>e</sup> année (9 <sup>e</sup> classe vietnamienne)
1. Le Vietnamien	99	99	66	66
2. La littérature	99	66	66	66
3. L'histoire	66	33	66	66
4. La géographie	66	66	33	33
5. L'éducation civique	33	33	33	66
6. Les mathématiques	165	165	165	132
7. La physique	0	66	66	66
8. La chimie	0	0	33	66
9. La biologie	66	66	66	99
10. La musique et l'art	66	66	66	66
11. La gymnastique	66	66	66	66
12. La langue étrangère	132	99	99	99
13. La technologie	165	165	165	165
14. Les activités spécialisées	33	33	33	33

\* Université pédagogique, rue Xuan Thuy, Cau Giay, Hanoi, Vietnam.

\*\* Société Chimique du Vietnam, 2, Pham Ngu Lao, Hanoi, Vietnam.  
Tél./Fax : +84 (4) 8267498.  
E-mail : nguyencsv@netnam.org.vn



Tableau II - Programme de chimie au collège.

<b>Pour la 3<sup>e</sup> année :</b>	
<b>Chapitre 1</b>	L'atome et la molécule, la composition de la matière et ses transformations Corps purs et mélanges, l'élément chimique, l'atome et la molécule
<b>Chapitre 2</b>	La formule chimique et l'équation chimique, la valence, la loi de conservation de masse
<b>Chapitre 3</b>	L'oxygène et la combustion dans l'oxygène, l'oxydation, l'air et la combustion, le volume molaire
<b>Chapitre 4</b>	L'hydrogène et l'eau. L'hydrogène et ses propriétés chimiques, la production d'hydrogène, la réaction d'oxydo-réduction, l'eau, l'acide, la base, le sel
<b>Pour la 4<sup>e</sup> année :</b>	
<b>Chapitre 5</b>	La solution et sa concentration
<b>Chapitre 6</b>	Les composés minéraux
<b>Chapitre 7</b>	Le métal et le métalloïde
<b>Chapitre 8</b>	Les composés organiques

Tableau III - Programme de chimie au lycée.

<b>Première</b> (10 <sup>e</sup> classe vietnamienne)	<b>Secondaire</b> (11 <sup>e</sup> classe vietnamienne)	<b>Terminale</b> (12 <sup>e</sup> classe vietnamienne)
- Constitution de l'atome - Liaison chimique - Tableau de classification périodique des éléments - Réaction d'oxydo-réduction - Les halogènes - Vitesse de réaction et équilibre chimique	- Dissociation électrolytique - Azote-phosphore. Carbone-silicium - Introduction à la chimie organique - Hydrocarbures : saturés, non saturés, aromatiques, la source naturelle des hydrocarbures	- Alcools, phénols, amines, cétones, acides carboxyliques, esters, glycérine, lipides, glucose - Polymères et matières polymères - Introduction à la métallochimie : alcalins, alcalino-terreux, aluminium, fer, chrome, cuivre - La chimie et l'environnement

## L'enseignement de la chimie à l'université

Plus de 100 universités et écoles supérieures ont récemment commencé à mettre en place une réforme du plan de formation, y compris le programme de la formation générale (tableau IV).

Le tableau V présente le programme d'enseignement pendant deux ans (3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> années) en faculté de chimie à l'université d'Hanoi.

## Formation des enseignants

A l'heure actuelle, le nombre des enseignants des cycles primaire, secondaire, jusqu'à l'école supérieure, a dépassé 700 000 personnes (contre 5 000 en 1945).

Le tableau VI présente l'accroissement du nombre d'enseignants de 1980 à 1995.

Les enseignants de chimie des écoles secondaires

sont formés dans les universités pédagogiques. Pourtant, certains d'entre eux sont sortis des facultés de chimie des universités ou des écoles techniques.

## La contribution de la filiale d'enseignement de chimie de la SCV à l'élévation de la qualité de l'enseignement au Vietnam

La filiale d'enseignement de chimie est membre de la SCV. Elle rassemble au Vietnam des enseignants de tous les cycles, du lycée à l'université. Quelques unes de ses activités principales sont décrites ci-après :

### • Organisation de conférences sur l'échange d'expérience des enseignants

- En janvier 1995 : organisation de la conférence nationale sur des problèmes et des réalisations nouvelles de l'enseignement de la chimie avec la participation à la Société Australienne de Chimie.



# LA CHIMIE AU VIETNAM

Tableau IV - Programme de formation générale dans les universités et les écoles supérieures.

Type de l'université	Total des unités de formation*	Unités de formation pour les matières générales	Unités de formation pour les matières spécialisées
- Université de 4 ans	210	90	120
- Université de 5 ans	270	90	180
- Université de 6 ans	320	90	230

\*(une unité de formation est égale à 15 heures pour chaque matière).

Tableau V - Programme d'enseignement à l'université d'Hanoi (3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> années).

Matières	Unité de formation
- Statistique probabilistique	3
- Électronique	2
- Langue étrangère	6
- Chimie inorganique	5
- Chimie organique	7
- Chimie colloïdale	2
- Chimie analytique	8
- Chimie quantique	3
- Chimie thermodynamique	3
- Électrochimie	2
- Technologie chimique	4
- Méthodes de la spectroscopie	3
- Polymères	2
- Cinétique	2
- Mathématiques appliquées à la chimie	3
- Chimie du cristal	2
- Chimie du pétrole	3
- Chimie des matériaux	3
- Chimie de l'environnement	3
- Pratique de la chimie inorganique	4
- Pratique de la chimie organique	5
- Pratique de la chimie analytique	4
- Pratique de la chimie physique	4
- Matières de spécialisation	12
- Mémoire de fin d'étude	15

- En juin 1996 et décembre 2000 : organisation de la conférence sur l'innovation dans les méthodes d'enseignement de la chimie.
- En mars 2000 : organisation de la conférence sur l'orientation stratégique de 2000 à 2010 de la chimie vietnamienne pour l'enseignement et pour la formation.
- En décembre 2000 : organisation du congrès national sur l'enseignement expérimental en faculté de chimie et dans les universités pédagogiques.
- **Coordination avec le ministère de l'Enseignement et de l'Éducation afin d'organiser des concours nationaux et internationaux**

La SCV a rassemblé de grands chimistes du pays afin d'élaborer des programmes à destination des meilleurs élèves. Elle participe aussi à l'entraînement des équipes sélectionnées pour les concours nationaux des provinces et de l'équipe du Vietnam pour les concours internationaux.

La SCV a considérablement contribué aux succès des élèves vietnamiens dans les concours internationaux de la chimie. Une équipe de chimie sélectionnée au Vietnam a participé avec succès pour la première fois à un concours international en 1996. Elle a obtenu la médaille d'argent en 1997 et la médaille d'or en 2000.

• **Proposition de quelques orientations pour le développement de la chimie dans le domaine de l'enseignement et celui de l'éducation jusqu'en 2010**

- Réformer le contenu de l'enseignement dans tous les cycles.

La filiale d'enseignement de la chimie contribue activement aux propositions pour reconstruire des programmes d'éducation moderne dans le secondaire, le lycée et l'université. Ce programme s'appliquera en 2005 pour le secondaire.

- Renouveler fortement les méthodes d'enseignement et d'apprentissage de la chimie.

On utilisera les technologies de l'informatique et d'apprentissage individuel pour changer la façon d'enseigner. Il faut changer aussi la façon de travailler de tous les agents, les enseignants et les élèves, pour développer l'efficacité, la créativité et l'initiative des élèves. Cela vise aussi à changer les méthodes d'évaluation dans l'enseignement de la chimie.

- Former des enseignants de chimie.

La filiale d'enseignement de chimie coopère avec le ministère de l'Enseignement et de l'Éducation afin d'organiser des cours de formation à destination des enseignants de chimie de l'école pour qu'ils puissent participer activement au changement des programmes et à celui des livres scolaires.



Tableau VI - Évolution du nombre d'enseignants.

Année	Nombre d'enseignants					
	École maternelle	École élémentaire	École secondaire	Lycée	Formation professionnelle et technique	Université
1980	59 900	213 320	114 800	22 700	13 100	9 590
1985	67 300	232 400	126 700	36 200	10 500	16 530
1987	70 100	249 600	136 800	39 800	13 300	18 970
1990	69 800	259 070	129 600	35 100	10 600	19 200
1993	66 300	267 800	126 300	32 500	10 100	21 800
1995	67 100	290 200	133 700	35 400	10 200	21 900

- Préparer et participer à la Conférence de l'enseignement de chimie du 10<sup>e</sup> Congrès Asiatique de Chimie ACC 10 et du 8<sup>e</sup> Congrès Euro-Asiatique de Chimie EuAsC<sub>2</sub>S<sub>8</sub> en 2003 à Hanoi.

La filiale d'enseignement de chimie souhaite recevoir l'appui des enseignants de chimie et des chimistes français pour l'élaboration des programmes

et des livres de chimie. Une collaboration avec la division d'enseignement de la SFC pourrait utilement se mettre en place. Nous souhaitons également échanger des expériences avec des enseignants et des chimistes de la communauté des pays francophones.



DR Loïc Mangin



# La Compagnie Générale de Produits Chimiques du Vietnam (VINACHEM)

Nguyễn Xuân Thuy\*, président directeur général



La Compagnie Générale VINACHEM est la plus grande collectivité d'industries chimiques du Vietnam comprenant des membres qui nouent un rapport intime d'ordre technique et économique sur tous les plans : économie, finance, technique, technologie, information, formation, recherche, développement, marché d'import-export.

La Compagnie Générale a été fondée en décembre 1995 sur décision du Premier Ministre du gouvernement vietnamien, avec pour mission d'accumuler les expériences,

de regrouper les potentialités et les points forts dans le pays, de collaborer largement avec des partenaires étrangers, d'opérer efficacement pour satisfaire les besoins en produits chimiques du pays et de développer les exportations en se basant sur les positions de force du Vietnam.

La Compagnie Générale a son autonomie financière. Elle gère les ressources du pays destinées à la production chimique, fournies par les industries minières à la Compagnie qui en assure la diffusion pour la production ou le commerce. Elle a sa propre initiative dans la collaboration avec les pays étrangers par la création d'entreprises mixtes, pour participer aux activités de marché dans le pays et à l'étranger, dans le but de développer l'industrie chimique du Vietnam. Elle possède donc un grand pouvoir d'initiative à l'intérieur et à l'extérieur du pays, ayant reçu délégation de développer la production chimique tout en payant à l'État les impôts sur les bénéfices.

VINACHEM est compétente dans tous les domaines qui concernent la filière de la production chimique, de l'amont de la recherche et du développement à l'aval de la commercialisation.

**Les secteurs de la production qui sont du ressort de la compagnie sont :**

- les produits minéraux chimiques,
- les engrais,
- les produits chimiques agricoles,
- les produits chimiques d'origine naturelle, dont les huiles essentielles,

- les dérivés du caoutchouc naturel,
- les sources d'électricité chimique, piles et batteries,
- les produits détergents et d'usage domestique,
- les peintures,
- les gaz industriels,
- les matériaux de construction,
- les produits pétrochimiques,
- les machines et équipements chimiques.

Ce système de production prend en compte les spécificités et les besoins nationaux. A titre d'exemple citons, dans le domaine des produits pour l'agriculture, la production de substances visant à la création et à l'enrichissement de sols agricoles par l'exaltation de la décomposition microbienne, animale et végétale. Elles sont destinées à bonifier les sols arides des régions montagneuses, accroissant ainsi la surface agricole du Vietnam. Pour la production des engrais azotés, le développement de l'extraction du pétrole et du gaz naturel a permis de passer des techniques basées sur l'extraction par distillation de l'azote de l'air à des procédés bien moins coûteux à partir de l'oxydation ménagée du naphta.

**Dans le domaine de la recherche, de la mise en place et la diffusion des nouvelles technologies,** VINACHEM possède un institut de recherche et un institut de technologie chimique et d'élaboration de projets industriels d'envergure nationale. Dans ces deux instituts travaillent bon nombre de professeurs, de docteurs en chimie à la pointe de cette branche scientifique au Vietnam. Des ingénieurs, chefs de projets, ont projeté la construction d'usines chimiques au Vietnam. Ils sont intervenus sur des problèmes et des projets scientifiques tels que la mise en place de l'institut de chimie du Centre National des Sciences Naturelles et de la Technologie du Vietnam (communément appelé en France le CNRS-Vietnam).

Ces chercheurs ont une position originale, qui est une position de force, dans la mesure où les projets de construction d'usines, comme l'usine de peintures ou l'usine d'insecticides, sont élaborés à partir des résultats de leur recherche dans les instituts de la Compagnie. Actuellement, ces ingénieurs

\* VINACHEM, 1A Trang Tien, Hanoi, Vietnam. Tél. : +84 (4) 8240551. Fax : +84 (4) 8252995.



travaillent à la mise au point et à la production d'un composé pour l'enrichissement par flottation de l'apatite. La qualité du produit n'étant pas encore satisfaisante, la Compagnie est en train de négocier des coopérations avec certains pays d'Europe. Si

les confrères français voulaient et pouvaient participer à la solution de ce problème, leur collaboration serait accueillie avec enthousiasme.

**Dans le domaine de l'information**, VINACHEM possède un centre d'information chimique qui publie un magazine mensuel sur la technologie chimique, et qui possède sa propre rédaction et sa propre imprimerie.

**En ce qui concerne la formation**, la Compagnie possède une école de formation d'ouvriers de l'industrie chimique et une école de formation de spécialistes de technologie chimique qui fournissent des ouvriers et des techniciens à tout le pays.

VINACHEM est donc un ensemble complexe d'organismes à vocations complémentaires répartis dans tout le pays :

- 43 compagnies de production,
- 2 compagnies de commerce et services,
- 3 établissements de recherche et de développement,
- 2 écoles,
- 1 centre d'information et d'édition.

## Les principaux objectifs de VINACHEM jusqu'en 2010

**Le premier objectif est de développer les produits chimiques pour l'agriculture :**

- doubler la production actuelle d'engrais phosphaté pour satisfaire les besoins agricoles du Vietnam,
- augmenter très rapidement la production d'engrais azoté pour satisfaire 70 % des besoins et construire d'autres usines à la fin de cette période pour satisfaire la totalité des besoins,
- augmenter la production d'engrais composés azote-phosphate-potassium et construire la nouvelle usine de diammoniumphosphate,

- développer les engrais biologiques de manière qu'ils atteignent 30 % du volume total de production d'engrais.

Pour les produits chimiques protecteurs de végétaux :

- augmenter la production des composés actifs,
- augmenter la part des produits biologiques et d'origines végétales dans la production totale,
- produire des substances chimiques pour la bonification des sols et des stimulants de croissance pour les plantes cultivées.

**Le deuxième objectif est de développer les produits pétrochimiques en se basant sur les sources de matières premières vietnamiennes, le naphta obtenu à partir de la distillation du pétrole et le gaz naturel :**

- développer la production d'engrais chimiques,
- développer la production de caoutchouc synthétique, de plastique (polychlorure de vinyle, polyéthylène, polypropylène, polystyrène...),
- produire les fibres chimiques (polyesters, polyamide...),
- développer la production d'autres produits chimiques essentiels : ammoniac, méthanol, solvants, composés actifs pour les traitements de surface.

**Le troisième objectif est de développer les produits chimiques de consommation : produits de beauté, produits chimiques d'usage domestique et produits de la chimie pharmaceutique :**

- se baser particulièrement sur les ressources d'éléments actifs biologiques d'origines animales et végétales pour avoir des produits ayant des effets originaux et sûrs pour l'environnement, destinés principalement à l'exportation.

L'ambition de VINACHEM est grande mais elle n'est pas déraisonnable. En effet, le potentiel de développement de l'industrie chimique vietnamienne est grand, se fondant sur des matières premières relativement abondantes et de bonne qualité et surtout sur une main-d'œuvre formée (ouvriers, techniciens, ingénieurs). Nous avons conscience que la coopération internationale est un moyen de gagner du temps et de l'efficacité dans notre processus de développement et nous regrettons à cet égard que VINACHEM n'ait pas encore de partenaires français. Quelques relations ont bien existé avec Total et Rhône-Poulenc, mais essentiellement d'ordre commercial. Ce que recherche notre Compagnie, c'est principalement des investisseurs pour développer avec nous les filières existantes et surtout en créer de nouvelles. Nous souhaitons que cet appel trouve quelque écho auprès des industriels français lecteurs de *L'Actualité Chimique*.



# Présentation de la Compagnie d'Engrais Phosphaté Produit par Fusion VAN DIEN

Nguyễn Van Viêt\*, directeur



La Compagnie d'Engrais Phosphaté Produit par Fusion VAN DIEN a été fondée en 1960 avec une capacité de production initiale de 20 000 tonnes/an d'engrais phosphaté produit par fusion. Aujourd'hui, elle a élevé sa capacité à 240 000 tonnes/an. Le produit traditionnel de la compagnie est l'engrais phosphaté produit par fusion ; et le mélange de cet engrais avec les engrais azoté et potassique donne naissance à des dizaines de variétés d'engrais NPK (azote, phosphore, potassium) aux éléments multiples, à usage défini pour chaque espèce de plante, pour chaque catégorie de sol. Les engrais phosphatés produits par fusion sont actuellement exportés en Australie, à Taïwan, en Malaisie, au Japon, en France, etc.

### Technique et technologie de production de l'engrais phosphaté produit par fusion

L'engrais phosphaté est produit par fusion à partir de trois matières premières principales : l'apatite ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{CaF}_2$ ) à la teneur en  $\text{P}_2\text{O}_5$  de 24 à 31 %, extraite de la mine de Lao Cai, la serpentine ( $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ) à la teneur en  $\text{MgO} \geq 32$  %, extraite de la mine de Thanh Hoa, et l'antracite, le combustible, extrait de la mine de charbon de Quang Ninh. Les réserves de matières premières, combustibles et minerais, sont suffisantes pour des centaines d'années de production.

Les minéraux, apatite et serpentine, sont préparés, mélangés dans une proportion déterminée par leur richesse à l'extraction, introduits dans un four et chauffés à 1 450 °C. A la fusion des matières premières, on utilise l'eau à haute pression pour tremper subitement la phase liquide obtenue afin de la transformer en engrais phosphaté biodisponible. Cet engrais est ensuite séché, puis trié pour être réparti en deux catégories de grains : ceux de section inférieure à 2 mm sont emmenés pour la mise en sac

directe, ceux de section supérieure à 2 mm doivent être passés au système de broyage avant d'être mis en sac.

### L'engrais phosphaté produit par fusion

L'engrais phosphaté produit par fusion est une catégorie d'engrais à propriété alcaline  $\text{pH} = 8-8,5$ , insoluble dans l'eau proche de la neutralité mais soluble en milieu faiblement acide. Cette faible acidité est précisément produite par la sécrétion des racines de végétaux dans leur période d'activité. Ainsi l'engrais phosphaté produit par fusion ne pollue pas l'environnement aquatique car il n'est pas lessivé par l'eau de ruissellement et il fournit suffisamment de matières nutritives aux plantes cultivées pendant le processus de leur croissance. Épanché sur le sol, s'il n'est pas complètement utilisé, l'engrais phosphaté produit par fusion, est retenu dans la terre et sera utilisé dans la période culturale suivante.

Cet engrais fournit aux plantes cultivées non seulement son principal constituant qu'est le phosphate ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) mais aussi beaucoup d'autres matières nutritives telles que le calcium, le magnésium, le silicium, l'étain, le cuivre, le bore, le molybdène, le cobalt, etc..., constituants majeurs ou éléments traces des minéraux qui en sont la source.

La Compagnie produit actuellement des engrais de trois degrés de qualité (tableau I).

Les plantes cultivées fertilisées avec l'engrais phosphaté produit par fusion ont un rendement élevé et les produits récoltés sont de bonne qualité. On constate de plus une augmentation de la capacité des plantes à résister aux parasites agricoles et à mieux supporter les rigueurs climatiques.

Cet engrais convient pour plusieurs types de sols, particulièrement pour les régions de terre acide dont le  $\text{pH}$  est inférieur à 5,5 ; les effets produits sont nettement plus grands que ceux obtenus avec les autres engrais phosphatés. Plusieurs expériences et

\* Compagnie d'Engrais Phosphaté Produit par Fusion VAN DIEN, Bourg Van Dien, Thanh Tri, Hanoi, Vietnam. Tél. : +84 (4) 8614489. Fax : +84 (4) 8615277.



Tableau I - Degrés de qualité des engrais produits par la Compagnie.

Matières nutritives	Catégorie spéciale (%)	Catégorie 1 (%)	Catégorie 2 (%)
Phosphate P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> effectif	19 - 20	17 - 18	15 - 17
Calcium CaO	32 - 38	30 - 36	28 - 34
Magnésium MgO	13 - 15	15 - 17	15 - 18
Silicium SiO <sub>2</sub>	24 - 30	24 - 30	24 - 30
Et les oligoéléments, Cu, B, Mo, Co...			
Humidité du produit ≤ 1 %			
Conditionnement : sac plastique de 25, 50, 500 ou 1 000 kg.			

recherches du programme ISA/FOS (organisation non gouvernementale belge) accomplies par le Français Olivier Husson de 1993 à 1995 au Vietnam à Đông Thap Muoi, ont montré l'efficacité de l'engrais phosphaté produit par fusion. En moyenne, 1 kg de cet engrais a permis la récolte de 8 à 15 kg de riz non décortiqué alors que les autres engrais n'en ont rapporté que 5 à 10 kg.

L'engrais phosphaté produit par fusion est approprié à presque tous les types de plantes cultivées

comme le riz, le maïs, la pomme de terre, les plantes légumineuses, l'arachide, les plantes industrielles comme le café, l'hévéa, la canne à sucre, le poivrier, le mûrier, les arbres fruitiers tels que le longanier (NDLR : arbre fruitier voisin du litchi), le litchi, la vigne, le pommier, etc, ainsi que les légumes potagers et les plantes d'agrément.

Comme cet engrais contient plusieurs éléments nutritifs et oligoéléments dont les plantes cultivées ont grand besoin, il est également utilisé aujourd'hui comme une base pour engrais composés qui, combinée avec l'azote et le potassium, donne naissance à une gamme d'engrais NPK dont la composition est adaptée à l'usage défini pour chaque type de sol et de culture. Ce type d'engrais intéresse actuellement nombre d'importateurs dans le monde.



DR Loïc Mangin



# Un exemple de la coopération franco-vietnamienne Le Centre de Services d'Analyse et d'Expérimentation de Hô Chi Minh Ville (CSAE)

Chu Pham Ngoc Son\*, président des Associations Scientifiques et Techniques de Ho Chi Minh Ville, vice-président de la Société Chimique du Vietnam



### LE CSAE : son histoire

Le CSAE, exemple modèle de coopération scientifique et technique bilatérale France-Vietnam, est né à Hô Chi Minh Ville après dix années de travail persévérant, acharné, main dans la main, de deux équipes de scientifiques, l'une

française (Pierre Vermeulin, Alain Lamotte, Robert Semet, Pham Quang Tho) et l'autre vietnamienne (Hoang Anh Tuan, Pham Hung Phi, Chu Pham Ngoc Son), constamment soutenues par les autorités des deux pays (1984-1993).

Les partenaires institutionnels du projet CSAE étaient du côté vietnamien, le Comité d'État des Sciences et Techniques (CEST) devenu maintenant le ministère des Sciences, de la Technologie et de l'Environnement et le Comité Populaire de Hô Chi Minh Ville (CP) avec son Comité des Sciences et Techniques (CST), et du côté français le ministère des Affaires Étrangères (MAE), le ministère de la Recherche et de la Technologie (MRT), le CNRS avec son laboratoire propre, le Service Central d'Analyse de Solaize (SCA). D'après les conventions de coopération, le Vietnam était responsable des infrastructures et la France de l'équipement et de la formation.

Construit en 1985 sur l'emplacement d'une ancienne entreprise pharmaceutique vietnamienne avec les crédits du Comité Populaire et des contributions financières non négligeables d'organisations non

gouvernementales (ONG) françaises et de l'Association des Vietnamiens de France, le CSAE était inauguré début 1990. Il commençait à fournir ses premiers services analytiques en octobre de la même année avec un équipement analytique moderne et des cadres techniques vietnamiens formés au SCA de Solaize.

Un conseil de direction comprenant les représentants des autorités françaises (MAE, CNRS, SCA), des autorités vietnamiennes (DSTE, CNRS Vietnam, Université Nationale de Hô Chi Minh Ville, Centre de Standardisation, de Mesures et de Contrôle de Qualité, CSAE), des scientifiques et industriels français et vietnamiens, se réunissaient tous les deux ans pour l'aider dans le choix des orientations scientifiques et, dans la mesure du possible, dans la recherche de nouveaux supports financiers et techniques.

Une leçon précieuse peut être tirée de la conception et de la mise en place du CSAE, assez différentes de celles de la plupart des autres programmes de coopération : *il ne s'agit pas simplement d'acheter des appareils et de les installer rapidement dans un laboratoire, mais plutôt de se donner les moyens d'avoir un laboratoire toujours en bon état de marche dont les capacités sont exploitées au maximum* en dépit des infrastructures encore faibles de la ville et du pays.

### Former des analystes et assurer la maintenance des appareils

*La clé de la réussite est une formation sérieuse, à haut niveau, du personnel technique, étroitement couplée à la mise en place des infrastructures et des équipements.*

\* Centre de Services d'Analyse et d'Expérimentation, 2, Nguyen Van Thu Q1, Hô Chi Minh Ville, Vietnam. Tél. : +84 (8) 8296113.  
Fax : +84 (8) 8295087.  
E-mail : case@hcm.vnn.vn



Dès 1986, des stages du personnel du CSAE, choisis à la fois par le CSAE et le SCA, se sont déroulés régulièrement à Solaize. Pour des techniques d'analyse complexes, il faut en principe trois types de stages :

- Une formation de courte durée (9-12 mois) pour la manipulation des appareils.
- Une formation de longue durée conduisant à une soutenance de thèse de doctorat pour l'exploitation efficace de l'équipement et l'interprétation des résultats.
- Une formation en service électronique pour la maintenance et la réparation des appareils.

## Maintenir les infrastructures

Pour la surveillance des bâtiments et de leurs infrastructures (eau, électricité, climatisation), un technicien du CSAE a été également envoyé en stage au SCA. Deux verriers du CSAE ont été formés par un spécialiste de l'Observatoire de Paris.



## Le CSAE d'aujourd'hui

Ce concept de formation a permis de créer au CSAE une très bonne équipe de maintenance très rarement trouvée au Vietnam. D'une façon générale, le CSAE se charge lui-même de la maintenance, de la calibration périodique et de la réparation de ses appareils et fournit ses services techniques aux autres laboratoires.

A la fin du programme de coopération en 1994, le CSAE, quoiqu'entièrement pris en charge par le Comité Populaire, a continué de recevoir un appui logistique du MAE et/ou du CNRS, permettant la continuation des stages de formation, des missions d'échange professionnel, et l'achat très rapide de standards pour les analyses et de pièces de rechange pour l'appareillage.

Le CSAE comprend actuellement cinq départements : l'administration, l'analyse organique et agroalimentaire, l'analyse industrielle, l'analyse environnementale et des ressources naturelles, la maintenance et le support technique. En 1995,

ses relations avec le groupe des laboratoires Wolff de Paris a permis la mise en place d'un laboratoire très moderne d'analyse microbiologique au sein du département d'analyse organique et agroalimentaire.

Ainsi constitué, le rôle du CSAE est multiple :

- **Contrôle de qualité** des produits importés, exportés et consommés sur place.
- **Fourniture de prestations aux divers projets de recherche et développement** nationaux ou régionaux.
- **Participation à la protection de l'environnement et de la santé.**
- **Formation et recherche** propres au CSAE

## Le CSAE : son potentiel matériel et humain

### Sa tutelle et son comité de direction

Administrativement, le CSAE fait partie du Département des Sciences, des Techniques et de l'Environnement (DSTE) qui a succédé au Comité des Sciences et Techniques (CST) de Hô Chi Minh Ville. Il dépend donc du Comité Populaire de la ville qui le supporte financièrement.

Un comité de coopération mis en place pour quatre ans (2000-2003) lors de la réunion du conseil de direction en novembre 1999, comprenant les directeurs du CSAE et du SCA, un représentant de chaque organisme de tutelle (CNRS et DSTE), une ou deux personnalités scientifiques désignées en concertation par les organismes tutelles et les directeurs des deux centres, assurera le suivi scientifique des projets de recherche et de développement, ainsi que le suivi du service analytique du CSAE. Un protocole de jumelage entre le SCA et le CSAE a été également signé pour quatre ans (2000-2003).

### Son personnel

Son effectif est actuellement de 78 personnes à temps plein et de 4 à mi-temps, dont 9 post-universitaires, 54 ingénieurs, 19 techniciens et ouvriers.

### Son équipement

Par son équipement, le CSAE est actuellement le laboratoire d'analyse chimique le mieux pourvu du Vietnam. Ses techniques couvrent tous les domaines des analyses élémentaires et moléculaires.

En **analyse élémentaire** organique, il possède les techniques d'analyse du carbone, de l'hydrogène, de l'azote, du soufre et des halogènes. En analyse



# LA CHIMIE AU VIETNAM

élémentaire minérale, il dispose de l'absorption atomique, de l'émission Plasma ICP et de la polarographie.

Les **techniques d'analyse chromatographique** sont riches et variées. La chromatographie gazeuse est présente avec différents modes de détection, analyse par espace de tête, microextraction sur phase solide (SPME). En chromatographie liquide, le centre dispose aussi de différents modes de détection, y compris la détection à barrettes de diodes.

Les **techniques de couplage** sont particulièrement intéressantes pour résoudre les problèmes analytiques posés à un centre :

- CG/SM quadrupolaire (Fisons),
- CG/SM à haute résolution (Micromass),
- CG/IRTF (Bruker),
- CL/SM<sup>n</sup> / barrette de diodes (Finnigan),
- CG/SM<sup>n</sup> (Finnigan).

Pour les identifications et les déterminations de structure, le Centre dispose également d'un appareil de **résonance magnétique nucléaire** (200 MHz, Bruker) et de la **spectroscopie UV**.

## **Collaboration avec NAFIQACEN, organisme de contrôle de qualité du ministère des Produits Aquatiques.**

Une enquête sur la qualité des bivalves menée pendant plus de deux ans depuis octobre 1997 a permis la réexportation de ces produits en Europe à partir de mai 2000 et, bien plus, la classification des bassins de culture des provinces Tien Giang et Ben Tre en groupe I, récompensant l'excellence de la qualité.

Une surveillance sérieuse des résidus de pesticides, d'herbicides et d'antibiotiques dans les produits aquatiques a également permis à plus de 40 usines de transformation du Vietnam de devenir des exportateurs de classe I vers l'Europe.

Le chiffre d'affaires de cette année dépassera largement la somme prévue de 1 milliard de dollars (augmentation estimée à 34 %). La contribution du CSAE à ce résultat est certainement considérable.

Nos études préliminaires pendant plus d'une année de la qualité des bivalves et des eaux des zones de récolte dans le district de Can Gio de Hô Chi Minh Ville ont également démontré la possibilité d'agrandir la région d'élevage et ont ouvert la porte à des enquêtes plus approfondies permettant une exportation plus importante dans un très proche avenir.

## **Étude du développement durable, du développement urbain et de la pollution des ressources naturelles à Hô Chi Minh Ville**

Projet intégré regroupant différents partenaires : Collège des Sciences Sociales, École polytechnique de Hô Chi Minh Ville, DSTE et CSAE.

C'est une recherche menée conjointement pendant plus de quatre années par une équipe interdisciplinaire de chercheurs vietnamiens et suisses. L'accent a été mis sur les mécanismes liant ensemble la croissance métropolitaine, l'extension de l'habitat précaire et la dégradation environnementale. Cette dégradation est de plus en plus accentuée par suite d'une consommation intense d'énergie et de ressources naturelles, suivie d'un rejet considérable de déchets domestiques, industriels et d'émanations de produits toxiques nuisibles à l'écosystème.

Pour l'**analyse environnementale**, le centre est équipé pour suivre les paramètres de pollution : DBO, DCO, OD, COT...

## **Le système de gestion de la qualité**

La qualité des prestations analytiques est toujours la préoccupation du CSAE depuis sa création. Dès 1995, le Centre a mis en place un système de gestion de la qualité selon les normes ISO 9000. **Il a été le premier laboratoire de contrôle de qualité du Vietnam à être certifié ISO 9002 par l'AFQA international en début 1997 et ensuite accrédité VILAS en 1999 (équivalent de EN 45000) en analyse agroalimentaire, industrielle et environnementale.**

Des audits internes et externes ont été régulièrement faits pour s'assurer que le système de gestion de qualité a été rigoureusement opérationnel. La

## **Dans le domaine de la protection de la santé**

Le CSAE en collaboration avec l'hôpital pour enfants n°1 de Hô Chi Minh Ville, a pu sauver à temps en 1998 plus de trente élèves de la province de Daklak qui étaient empoisonnés par de l'*ortho*-chlorobenzylidène malononitrile, produit fortement lacrymogène utilisé par les américains, abandonné à la fin de la guerre comme de nombreuses munitions et retrouvé malheureusement par les enfants.

En moins d'une heure, le Centre a pu identifier le composé et avertir les responsables de l'hôpital qui ont ainsi pu sauver les enfants qui étaient dans une situation très critique.



certification ISO 9002 a été renouvelée récemment par l'AFAQ pour une nouvelle période de trois ans. En fait, l'assurance qualité pratiquée avec rigueur au CSAE lui a permis de maintenir sa clientèle et d'augmenter d'une année sur l'autre son chiffre d'affaires (291 kF en 1994, 473 kF en 1995, 689 kF en 1996, 860 kF en 1997, 771 kF en 1998, 1 020 kF en 1999 et 1 372 kF, estimation pour l'année 2000).

## Les moyens d'améliorer continuellement la performance analytique

Le CSAE participe régulièrement tous les ans à des **tests interlaboratoires nationaux et internationaux** (NATA, AFISC de l'Australie...). Des formations sur place sur des thèmes spécifiques (analyse des traces, techniques d'extraction sur phase solide SPE, techniques de microextraction sur phase solide SPME) et la rapidité du CSAE à adopter les techniques nouvelles d'analyse contribuent au maintien du niveau et de la réputation des chimistes analystes du Centre.

La maîtrise des techniques fines d'analyse a été initiée par des **stages dans différents laboratoires internationaux** : SCA, laboratoires Wolff, laboratoire Pierre Süe, CNEVA, École polytechnique de Lausanne, Laboratoire national d'analyse chimique de Melbourne, Laboratoire de préparation des échantillons de Varian à Los Angeles, Institut de Gestion de l'Environnement dk-Technik du Danemark, Kita Kyushu du Japon...

Le CSAE est actuellement l'un des très rares laboratoires du Vietnam capables de maîtriser la technique d'analyse des dioxines et des furannes, de déterminer la composition chimique des formulations commerciales.

## Les relations internationales

Un des traits caractéristiques du CSAE consiste dans son ouverture vers l'extérieur, d'abord par son histoire et l'origine de sa création, ensuite par son conseil mixte de direction et ses activités de coopération à l'intérieur et à l'extérieur du pays. Il continue d'être jumelé au SCA de Solaize, d'être en relation très étroite avec les laboratoires Wolff et il maintient des relations étroites avec différents laboratoires d'analyse et de recherche au Vietnam et à l'étranger (Université de Bordeaux I, École polytechnique de Lausanne, Université Murdoch à Perth (Australie), Institut de Gestion de l'Environnement du Danemark, du Japon...). Il a des contrats de prestations avec la Lyonnaise des Eaux, avec la compagnie internationale Grand Imperial Water Ltd pour la surveillance continue de la qualité des

eaux des rivières Dong Nai et Saigon en vue de fournir de l'eau potable à Hô Chi Minh Ville et aux Provinces de Binh Duong et de Dong Nai.

## La participation à des conférences et les publications

Depuis 1991, le personnel du Centre a donné 56 communications scientifiques dans des conférences nationales et 30 dans des conférences internationales. Dix-sept articles ont été publiés dans des journaux nationaux et internationaux.

## Le programme de formation des cadres scientifiques et techniques

Adoptant la tradition de formation des cadres scientifiques et techniques du SCA de Solaize, le CSAE considère toujours comme une tâche de la plus haute importance l'amélioration continue de la qualité de ses analystes.

**Plus d'une trentaine de stages** ont été faits dans différents laboratoires internationaux. A chaque acquisition d'une nouvelle technique analytique, une des conditions imposées dans l'appel d'offre est toujours la formation sérieuse sur place ou à l'usine des opérateurs et un stage obligatoire d'un électronicien du CSAE chez le fournisseur.

Le CSAE participe également à **la formation universitaire et post universitaire de ses cadres**. Ses membres dirigent les diplômés de fin d'études universitaires, des thèses de Master of Sciences (MS) ou de doctorat dont la soutenance se fait dans une université ou dans un institut de recherche accrédité au Vietnam ou à l'étranger.

Jusqu'ici nous avons formé 2 docteurs au SCA, 1 docteur au CSAE, 1 docteur au CSAE-SCA (thèse sandwich), 1 docteur à l'université de Bordeaux I et 2 MS au CSAE.

## Le CSAE : ses prestations

Les services rendus sont multiples, le CSAE a une excellente équipe de chimistes compétents, bien motivés, capables de résoudre des problèmes très délicats soumis par les clients qui, dans bien des cas, exigent une combinaison judicieuse de méthodes analytiques et de vastes connaissances dans différents domaines.

## Les domaines d'activité

Les domaines d'intervention du Centre se calquent sur les besoins socio-économiques du Vietnam.



## LA CHIMIE AU VIETNAM

**L'analyse agroalimentaire et agricole** vient en support de la production agricole, de la commercialisation et de la transformation des produits nationaux, ou de la surveillance des produits importés. Les analyses portent essentiellement sur les éléments nutritionnels (macro et microéléments), les additifs alimentaires, les résidus des pesticides et herbicides et les antibiotiques, les toxines (toxines biomarines incluses), les dioxines et furannes, les engrais et les substances de croissance, et les micro-organismes.

**L'analyse industrielle** concerne des éléments de chaînes de production, qu'ils soient importés ou produits par une industrie nationale en développement rapide. Le Centre prend donc en charge notamment des matières premières, produits finis et semi-finis, des produits importés et exportés, des matériaux polymères, des huiles essentielles, parfums et cosmétiques, des additifs industriels des ressources naturelles.

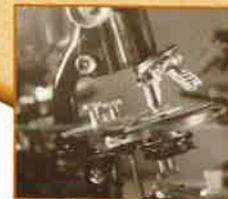
**L'environnement et la santé** sont deux domaines d'intervention conjoints qui touchent à la vie quotidienne des habitants et qui donc justifient le plus à leurs yeux l'existence d'un centre d'analyse. L'action du Centre concerne aussi bien des analyses récurrentes que des analyses qui peuvent être induites par des situations de crise qui touchent les eaux, les sols, les sédiments, l'air, les métaux lourds, les résidus de pesticides, d'herbicides, (PCDD, PCDF, PCB, HAP), les produits vétérinaires, les dopants pour les chevaux de course, et les prélèvements médicaux (sang, urine, cheveux envoyés par les hôpitaux pour la détection et l'analyse des contaminants toxiques).

Le rôle du CSAE dans tous ces domaines sera certainement accru lorsque les différentes conventions commerciales entreront en vigueur : **AFTA** (Asean Free Trade Agreement), **traité de commerce entre le Vietnam et les États-Unis...**

### **Le CSAE : ses perspectives de développement**

**Qualité et rapidité des analyses** sont actuellement visées par le CSAE. L'investissement de plus de deux millions de dollars par le gouvernement français durant les dix années de coopération (1984-1993), incluant les fonds pour la création du laboratoire de microbiologie en 1995, a été renforcé par un apport d'un autre million de dollars par le CP de Hô Chi Minh Ville de 1993 à 2000 pour l'achat de compléments d'équipements dans le but de mieux exploiter les appareils existants et l'acquisition de nouvelles techniques d'analyse plus performantes.

Le CSAE vise à **devenir un des laboratoires-clefs ou de référence de Hô Chi Minh Ville** dans le domaine de contrôle de qualité. Un département de R & D va être créé en 2001 pour exploiter au maximum les facilités du Centre. Nous y envisagerons la **préparation de standards et de matériaux de référence certifiés** en collaboration avec des organismes officiels de standardisation, la Société Chimique du Vietnam et de Hô Chi Minh Ville, la Société des Sciences Analytiques en Physique, Chimie et Biologie du Vietnam et le Vinatest de Hô Chi Minh Ville.



# Polymères à empreintes moléculaires : principe et applications

Karsten Haupt\*, maître de conférences et Alain Fradet\*\*, professeur

## Summary

Molecularly imprinted polymers : concept and applications

Molecularly imprinted polymers (MIPs) are crosslinked polymer networks where cavities specific for a particular molecule have been created. The affinity between MIPs and their guest molecules is of the same kind as that observed between antibodies and antigens or between enzymes and substrates in biological systems. This article reviews the various preparation methods of MIPs, and discusses recent applications in chromatographic separations, immunoassays, sensors, screening of combinatorial libraries and in catalysis and organic synthesis.

## Mots-clés

Impression moléculaire, biomimétisme, chromatographie, capteurs, catalyse.

## Key-words

Molecular imprinting, biomimicry, chromatography, sensors, catalysis.

Anticorps, récepteurs et enzymes sont des biomolécules couramment utilisées en chimie et biochimie analytiques dans différentes techniques visant à détecter et quantifier une molécule cible. Ces techniques ont en commun une première étape où la molécule cible est reconnue et adsorbée sélectivement par la biomolécule réceptrice. Leurs applications types sont la chromatographie d'affinité, l'immunoanalyse, et les biocapteurs. Les biomolécules sont généralement très coûteuses et ne peuvent être utilisées que dans des conditions expérimentales se rapprochant des conditions naturelles, ce qui limite leurs domaines d'application. Il est donc apparu intéressant de chercher à les remplacer par des matériaux plus stables, moins coûteux mais tout aussi sélectifs.

Une des approches utilisées consiste à créer dans un matériau synthétique des sites récepteurs artificiels spécifiques d'une molécule cible. La technique qui permet de créer ces sites récepteurs est appelée « impression moléculaire » (molecular imprinting). Le matériau final imite le fonctionnement des systèmes de reconnaissance biologique, tout en

présentant les avantages de stabilité et de coût des matériaux synthétiques.

## Principe général de l'impression moléculaire

L'impression moléculaire consiste à créer des images complémentaires – des « empreintes moléculaires » – d'une molécule cible dans un polymère synthétique. Deux approches différentes peuvent être utilisées.

Dans l'approche dite « non covalente », la molécule cible (le « template ») est mise en contact avec un mélange de monomères portant des groupements fonctionnels capables de la complexer, par exemple par liaisons hydrogène, liaisons ioniques ou interactions hydrophobes. La polymérisation, conduite en présence d'un monomère réticulant, permet d'obtenir un réseau polymère rigide qui, après élimination de la molécule cible, porte des sites complémentaires de cette dernière, capables de la reconnaître de manière spécifique (figure 1) [1-3]. La présence

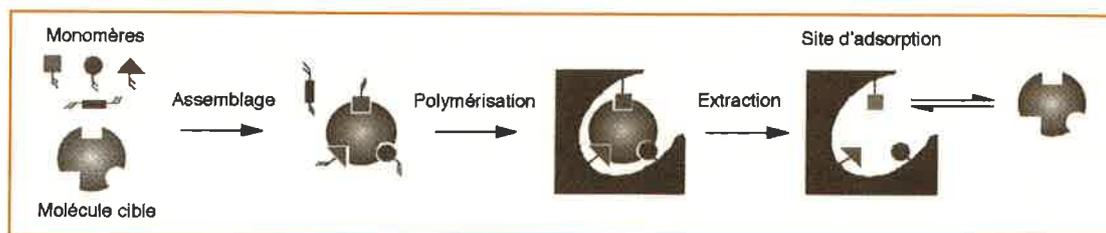


Figure 1 - Représentation schématique du processus d'impression moléculaire par l'approche non covalente.

\* Laboratoire CRRET, Université Paris XII Val-de-Marne, 61, avenue du G<sup>al</sup> de Gaulle, 94010 Créteil.  
E-mail : [haupt@univ-paris12.fr](mailto:haupt@univ-paris12.fr)

\*\* Chimie des polymères, Université Pierre et Marie Curie, 4, place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05.  
E-mail : [afr@ccr.jussieu.fr](mailto:afr@ccr.jussieu.fr)

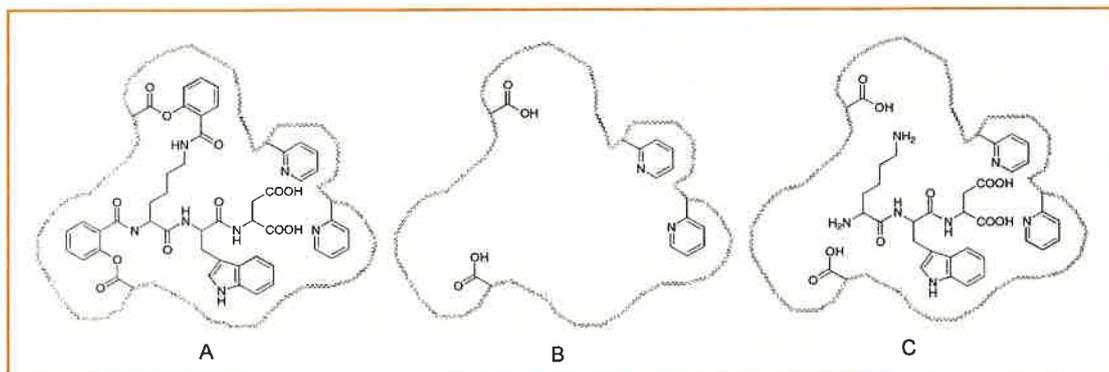


Figure 2 - Empreinte moléculaire du tripeptide Lys-Trp-Asp créée dans un réseau polymère en utilisant à la fois des interactions covalentes et non covalentes. A : site d'adsorption après polymérisation ; B : site d'adsorption après hydrolyse et extraction de la molécule cible ; C : reconnaissance de la molécule cible lors de l'utilisation du polymère imprimé.

d'un solvant porogène dans le mélange de polymérisation permet de créer une structure méso- ou macroporeuse qui facilite l'élimination de la molécule cible après la synthèse et son accès aux sites lors de l'utilisation ultérieure du polymère. Cette approche est d'utilisation très souple et dépend peu de la nature de la molécule cible [3]. De plus, elle est proche des systèmes biologiques dont elle s'inspire.

Dans le cas de l'approche dite « covalente », des dérivés polymérisables de la molécule cible sont tout d'abord synthétisés, puis copolymérisés avec le monomère réticulant. Pour libérer les sites, les liaisons entre les monomères et la molécule cible doivent être clivées par voie chimique. Lors de l'utilisation du polymère imprimé, des liaisons covalentes ou non covalentes peuvent être établies entre celui-ci et la molécule cible. Cette approche a été introduite par le groupe de Wulff [2].

Des protocoles qui combinent les deux approches (figure 2) peuvent également être utilisés [4].

Les polymères imprimés (molecularly imprinted polymers, MIP) ont en général une très haute sélectivité pour leur molécule cible, comparable à celle des anticorps pour leur antigène. Ils ont été surnommés pour cette raison « antibody mimics » [5]. Ils peuvent être utilisés, entre autres, comme matrices d'affinité en séparation, comme récepteurs artificiels pour le criblage des bibliothèques combinatoires, comme éléments de reconnaissance dans les capteurs, ainsi qu'en immunoanalyse, ou en synthèse et catalyse.

## Composition chimique et mise en forme

Bien que les premiers travaux sur des empreintes moléculaires créées dans la silice datent d'il y a plus

de 60 ans, la technique n'a connu un réel développement qu'à partir des années 80 grâce à l'utilisation de polymères organiques, en particulier les polymères acryliques et vinyliques synthétisés par polymérisation radicalaire. L'impression moléculaire est maintenant généralisable à pratiquement tout type de molécule cible et le nombre de publications paraissant annuellement sur le sujet augmente d'année en année. Il se situe actuellement entre 90 et 100.

La figure 3 présente quelques monomères fonctionnels et réticulants permettant de synthétiser des polymères à empreintes moléculaires. Tous les types d'interactions non covalentes peuvent être utilisés pour la reconnaissance de la molécule cible.

Des protocoles de chimie combinatoire et de criblage ont été mis au point pour permettre de trouver plus facilement et plus rapidement la composition du polymère la mieux adaptée à une cible donnée [6-7]. Récemment, d'autres types de polymères comme des polyuréthanes [8] et des polypyrroles [9] ont été utilisés pour des applications spécifiques. L'intérêt pour les silices et verres sol-gel a également été relancé [10].

L'état dans lequel les polymères imprimés sont utilisés dépend de l'application envisagée. Dans le cas le plus fréquent, le bloc de polymère réticulé obtenu par polymérisation radicalaire est broyé puis tamisé ou sédimenté, ce qui permet d'obtenir des particules de tailles relativement homogènes (figure 4 A). Bien que leur utilité ait été démontrée par exemple pour l'extraction en phase solide ou pour des tests « immunologiques », la forme irrégulière de ces particules constitue un désavantage considérable pour leur utilisation en chromatographie. Une façon plus élégante et aussi plus rapide d'obtenir des particules sphériques homogènes de polymère imprimé est de les synthétiser par polymérisation en suspension [11] ou par précipitation

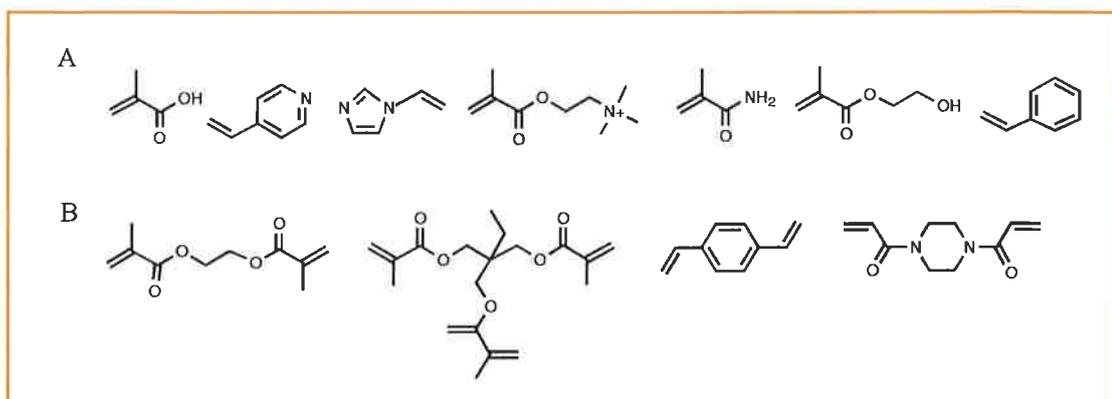


Figure 3 - Monomères fonctionnels (A) et réticulants (B) couramment utilisés pour la synthèse de polymères imprimés par l'approche non covalente.

[12] (figure 4 B). Les MIP peuvent également être synthétisés *in situ*, par exemple dans une colonne HPLC [13], dans un capillaire [14] ou en couche mince sur un substrat [15] (figure 4 C). Les MIP peuvent enfin être utilisés sous forme de membranes destinées à des applications en séparation et extraction [16]. Des membranes imprimées ont été préparées à partir de MIP classiques avec [17-18] ou sans [19] matrice de support, par précipitation de polymères non réticulés en présence du template [20], ou par greffage d'une très fine couche de polymère imprimé sur la surface interne d'une membrane microporeuse [21].

## Molécules cibles et applications

L'impression moléculaire peut être appliquée à une très large gamme de molécules cibles, notamment à des produits pharmaceutiques (alcaloïdes, amino-acides et peptides, bases nucléotides, stéroïdes et

sucres), à des pesticides, à d'autres produits utilisés dans l'industrie agroalimentaire, ainsi qu'à des ions métalliques [3]. L'impression de ces composés peut maintenant être considérée comme de la routine. L'impression de structures plus grandes comme des protéines, des cellules et même des minéraux cristallins s'avère plus compliquée à mettre au point, bien que plusieurs publications récentes décrivent des systèmes spécialement adaptés pour ce type d'applications [22-24].

## Applications en séparation

La première application des polymères imprimés, et également la plus étudiée, est leur utilisation comme phase stationnaire en chromatographie d'affinité, en particulier pour la séparation des énantiomères des substances chirales. Les empreintes moléculaires peuvent introduire une énantiosélectivité dans le polymère, pourtant synthétisé à partir de

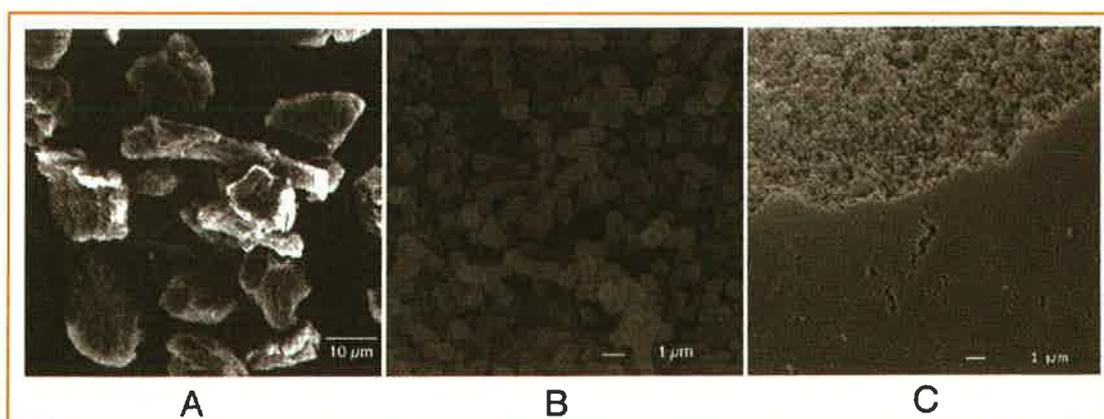


Figure 4 - A : particules de polymère imprimé obtenues par broyage, tamisage et sédimentation ; (B) : billes de polymère obtenues par précipitation ; (C) : couche fine de polymère synthétisée sur un support, une partie de la surface du polymère a été enlevée pour visualiser l'intérieur de la couche (même échelle pour les trois photos).

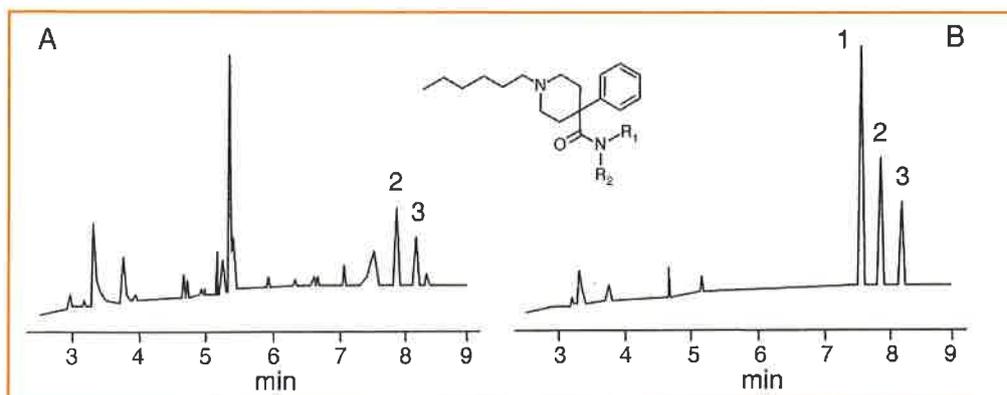
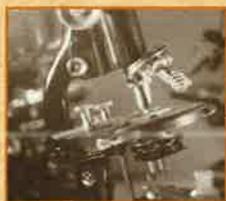


Figure 5 - Chromatogrammes en phase gazeuse d'extraits de plasma humain. (A) après extraction standard liquide-liquide ; (B) après extraction en phase solide avec un polymère imprimé. Pic 1 : template,  $R_1 = R_2 = \text{Me}$ , Pic 2 : saméridine,  $R_1 = \text{Me}$ ,  $R_2 = \text{Et}$ , Pic 3 : étalon interne,  $R_1 = R_2 = \text{Et}$ . (reproduit de la réf. [29] avec l'autorisation de la Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft GmbH).

monomères non chiraux. L'avantage des polymères imprimés par rapport aux autres phases stationnaires chirales est qu'ils sont synthétisés « sur mesure » pour la molécule cible. Leur énantiosélectivité est donc connue à l'avance. Par exemple, si un polymère est imprimé avec l'énantiomère L d'un aminoacide, une colonne HPLC contenant ce polymère va retenir l'énantiomère L beaucoup plus que l'énantiomère D. En revanche, une colonne contenant un polymère identique mais non imprimé ne pourra pas séparer les énantiomères. Il est même possible d'obtenir des supports chromatographiques sélectifs pour des molécules contenant plusieurs centres chiraux : pour des molécules contenant deux centres chiraux, les 4 stéréoisomères peuvent être reconnus sélectivement par les MIP correspondants. Par exemple, un polymère imprimé avec le dipeptide Ac-L-Phe-L-Trp-OMe a permis de séparer sélectivement l'isomère LL des isomères DD, DL et LD (facteurs de séparation respectifs :  $\alpha = 17,8, 14,2$  et  $5,21$ ) [25]. Cette propriété des MIP s'étend aux molécules contenant plus de deux centres chiraux. Par exemple, dans une étude sur les MIP sélectifs pour des monosaccharides, de bonnes sélectivités ont été observées pour les différents stéréoisomères et anomères [26].

Les polymères imprimés ont été utilisés pour d'autres techniques de séparation comme la chromatographie sur couche mince [27], la chromatographie capillaire électrocinétique [14], ainsi que pour l'extraction en phase solide (SPE) [28]. Cette dernière application semble actuellement être celle qui est la plus proche de la commercialisation. Il y a en effet un grand besoin de matrices d'affinité capables d'extraire et d'enrichir sélectivement des analytes pour l'analyse médicale, agroalimentaire ou environnementale. Il a été montré à de

nombreuses reprises qu'une extraction sur polymère imprimé peut conduire à de meilleurs résultats que des méthodes classiques comme l'extraction liquide-liquide ou l'extraction sur phase  $C_{18}$ . La figure 5 donne l'exemple de l'extraction de la saméridine, un analgésique, à partir du sérum humain, suivi de sa quantification par chromatographie en phase gazeuse [29]. Un problème potentiel dans ce type d'applications étant le relargage dans la solution à analyser de traces de la molécule cible utilisée lors de la synthèse du MIP, un analogue structural de la saméridine a été utilisé dans cet exemple pour l'impression du polymère. Comme cet analogue structural peut facilement être détecté en chromatographie, son relargage parasite par le MIP n'interfère pas avec la détection de la saméridine.

La comparaison avec l'immunoextraction en phase solide n'a pas encore été faite, mais grâce à leur plus grande stabilité et la possibilité d'opérer sous conditions « extrêmes » comme dans des solvants organiques ou à des températures élevées, les MIP sont de toute évidence des matériaux hautement compétitifs pour ce type d'applications.

## Tests immunologiques

La technologie de l'impression moléculaire a fait un grand bond en avant en 1993 lorsque le groupe de Mosbach a montré que les polymères imprimés pouvaient être substitués aux anticorps dans des tests immunologiques [5]. Des polymères imprimés avec la théophylline, un broncho-dilatateur, et avec le diazépam, un tranquillisant, présentaient en effet une sélectivité comparable à celle des anticorps monoclonaux et des réactivités croisées quasi nulles pour des substances à structures similaires. De plus, une très bonne corrélation entre ce « molecularly



Tableau I - Réactions croisées de polymères imprimés (MIP) et de différents tests immunologiques commerciaux (ELISA et RIA) contre le cortisol et la corticostérone pour des substances de structure similaire [30].

Ligand	Tests pour le cortisol				Tests pour la corticostérone		
	Réactivité croisée (%) <sup>a</sup>				Réactivité croisée (%) <sup>b</sup>		
	MIP <sup>c</sup>	ELISA <sup>d</sup>	RIA <sup>e</sup>	RIA <sup>f</sup>	MIP <sup>g</sup>	RIA <sup>h</sup>	RIA <sup>i</sup>
Cortisol	100	100	100	100	10	2,7	0,03
Corticostérone	8,6	10	0,6	3,0	100	100	100
21-Déoxycortisol	4,0	< 0,1	0,3	-	0,54	-	-
11-Déoxycortisol	6,8	19	-	-	1,6	-	11
Prédnisolone	36	13	46	-	5,7	-	-
Cortisone	0,89	-	-	16	0,38	-	< 0,01

a) par rapport à la fixation du cortisol ; b) par rapport à la fixation de la corticostérone ; c) MIP anti-cortisol, d) anticorps monoclonal anti-cortisol de souris [34] ; e) Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, CA, États-Unis ; f) antisérum polyclonal anti-cortisol de lapin [35] ; g) MIP anti-corticostérone ; h) antisérum polyclonal anti-corticostérone du rat [36] ; i) ICN Biomedicals, Inc., Costa Mesa, CA, États-Unis.

imprinted sorbent assay » (MIA) et un test ELISA classique pour la théophylline était également observée. Le *tableau I* montre les sélectivités obtenues avec deux polymères imprimés par le cortisol et la corticostérone. Les réactions croisées obtenues avec différents anticorps mono- et polyclonaux commerciaux sont également données à titre de comparaison [30]. Ces premiers systèmes et ceux qui les ont suivis sont analogues aux tests radioimmunologiques compétitifs en phase solide : une petite quantité d'analyte radiomarqué est ajoutée à l'échantillon et entre en compétition avec l'analyte présent dans celui-ci pour les sites spécifiques du polymère. Lorsque l'équilibre d'adsorption est atteint, la concentration en analyte peut être déterminée en quantifiant la molécule radiomarquée adsorbée, via une courbe étalon.

Plus récemment, d'autres types de tests compétitifs ont été développés à partir d'analytes marqués par un fluorophore ou une enzyme, permettant ainsi une détection par fluorescence, colorimétrie ou chimioluminescence [31-32]. La *figure 6* montre un test compétitif pour l'acide 2,4-phénoxyacétique (2,4-D), un herbicide, qui utilise la chimioluminescence comme principe de détection et une peroxydase comme marqueur. Pour quantifier la lumière chimioluminescente, un système d'imagerie avec une caméra CCD a été utilisé, ce qui permet de mesurer un grand nombre d'échantillons simultanément [33]. Ces tests à haut débit sont, bien entendu,

particulièrement adaptés à des applications de criblage de bibliothèques combinatoires.

## Capteurs

En dehors des tests « immunologiques », les mimétiques d'anticorps ou de récepteurs peuvent être utilisés comme éléments de reconnaissance dans des capteurs [37]. Ici aussi, leur meilleure stabilité leur confère un avantage important sur les biomolécules. Un biocapteur est constitué d'un élément de reconnaissance (anticorps, enzyme, récepteur, ADN), qui adsorbe sélectivement l'analyte. L'élément de reconnaissance est en contact avec un transducteur qui traduit le signal chimique ou physique obtenu lors de l'adsorption de l'analyte en un signal facilement quantifiable. Cet élément de reconnaissance peut être remplacé par un polymère imprimé (*figure 7*).

Il existe trois possibilités pour la génération du signal :

1. Le changement d'une propriété physico-chimique du système est détecté et quantifié, comme l'accumulation de matière (microgravimétrie piézoélectrique, résonance plasmonique de surface), la chaleur d'adsorption (microcalorimétrie) ou la capacité électrique.
2. L'analyte possède une propriété facilement détectable et quantifiable (fluorescence, activité électrochimique) ou peut être dosé par compétition avec un

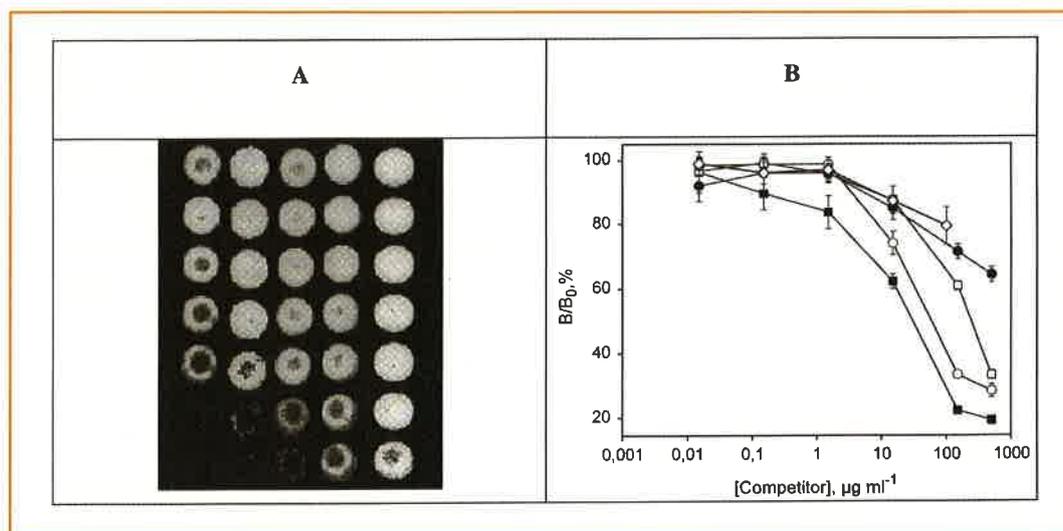


Figure 6 - (A) Image CCD d'un MIA chimioluminescent pour le 2,4-D et d'autres molécules de structures similaires dans une plaque ELISA à 96 puits. De gauche à droite 2,4-D, acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique, acide 4-chlorophénoxyacétique, acide phénoxyacétique ( $0,015-500 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) et 2,4-D-méthylester ( $0,015-100 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) ; (B) Courbes étalons obtenues à partir d'une image CCD après quantification de la luminosité des spots (reproduit de la réf. [33] avec l'autorisation de l'American Chemical Society).

analyte marqué – par un groupement fluorescent par exemple.

3. Le signal est généré par le polymère. Un groupement changeant de propriété lors de l'adsorption de l'analyte est incorporé dans les sites imprimés – par exemple, un monomère fonctionnel fluorescent.

La figure 8 montre un exemple de capteur qui utilise le principe de la microbalance à quartz. Le capteur est un cristal de quartz mis en oscillation à haute fréquence et sur lequel est déposé un film sensible de polymère imprimé. Un changement de la masse de l'ensemble cristal + film lors de l'adsorption de

l'analyte se traduit par un changement de la fréquence d'oscillation. L'adsorption de l'analyte sur la surface du capteur peut donc être quantifiée par cette technique appelée microgravimétrie piézoélectrique. Le film de polymère est ici un polymère imprimé avec l'énantiomère S du propranolol, un  $\beta$ -bloquant. Le propranolol peut être détecté et quantifié dans un échantillon de façon énantiométrique [38].

Le tableau II donne des exemples de sensibilités obtenues avec des capteurs basés sur des MIP et utilisant différents principes de transduction.

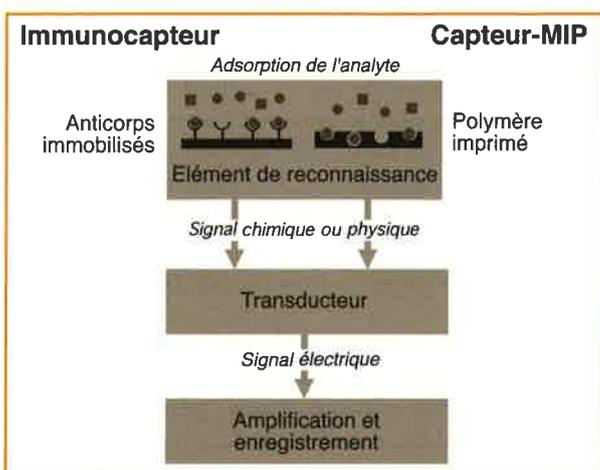


Figure 7 - Représentation schématique d'un capteur basé sur un polymère imprimé, comparé à un immunocapteur. Reproduit de la réf. [37], avec l'autorisation de l'American Chemical Society.

## Synthèse et catalyse

Les chercheurs se sont également inspirés du mode d'action des enzymes et des anticorps catalytiques pour obtenir des catalyseurs très spécifiques [47]. Des polymères catalytiques mimétiques d'enzymes ont été préparés par impression de polymères avec des substrats, des produits de réaction ou des analogues d'états de transition. Par exemple, un MIP capable de catalyser l'élimination de HF d'une  $\beta$ -fluorocétone a été obtenu par impression avec un analogue du substrat possédant une fonction amine secondaire : lors de l'impression du polymère, un groupement carboxyle se fixe dans le site d'adsorption du substrat par interaction avec l'amine secondaire. Lors de la réaction, ce groupe carboxyle, placé en position favorable, catalyse la réaction de manière très efficace : la vitesse de réaction est multipliée par 600 par rapport à la réaction en solution

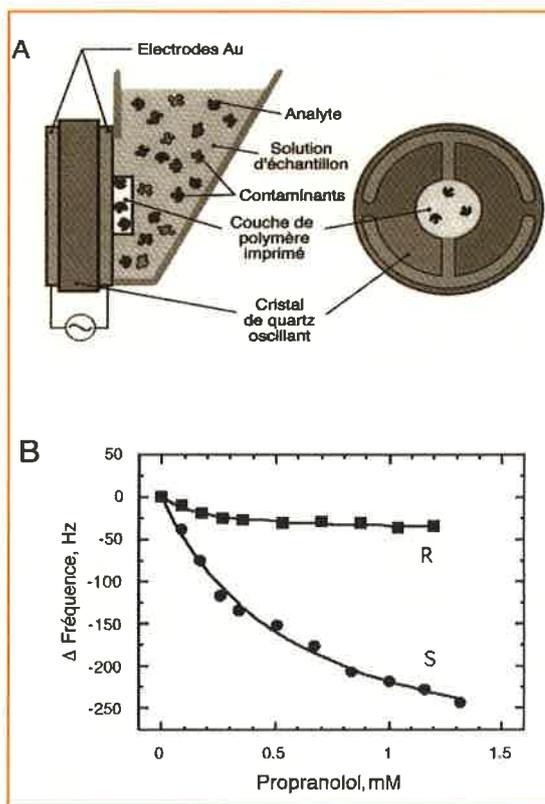


Figure 8 - (A) représentation schématique d'un capteur par microgravimétrie piézoélectrique contenant, comme élément de reconnaissance, un polymère imprimé avec le S-propranolol ; (B) signal obtenu dans une solution contenant différentes concentrations de S- et de R-propranolol.

en présence des monomères fonctionnels précurseurs du MIP [48] (réaction 1).

Dans l'exemple suivant, l'impression d'un polymère avec l'analogie structural d'un état de transition permet d'obtenir un polymère ayant une activité catalytique de type estérase (réaction 2). La vitesse de réaction est augmentée d'un facteur 100 par rapport à la réaction sans catalyseur, et une cinétique du type Michaelis-Menten, ainsi qu'une inhibition par l'analogie de l'état de transition peuvent être observées [49]. Le MIP mime donc parfaitement le comportement catalytique d'une enzyme.

D'autres réactions catalysées par des MIP ont été décrites, parmi lesquelles une réaction de type Diels-Alder [50], une condensation aldol [51], ainsi que l'isomérisation de benzisoxazoles [52]. Des métaux de transition peuvent être utilisés comme groupements prosthétiques dans ces mimétiques d'enzymes [53].

Malgré des résultats encourageants, il faut admettre que les effets catalytiques obtenus sont modestes comparés à ceux des enzymes. Un gros effort de recherche est encore nécessaire pour optimiser les MIP catalytiques et améliorer leurs performances.

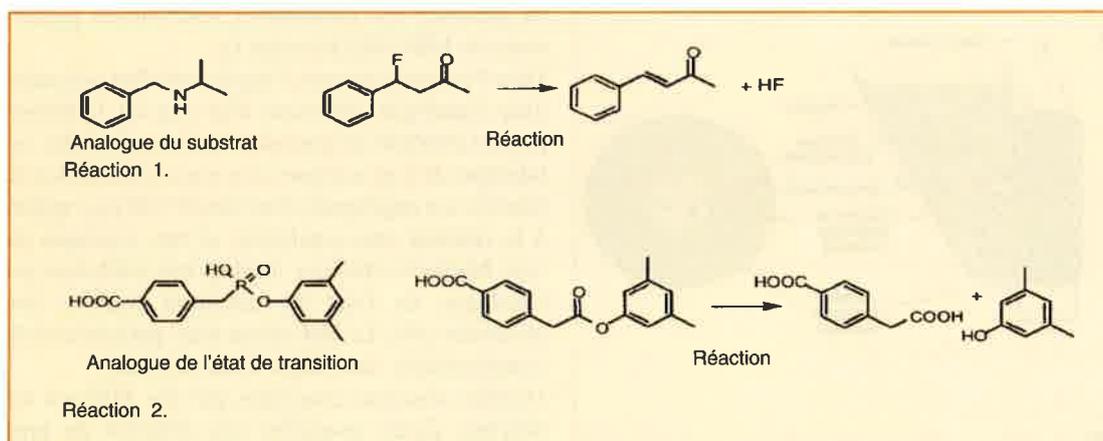
En dehors de la catalyse proprement dite, les polymères imprimés peuvent améliorer le rendement de réactions chimiques ou enzymatiques grâce à leurs propriétés d'adsorption spécifique. C'est le cas de la synthèse enzymatique d'un précurseur de l'édulcorant aspartame. La condensation de Cbz-L-Asp-OH avec le L-Phe-OMe qui forme le Cbz- $\alpha$ -aspartame est catalysée par la chymotrypsine. L'équilibre thermodynamique de cette réaction est défavorable au

Tableau II - Sensibilité de capteurs basés sur des MIP et utilisant différents principes de transduction.

Transducteur	Analyte	Fenêtre de détection ( $\mu\text{M}$ )	Réf.
Ellipsométrie	Vitamine K <sub>1</sub>	qualitative	39
Capacité électrique	Phénylalanine anilide	qualitative	40
Conductimétrie	Atrazine	0,005-0,05	41
Onde acoustique de surface	Vapeurs de solvants	(0,1 $\mu\text{L/L}$ )	8
Microgravimétrie piézoélectrique	Vapeurs de solvants	(4 $\mu\text{L/L}$ )	8
	Glucose	1000-20000	9
	S-Propranolol	50-1300	38
IR à onde évanescente	2,4-D	4,5-1000	15
Fluorescence	PAH (pyrène)	0,00015-0,2	42
	cAMP	0,1-100	43
Ampérométrie	Morphine	3,5-35	44
Voltamétrie	2,4-D	0,1-100	45
pH	Glucose	1000-25000	46



# RECHERCHE



produit de réaction, et son rendement est faible. La présence dans le milieu réactionnel d'un polymère imprimé par le Cbz- $\alpha$ -aspartame permet une extraction continue du produit, ce qui déplace l'équilibre vers la formation de celui-ci et augmente ainsi le rendement de la synthèse [54].

Une application non moins intéressante des MIP en synthèse organique concerne la protection de groupes fonctionnels de molécules lors de leur dérivation régiosélective. Il a été montré qu'un stéroïde portant trois groupements hydroxyles libres pouvait être acétylé sélectivement sur l'un de ces hydroxyles si les autres étaient protégés par réaction avec un MIP (figure 9) [55].

## Autres applications

Suite aux développements actuels en recherche chimique, biochimique et médicale, de nouvelles applications des MIP sont apparues récemment.

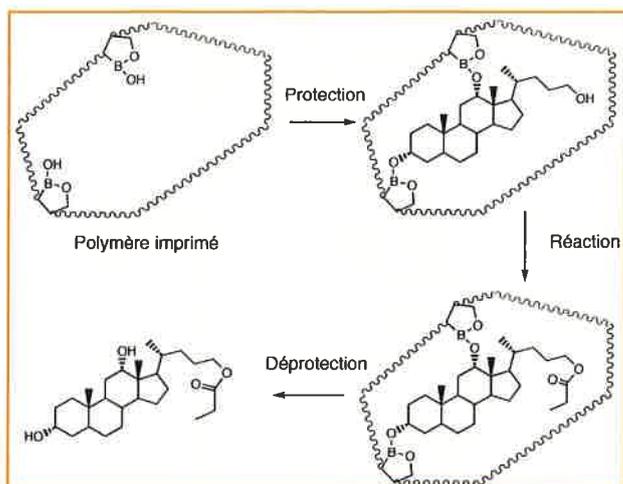


Figure 9 - Un polymère imprimé dirige l'acétylation d'un stéroïde vers un groupement hydroxyle spécifique, en masquant les autres hydroxyles libres.

On peut ainsi mentionner l'utilisation de MIP comme matériaux pour le relargage contrôlé de principes actifs [56], ou comme récepteurs artificiels pour le criblage de bibliothèques combinatoires (figure 10) [57]. Les MIP peuvent se révéler très intéressants pour cette dernière application grâce à leur stabilité et à leur facilité de synthèse sur mesure. En effet, avec l'augmentation importante du nombre de composés dans les bibliothèques combinatoires, il devient indispensable de disposer de moyens performants de criblage et de précriblage.

## Perspectives

Les MIP sont des matériaux extrêmement prometteurs pour les nombreuses applications décrites ci-dessus. Pour qu'ils puissent atteindre le stade de développement industriel et de la commercialisation, il reste à résoudre un certain nombre de problèmes parmi lesquels on peut citer :

### • L'hétérogénéité des sites dans les polymères imprimés par l'approche non covalente

Dans le complexe de prépolymérisation, la molécule cible est en équilibre avec les monomères fonctionnels. Il faut donc utiliser un excès de ces derniers pour déplacer l'équilibre vers la formation du complexe. Par conséquent, une grande partie des groupements fonctionnels se trouve distribuée de façon aléatoire dans le polymère final, parmi les sites réellement actifs, qui peuvent eux-mêmes présenter des différences structurales importantes. Cette hétérogénéité, comparable à celle des anticorps polyclonaux, peut poser des problèmes dans certaines applications comme les tests immunologiques.

### • L'affinité pour la molécule cible

Actuellement, les constantes de dissociation MIP-molécule cible se situent autour de  $10^{-9}$  M dans les meilleurs cas et de  $10^{-6}$  M dans les cas courants. Dans les applications de type capteurs ou les tests

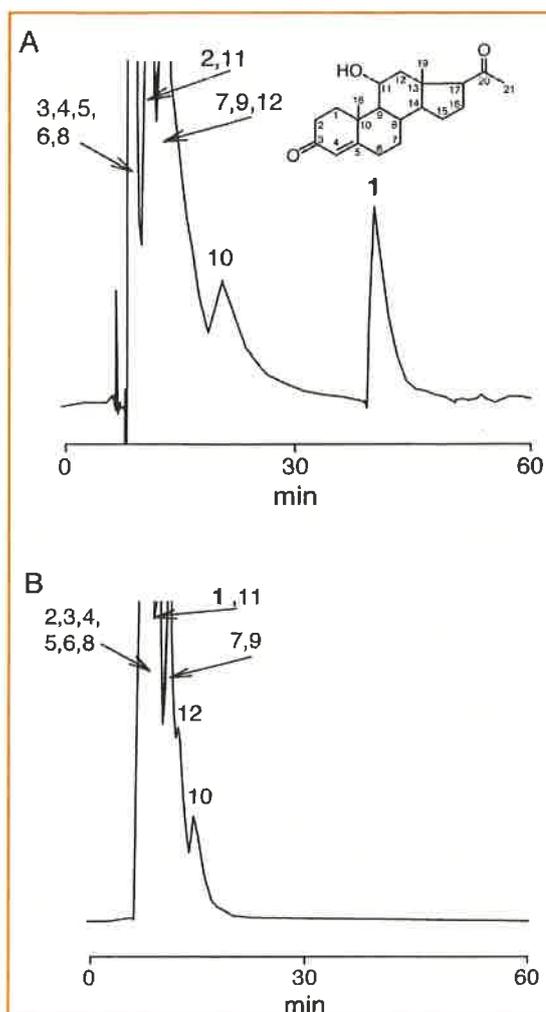


Figure 10 - Criblage d'une petite bibliothèque combinatoire de stéroïdes en mode HPLC sur garnissage MIP imprimé par la 11- $\alpha$ -hydroxyprogestérone : (A) polymère imprimé, (B) polymère contrôle [57]. Bibliothèque : 11- $\alpha$ -hydroxyprogestérone (molécule cible, 1), 11- $\beta$ -hydroxyprogestérone (2), 17- $\alpha$ -hydroxyprogestérone (3), progestérone (4), 4-androstèn-3,17-dione (5), 1,4-androstadiène-3,17-dione (6), corticostérone (7), cortexone (8), 11-déoxycortisol (9), cortisone (10), cortisone-21-acétate (11), cortisol-21-acétate (12) (reproduit de la réf. [57] avec l'autorisation de la Royal Society of Chemistry).

immunologiques, il serait souhaitable de pouvoir disposer de polymères imprimés ayant une plus grande affinité pour la molécule cible afin d'en améliorer la sensibilité.

#### • Les performances en milieu aqueux

Comme les interactions intermoléculaires dépendent fortement du milieu, on observe souvent une perte de sélectivité ou d'affinité lorsqu'un MIP synthétisé dans un solvant apolaire comme le toluène est utilisé dans un solvant polaire comme l'eau. De plus, comme certaines molécules cibles ne sont

pas solubles ou pas stables dans les solvants organiques, il serait souhaitable de pouvoir réaliser l'impression elle-même en milieu aqueux. C'est pourquoi il y a actuellement une tendance au développement de monomères fonctionnels plus sophistiqués, capables d'établir des interactions plus spécifiques et plus fortes avec la molécule cible en milieu aqueux et de former des empreintes mieux définies.

#### • La compréhension du phénomène « empreinte moléculaire »

D'une façon générale, il n'est plus suffisant de se contenter de décrire les phénomènes observés. Le développement des MIP passe par une meilleure compréhension de leurs processus de formation, de leur structure et des processus de reconnaissance moléculaire mis en œuvre. Cette nécessité est comprise par la plupart des groupes de recherche travaillant sur le sujet et se reflète dans de nombreuses publications parues au cours des cinq dernières années.

L'impression moléculaire est maintenant développée, étudiée et utilisée au niveau du laboratoire par de nombreux groupes (environ 20 aux États-Unis, 10 en Grande-Bretagne, 8 au Japon, 6 en Allemagne, 6 en Suède et 15 dans les autres pays). C'est une technique très prometteuse et son potentiel est pleinement reconnu par la Commission européenne si l'on en juge par le nombre croissant de projets de recherche européens se rapportant, au moins en partie, à ce sujet.

L'intérêt industriel porté aux MIP a également beaucoup augmenté durant les 5 dernières années. D'un côté, de grands groupes industriels des secteurs pharmaceutique et électronique, entre autres, commencent à être actifs dans le domaine. De l'autre, on peut noter l'éclosion de jeunes entreprises, notamment aux États-Unis, en Suède et en Allemagne, qui se consacrent à la valorisation de cette technologie.

## Références

- [1] Takeuchi T., Haginaka J., *J. Chromatogr. B*, **1999**, 728, p. 1-20.
- [2] Wulff G., *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **1995**, 34, p. 1812-1832.
- [3] Mosbach K., Ramström O., *Bio/Technology*, **1996**, 14, p. 163-170.
- [4] Klein J.U., Whitcombe M.J., Mulholland F., Vulfson E.N., *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **1999**, 38, p. 2057-2060.
- [5] Vlatakis G., Andersson L.I., Müller R., Mosbach K., *Nature*, **1993**, 361, p. 645-647.
- [6] Lanza F., Sellergren B., *Anal. Chem.*, **1999**, 71, p. 2092-2096.
- [7] Takeuchi T., Fukuma D., Matsui J., *Anal. Chem.*, **1999**, 71, p. 285-290.
- [8] Dickert F.L., Forth P., Lieberzeit P., Tortschanoff M., *Fresenius' J. Anal. Chem.*, **1998**, 360, p. 759-762.
- [9] Malatesta C., Losito I., Zamboni P.G., *Anal. Chem.*, **1999**, 71, p. 1366-1370.
- [10] Katz A., Davis M.E., *Nature*, **2000**, 403, p. 286-289.



- [11] Mayes A.G., Mosbach K., *Anal. Chem.*, **1996**, *68*, p. 3769-3774.
- [12] Ye L., Cormack P.A.G., Mosbach K., *Anal. Commun.*, **1999**, *36*, p. 35-38.
- [13] Matsui J., Kato T., Takeuchi T., Suzuki M., Yokoyama K., Tamiya E., Karube I., *Anal. Chem.*, **1993**, *65*, p. 2223-2224.
- [14] Schweitz L., Andersson L.I., Nilsson S., *Anal. Chem.*, **1997**, *69*, p. 1179-1183.
- [15] Jakusch M., Janotta M., Mizaikoff B., Mosbach K., Haupt K., *Anal. Chem.*, **1999**, *71*, p. 4786-4791.
- [16] Piletsky S.A., Panasyuk T.L., Piletskaya E.V., Nicholls I.A., Ulbricht M., *J. Membrane Sci.*, **1999**, *157*, p. 263-278.
- [17] Hong J.-M., Anderson P.E., Qian J., Martin C.E., *Chem. Mater.*, **1998**, *10*, p. 1029-1033.
- [18] Dzgoev A., Haupt K., *Chirality*, **1999**, *11*, p. 465-469.
- [19] Mathew-Krotz J., Shea K.J., *J. Am. Chem. Soc.*, **1996**, *118*, p. 8154-8155.
- [20] Wang H.Y., Kobayashi T., Fujii N., *Langmuir*, **1996**, *12*, p. 4850-4856.
- [21] Piletsky S.A., Matuschewski H., Schedler U., Wilpert A., Piletska E.V., Thiele T.A., Ulbricht M., *Macromolecules*, **2000**, *33*, p. 3092-3098.
- [22] Shi H.Q., Tsai W.B., Garrison M.D., Ferrari S., Ratner B.D., *Nature*, **1999**, *398*, p. 593-597.
- [23] Alexander C., Vulfson E., *Adv. Mater.*, **1997**, *9*, p. 751-755.
- [24] D'Souza S.M., Alexander C., Carr S.W., Waller A.M., Whitcombe M.J., Vulfson E.N., *Nature*, **1999**, *398*, p. 312-316.
- [25] Ramström O., Nicholls I.A., Mosbach K., *Tetrahedron Asymmetry*, **1994**, *5*, p. 649-656.
- [26] Mayes A., Andersson L.I., Mosbach K., *Anal. Biochem.*, **1994**, *222*, p. 483-488.
- [27] Kriz D., Berggren-Kriz C., Andersson L.I., Mosbach K., *Anal. Chem.*, **1994**, *66*, p. 2636-2639.
- [28] Sellaergren B., *Anal. Chem.*, **1994**, *66*, p. 1578-1582.
- [29] Andersson L.I., Paprica A., Arvidsson T., *Chromatographia*, **1997**, *46*, p. 57-62.
- [30] Ramström O., Ye L., Mosbach K., *Chem. Biol.*, **1996**, *3* (6), p. 471-477.
- [31] Haupt K., Mayes A.G., Mosbach K., *Anal. Chem.*, **1998**, *70*, p. 3936-3939.
- [32] Surugiu I., Ye L., Yilmaz E., Dzgoev A., Danielsson B., Mosbach K., Haupt K., *Analyst*, **2000**, *125*, p. 13-16.
- [33] Surugiu I., Danielsson B., Ye L., Mosbach K., Haupt K., *Anal. Chem.*, **2001**, *73*, p. 487-491.
- [34] Lewis J.G., Manley L., Whitlow J.C., Elder P.A., *Steroids*, **1992**, *57*, p. 82-85.
- [35] Purchas R.W., Zinn S.A., Tucker H.A., *Anal. Biochem.*, **1985**, *149*, p. 399-403.
- [36] Sainio E.-L., Lehtola T., Roininen P., *Steroids*, **1988**, *51*, p. 609-622.
- [37] Haupt K., Mosbach K., *Chem. Rev.*, **2000**, *100*, p. 2495-2504.
- [38] Haupt K., Noworyta K., Kutner W., *Anal. Commun.*, **1999**, *36*, p. 391-393.
- [39] Andersson L., Mandenius C.F., Mosbach K., *Tetrahedron Lett.*, **1988**, *29*, p. 5437-5440.
- [40] Hedborg E., Winquist F., Lundström I., Andersson L.I., Mosbach K., *Sensor. Actuators A*, **1993**, *36-38*, p. 796-799.
- [41] Sergeeva T.A., Piletsky S.A., Brovko A.A., Slinchenko E.A., Sergeeva L.M., Panasyuk T.L., Elskaya A.V., *Analyst*, **1999**, *124*, p. 331-334.
- [42] Dickert F.L., Tortschanoff M., Bulst W.E., Fischerauer G., *Anal. Chem.*, **1999**, *71*, p. 4559-4563.
- [43] Turkewitsch P., Wandelt B., Darling G.D., Powell W.S., *Anal. Chem.*, **1998**, *70*, p. 2025-2030.
- [44] Kriz D., Mosbach K., *Anal. Chim. Acta*, **1995**, *300*, p. 71-75.
- [45] Kröger S., Turner A.P.F., Mosbach K., Haupt K., *Anal. Chem.*, **1999**, *71*, p. 3698-3702.
- [46] Chen G.H., Guan Z.B., Chen C.T., Fu L.T., Sundaresan V., Arnold F.H., *Nature Biotechnol.*, **1997**, *15*, p. 354-357.
- [47] Ramström O., Mosbach K., *Curr. Opin. Chem. Biol.*, **1999**, *3*, p. 759-764.
- [48] Müller R., Andersson L.I., Mosbach K., *Makromol. Chem. Rap. Comm.*, **1993**, *14*, p. 637-641.
- [49] Wulff G., Gross T., Schönfeld R., *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.*, **1997**, *36*, p. 1962-1964.
- [50] Liu X.C., Mosbach K., *Macromol. Rap. Comm.*, **1997**, *18*, p. 609-615.
- [51] Matsui J., Nicholls I.A., Karube I., Mosbach K., *J. Org. Chem.*, **1996**, p. 61.
- [52] Liu X.C., Mosbach K., *Macromol. Rapid Comm.*, **1998**, *19*, p. 671-674.
- [53] Severin K., *Curr. Opin. Chem. Biol.*, **2000**, *4*, p. 710-714.
- [54] Ye L., Ramström O., Ansell R.J., Mansson M.-O., Mosbach K., *Biotechnol. Bioeng.*, **1999**, *64*, p. 650-655.
- [55] Alexander C., Smith C.R., Whitcombe M.J., Vulfson E.N., *J. Am. Chem. Soc.*, **1999**, *121*, p. 6640-6651.
- [56] Norell M.C., Andersson H.S., Nicholls I.A., *J. Mol. Recogn.*, **1998**, *11*, p. 98-102.
- [57] Ramström O., Ye L., Mosbach K., *Anal. Commun.*, **1998**, *35*, p. 9-11.



# Analyse quantitative de l'urée dans l'eau par HPLC-APCI-MS-MS et HPLC-ES-MS-MS

Hédi Abidi\*, doctorant, Jean-Louis Gass\*, ingénieur et Marie Florence Grenier-Loustalot\*, directeur de recherche CNRS et directeur du SCA (Service Central d'Analyses)

**Summary** Quantitative analysis of urea in water by two chromatographic methods (HPLC/APCI/MS/MS and HPLC/ES/MS/MS) Two simple and rapid quantitative methods for urea concentration measurement in water has been developed by using two techniques online HPLC/APCI/MS/MS (high-performance liquid chromatography/atmospheric pressure chemical ionisation/tandem mass spectrometry) and HPLC/ES/MS/MS (high-performance liquid chromatography/electrospray ionisation/tandem mass spectrometry), both in positive ion mode. These methods allow the specific quantitative determination of urea in different kinds of water without any prior sample preparation. The limit of sensitivity of the two techniques was about 50 ppb and the calibration proved to be linear in the range 50 ppb up to 10 ppm. This system was applied to determine the concentration of urea present in the water of swimming pool.

**Mots-clés** Urée, HPLC-ES-MS-MS, HPLC-APCI-MS-MS, eau de piscine.  
**Key-words** Urea, HPLC/ES/MS/MS, HPLC/APCI/MS/MS, swimming pool water.

## Généralités

La concentration en urée dans des eaux de différentes origines (mers, nappes phréatiques, piscines, lacs) peut varier de quelques ppb à quelques ppm selon l'emplacement géographique, la faune, la flore et les diverses sources polluantes de l'environnement. L'urée est connue comme étant un agent de développement du phytoplancton dans les zones côtières et les eaux océaniques [1-2]. Dans le cadre de travaux développés au laboratoire sur l'analyse de traces et d'ultratraces de micropolluants organiques dans des matrices complexes, nous avons développé une technique d'analyse simple et rapide qui permet de doser l'urée dans l'eau, présente à l'état de traces, et en milieux plus ou moins chargés en sels et/ou autres composés organiques. Cet article décrit une nouvelle approche de ce type d'analyse et présente une application : la détermination *in situ* de la concentration en urée dans des eaux de piscine, par dosage direct, sans aucune préparation de l'échantillon.

Deux techniques de dosage sont décrites [1-3] dans la littérature. La première repose sur le dosage colorimétrique de l'urée en présence de diacétylmonoxime à 520 nm [1-3]. Cette technique est utilisée pour le dosage de l'urée dans les plasmas sanguins [3] ainsi qu'en milieu marin [1-2]. Le seuil de détection est de l'ordre de la dizaine de ppb. Cette technique présente l'avantage de mettre en œuvre des moyens analytiques simples mais souffre de quelques inconvénients, notamment une reproductibilité

difficile à obtenir [1], une mise en œuvre assez laborieuse et des temps d'analyse plutôt longs (plus d'une demi-journée).

La deuxième technique est basée sur le traitement de l'échantillon par l'uréase [4-6]. En présence de cette enzyme, l'urée subit une décomposition enzymatique conduisant à la formation d'ions ammonium qui sont dosés par une électrode spécifique [6]. Cette technique est plus élaborée mais présente de nombreux inconvénients [2-3] dus aux réactions chimiques mises en jeu, en particulier : l'hydrolyse de l'urée qui peut être partielle, induisant une erreur de dosage par défaut [2] et l'hydrolyse d'autres composés azotés par l'uréase, conduisant à une erreur par excès lors de la quantification de l'ammoniaque [1].

À l'heure actuelle, l'utilisation de techniques chromatographiques couplées à des détecteurs type spectrométrie de masse doit permettre d'aborder ce dosage de manière plus rationnelle et sensible. En effet, depuis quelques années [7], l'utilisation de couplage HPLC-MS jouit d'un essor considérable notamment dans les domaines de la pharmacologie et de l'environnement [7-8]. La synthèse et la découverte de molécules peu volatiles et très polaires ont induit le développement de techniques de séparation en milieu liquide, notamment la chromatographie liquide haute pression. Cette technique autorise, à partir de colonnes spécifiques, l'analyse directe de certaines familles de composés, sans traitement préalable de l'échantillon, là où l'analyse par chromatographie gazeuse nécessitait une

\* Unité de Service et de Recherche, CNRS 059, BP 22, 69390 Vernaison. Tél. : 04.78.02.22.00. Fax : 04.78.02.41.74.  
E-mail : mf.grenier-loustalot@sca.cnrs.fr



dérivation de ces molécules pour les rendre volatiles.

Au cours de nos essais, une séparation optimale a été obtenue sur colonne greffée C<sub>18</sub>, et pour ce qui concerne le spectromètre de masse, deux méthodes d'ionisation ont été utilisées : ionisation chimique à pression atmosphérique (APCI) et ionisation par électrospray (ES). Après avoir mis au point les méthodes de séparation, de détection, et de quantification sur des échantillons témoins modèles, nous avons appliqué cette méthode à la détermination du taux d'urée présent dans des eaux de piscine.

## Matériels et méthodes

### Appareillage et conditions analytiques

#### • HPLC

La séparation a été effectuée sur un chromatographe HPLC Alliance 2690 (Waters) équipé d'une pompe quaternaire de type seringue avec passeur automatique d'échantillons, à partir d'une colonne chromatographique (Nucleosil 100 Å C18 150\*2mm GLT 3µ, commercialisée par Colochrom) et une phase mobile (eau désionisée et acidifiée à 0,1 % d'acide formique) à 0,2 mL/min.

#### • MS

Le détecteur utilisé est un spectromètre de masse Quattro LC-Micromass, équipé de triples quadripôles permettant une analyse MS-MS. Cet appareil fonctionne avec une interface soit de type électrospray, soit de type APCI en mode d'ionisation positive.

Les conditions analytiques sont les suivantes :

- en électrospray : température de la source 130 °C, température du gaz de désolvation 250 °C, débit du gaz de nébulisation 80 L/h, tension capillaire 3,5 kV.

- en APCI : température de la source 130 °C, température du gaz de désolvation 350 °C, débit du gaz de nébulisation 600 L/h, tension de décharge corona 3,5 kV.

La pression du gaz vecteur, N<sub>2</sub>, est de 90 psi.

La tension appliquée sur le cône d'échantillonnage permet de guider les ions formés vers le premier analyseur. Cette tension est fixée à 30 volts.

Le gaz de collision de l'ion pseudomoléculaire de l'urée (M+H)<sup>+</sup> est l'argon. Le vide dans la chambre de collision est de 10<sup>-3</sup> Torr. L'énergie de collision est de 15 eV. L'acquisition est effectuée en mode « multiple reaction monitoring » (MRM) sur la transition m/z 61 → m/z 44 caractéristique de l'urée. En effet, l'urée ionisée en mode positif

(en APCI ou en électrospray) induit la formation d'un ion pseudo-moléculaire ([NH<sub>2</sub>-CO-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>], m/z = 61). Cet ion est sélectionné au moyen du premier analyseur et subit une deuxième ionisation par collision avec un gaz neutre, l'argon, qui conduit à un ion fils m/z = 44 [NH<sub>2</sub>-CO<sup>+</sup>]. Le courant ionique détecté peut être attribué uniquement à l'urée.

## Échantillons

#### • Préparation des solutions étalons

Une masse voisine de 10 mg d'urée, mesurée précisément, est introduite dans une fiole jaugée de 1 litre et complétée avec de l'eau désionisée. A partir de cette solution à 10 ppm d'urée, une gamme d'étalonnage est préparée. L'urée (99 %, Aldrich) a été utilisée sans purification préalable.

La solution mère est diluée pour obtenir 1 mL de solution à 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 ppb et 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ppm en urée.

10 µL de ces solutions sont injectés sur le couplage HPLC-MS-MS. La courbe de calibration est obtenue en traçant la surface du pic de l'ion m/z = 61 → m/z = 44, caractéristique de l'urée en fonction de la concentration en urée.

#### • Eaux de piscine

Les échantillons d'eaux de piscine qui ont été analysés proviennent d'un centre nautique possédant des équipements classiques tels qu'un grand bassin et un bassin « ludique ». Les eaux ont été prélevées dans les deux bassins à différentes heures de la journée et ont été analysées sans autre préparation, directement par HPLC-MS-MS en mode électrospray ou APCI.

## Résultats et discussion

### Analyse des solutions étalons

Quel que soit le mode d'ionisation, APCI ou électrospray, la courbe d'étalonnage est une droite (figure 1) dans la gamme de concentration 50 ppb-10 ppm avec un degré de linéarité r supérieur à 0,99. La limite de détection est de 50 ppb (signal/bruit ≥ 3).

La différence de pente observée suggère que l'ionisation de l'urée en mode APCI présente un rendement légèrement supérieur à celle générée par électrospray : en effet, pour une même concentration en urée, l'intensité du signal, toujours mesurée sur le 44, est plus forte. Ce rendement d'ionisation légèrement plus intense est observé à la suite de deux étapes : création et sélection des ions 61, suivie de la collision de ces fragments avec le gaz réactant (argon), conduisant à la formation des

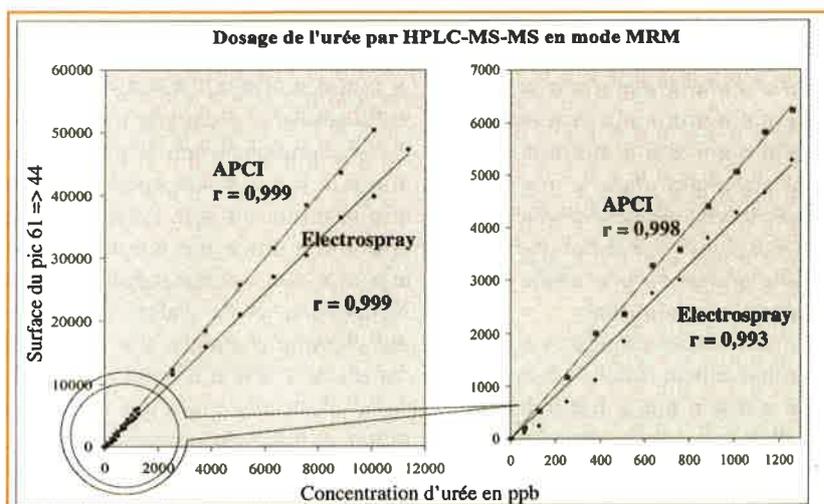


Figure 1 - Droites d'étalonnage en APCI et en électrospray.

fragments 44 dont l'intensité du courant ionique est finalement mesurée. Ce rendement d'ionisation légèrement supérieur pourrait être acquis au cours de la première phase de l'ionisation : en mode APCI, la décharge corona et le passage d'un courant d'azote à 350 °C, température sensiblement plus élevée que celle entretenue en électrospray, pourrait favoriser l'ionisation chimique développée par le solvant ( $H_3O^+$ ).

Ces courbes d'étalonnage montrent qu'il apparaît préférable de doser l'urée en mode d'ionisation chimique à pression atmosphérique, pour la sensibilité accrue dans le domaine des faibles concentrations. Cette technique offre l'avantage de permettre un dosage spécifique de l'urée présente dans des eaux chargées ou non chargées. En effet, des essais effectués sur des eaux de différentes origines (eau

industrielle, eau potable), dopées en urée dans les mêmes gammes de concentration, ont conduit à des courbes d'étalonnage superposables.

Cette technique a été utilisée avec succès pour la détermination des taux d'urée dans des eaux de piscine.

## Détermination de concentrations en urée dans des eaux de piscines

Trois campagnes de prélèvement d'eaux de piscine d'un centre nautique ont été effectuées. Les deux premières séries de prélèvements ont été analysées par HPLC-APCI-MS-MS, la dernière série par HPLC-ES-MS-MS.

Les résultats d'analyses sont regroupés dans le *tableau I*.

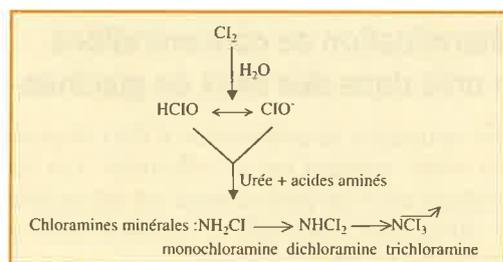
Tableau I - Concentration en urée mesurée dans l'eau de piscine.

Date	Heure	Bassin	[urée] en ppm	Méthode d'analyse
10/10/2000	7h00	Ludique	0,85	HPLC - APCI - MS - MS
	10h00		1,72	
	15h00		1,91	
	18h00		1,65	
	21h00		2,25	
11/10/2000	7h00	Ludique	1,34	HPLC - APCI - MS - MS
	10h00		1,75	
	15h00		2,1	
	18h30		3,1	
	21h00		2,8	
5/11/2000	6h00	Ludique	2,20	HPLC - ES - MS - MS
	10h00		1,60	
	14h45		2,60	
	18h00		2,70	
	6h00	Grand bassin	1,33	
	14h45		1,20	
	18h00		1,30	



Ces résultats indiquent que la concentration en urée peut varier de 1 à 3 ppm. La concentration la plus faible est en général observée le matin puis augmente dans la journée parallèlement à la fréquentation. Il apparaît également que cette concentration en urée est nettement supérieure dans le bassin dit « ludique » comparée à celle mesurée dans le grand bassin, ce qui peut s'expliquer par le fait que le volume d'eau du bassin ludique est plus faible et que ce bassin est également plus fréquenté.

Tous ces résultats étaient un peu attendus, y compris la concentration relativement faible observée à l'ouverture bien que mesurée dans le bassin ludique. En effet, plusieurs éléments contribuent à l'abaissement de cette concentration dont l'apport d'eau « neuve », journalier et fonction de l'intensité de la fréquentation enregistrée la veille, et l'action continue du chlore. La concentration en chlore est en effet automatiquement maintenue 24 h/24 à environ 1 mg/L d'eau et, parallèlement à sa fonction pathogène, cet agent dégrade également les molécules azotées en général, et donc l'urée, en chloramines selon le schéma réactionnel, très simplifié [9] :



L'action combinée de ces éléments, chlore et renouvellement partiel de l'eau, explique que le taux d'urée demeure à peu près stable malgré les variations quelquefois importantes de fréquentation.

## Conclusions

La technique HPLC-MS-MS avec ionisation APCI ou ES permet le dosage de l'urée dans des gammes de concentration 50 ppb-10 ppm. Ce dosage est spécifique de l'urée et indépendant de la nature de l'eau, chargée ou non chargée. A titre d'exemple, elle nous a permis de doser directement l'urée dans les eaux de piscine, sans aucune préparation ou traitement de l'échantillon, et ce malgré des concentrations en ions chlorure et sodium très importantes, respectivement de 2 500 et 65 ppm. Le suivi de plusieurs bassins d'un centre nautique montre que la concentration en urée est comprise entre 1 et 3 ppm et dépend des conditions d'utilisation et de la fréquentation journalière.

## Références

- [1] Mulvenna P.F., Savidge G., A modified manual method for the determination of urea in seawater using diacetylmonoxime reagent, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **1992**, *34*, p. 429-438.
- [2] Price N.M., Harrison P.J., Comparison of methods for the analysis of dissolved urea in seawater, *Marine Biology*, **1987**, *94*, p. 307-317.
- [3] Beale R.N., Croft D., A sensitive method for the colorimetric determination of urea, *Journal of Clinical Pathology*, **1961**, *14*, p. 418-424.
- [4] Kodama S., Suzuki T., Highly sensitive method for urea detection in wine, *Journal of Food Science*, **1995**, *60* (5), p. 1097-1109.
- [5] Matsudo T., Sasaki M., Determination of urea and citrulline in fermented foods and beverages, *Bioscience Biotech. Biochem.*, **1995**, *59* (5), p. 827-830.
- [6] Hara H., Kitagawa T., Okabe Y., Continuous-flow determination of low concentrations of urea in natural waters using an immobilized urease enzyme reactor and ammonia gas sensing membrane electrode detector system, *Analyst*, **1993**, *118*, p. 1317-1320.
- [7] Ferrer I., Barcelo D., LC-MS methods for trace determination of pesticides in environmental samples, *Analisis*, **1998**, *26* (6), p. 118-122.
- [8] Hoja H., Marquet P., Verneuil B., Lotfi H., Dupuy J.L., Dreyfuss M.F., Lachatre G., Dosage de buprénorphine et de norbuprénorphine dans l'urine et le sérum par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse avec ionisation de type électrospray (LC/ES/MS), *Analisis*, **1996**, *24* (4), p. 118-122.
- [9] Besse P., Alouini Z., Seux R., Devenir de l'urée dans les eaux de piscines, *Piscines et Santé : Recueil des actes du Colloque National 17-18-19 Juin 1985*, **1985**, p. 104-112.



# 10<sup>e</sup> anniversaire de l'Engagement de Progrès de l'industrie chimique

**Summary** 10<sup>th</sup> anniversary of the French Chemical Responsible Care « L'Engagement de Progrès » (French version of the Responsible Care), launched by the French Union of Chemical Industries (UIC), has celebrated its 10<sup>th</sup> anniversary in last December. By this approach, industrials in chemistry commit themselves in favour of a continuous improvement regarding security, health and environment. At this occasion, the UIC organized a manifestation to draw up an assessment of the results, to have a dialogue and to present the future objectives.

**Mots-clés** Industrie chimique française, Engagement de Progrès, sécurité, santé, environnement.

**Key-words** French chemical industry, Responsible Care, security, health, environment.

Lancé en mai 1990 par l'UIC, en avance sur les autres secteurs industriels, l'Engagement de Progrès est la version française du Responsible Care initié au Canada par la Canadian Chemical Producers Association en 1985 et adoptée depuis dans 46 pays dont les entreprises représentent plus de 80 % de la production chimique mondiale. Dix ans après, l'UIC a organisé une journée de bilan, de dialogue (sous forme de témoignages et de débats) et de prospective de ses actions.

Le 6 décembre dernier a donc été célébré à la Maison de la Chimie (Paris), le 10<sup>e</sup> anniversaire de l'Engagement de Progrès de la chimie française. Il s'agit d'un engagement volontaire et collectif des industries de la chimie. Par cette démarche, les industriels de la chimie ont démontré leur engagement en faveur d'un progrès continu axé vers la santé, la sécurité et l'environnement.

Cette manifestation, organisée par l'Union des Industries Chimiques (UIC), a réuni plus de 500 participants au nombre desquels figuraient élus, enseignants, représentants des administrations, associations de terrain, associations de consommateurs, journalistes, industriels, distributeurs et clients. Les débats étaient orientés autour de 5 thèmes : environnement, santé et sécurité au travail, sécurité industrielle et mesures d'urgence, transport/distribution et gestion responsable des produits.

## L'industrie chimique en quelques chiffres

**Georges Theys**, président de la commission Engagement de Progrès de l'UIC et directeur général de Solvay pour la France et l'Italie, a dressé, en introduction à cette journée, un bilan de la situation de l'industrie chimique française et des actions menées par l'UIC. Les éléments clés de son discours sont reproduits ci-après.

L'industrie chimique, secteur-clé de l'économie française, est le deuxième secteur industriel par

l'importance de son chiffre d'affaires (478 milliards en 1999). Elle emploie 8 % de la main d'œuvre travaillant dans toute l'industrie et représente 16 % de la valeur ajoutée de l'industrie nationale. Ses investissements atteignent 17 % de l'ensemble des investissements industriels et ses dépenses de recherche représentent 18 % de celle effectuée par l'industrie française. D'autre part, le solde de ses échanges est exportateur avec un taux de couverture de 1,25.

En 10 ans, la production de la chimie française a progressé de 40 %. En revanche, des améliorations significatives ont été faites dans le domaine de l'environnement.

- Dans l'air, la pollution acide par les oxydes de soufre a été quasiment divisée par deux et les poussières ont été réduites de plus d'un tiers.
- Dans l'eau, la DCO a été pratiquement divisée par deux et les matières en suspension (MES) ont été réduites de plus du tiers.
- Pour les déchets dangereux, l'absence de statistiques fiables en 1990 ne permet pas de donner de valeurs représentatives. Néanmoins, de gros efforts ont été faits chez les adhérents de l'Engagement de Progrès pour réduire, traiter ou éliminer ces déchets ; presque toutes les décharges internes ont été supprimées.
- Concernant les gaz à effet de serre générés par les installations de combustion (essentiellement le CO<sub>2</sub>), les progrès sont moins spectaculaires, les émissions actuelles étant du même ordre que celles de 1990 (rappelons que dans le même temps, la production chimique a augmenté de 40 %).
- Pour les gaz à effet de serre liés au process (le plus important en volume étant le NO<sub>2</sub>), les émissions ont été là divisées par deux.
- D'autre part, en ce qui concerne la sécurité au travail, la chimie est un secteur traditionnellement plus sûr que la moyenne nationale avec, en 1998, un « taux de fréquence des accidents avec arrêt » de 12,5 (chiffre donné par la CNAMTS, à rapporter à 24,6 pour l'ensemble des 15 branches



# INDUSTRIE

d'activités recensées). Pour cette même année, les adhérents de l'Engagement de Progrès affichent un taux de 8,4. Cependant, l'effort ne doit pas être relâché, notamment en direction des PME et des entreprises extérieures travaillant sur les sites.

Durant la manifestation, **François Perrier**, vice-président directeur général d'Atofina, a précisé que cette démarche de progrès s'accompagne le plus souvent de la mise en place sur les sites industriels d'un système de management de l'environnement susceptible de déboucher sur la certification ISO 14001 ou l'enregistrement EMAS. Avec près de 25 % des certifications françaises, l'industrie chimique occupe le deuxième rang dans ce domaine derrière le secteur électrique et électronique.

Les résultats enregistrés découlent en grande partie des importants efforts financiers déployés par l'industrie chimique pour la protection de l'environnement, soit en moyenne chaque année 3 800 millions de francs en dépense d'investissement et de fonctionnement, 15 % du montant total étant alloué à des équipements spécifiques à la sécurité et à la protection de la santé et de l'environnement.

## L'Engagement de Progrès à travers les actions de l'UIC

Les progrès cités sont la résultante des actions de terrain réalisées par les chimistes. L'UIC pour sa part a mené des actions transversales de communication et de sensibilisation et a fourni des outils et conduit des actions particulières à destination des PME.

L'Engagement de Progrès est tout d'abord une philosophie de l'action qui peut se résumer dans la phrase suivante, extraite du guide de mise en œuvre de cet engagement :

*« L'industrie chimique qui apporte une contribution majeure au progrès économique et social et au développement du bien-être s'engage, à travers le Responsible Care, non seulement à améliorer de façon continue ses performances en terme de*

*sécurité et de protection de la santé et de l'environnement, mais également à montrer que ces améliorations sont effectives, répondant ainsi aux attentes du public ».*

Cet engagement se décline en 9 principes :

- 1- Conformité de la politique de l'entreprise avec l'engagement,
- 2- Implication du personnel à tous les niveaux,
- 3- Appréciation et sélection des sous-traitants et contractants,
- 4- Amélioration des performances,
- 5- Information du personnel,
- 6- Information des clients, du public et des autorités,
- 7- Optimisation des ressources, minimisation des déchets,
- 8- Contribution à la recherche,
- 9- Promotion et partage d'expériences.

L'UIC a également mis au point un certain nombre de guides à l'usage des adhérents :

- guide de mise en œuvre de l'Engagement de Progrès,
- guide « aide à la mise en place d'un système de management hygiène-sécurité-environnement », destiné aux établissements ne bénéficiant pas d'une structure centrale en la matière,
- guide de mise en œuvre d'une gestion responsable des produits,
- nombreux guides techniques, dépliants, sur l'utilisation sûre des produits et fiches de données de sécurité.

Des actions de sensibilisation et d'appui ont été ciblées vers les PME, qui n'ont pas toujours une taille suffisante pour se doter de structures fonctionnelles, ceci par l'intermédiaire des structures régionales de l'UIC.

Enfin, l'UIC s'est également donné pour mission de recenser les résultats obtenus de manière à remplir son rôle d'information à la fois auprès des autorités, du public et des instances internationales du Responsible Care.

## Prix Engagement de Progrès

A l'occasion du 10<sup>e</sup> anniversaire de l'Engagement de Progrès, le président de l'UIC, René Deleuze, a décerné 3 prix récompensant une politique ou des initiatives exemplaires conformes aux objectifs de l'Engagement de Progrès. 40 dossiers répartis en trois catégories ont été examinés. Les sociétés lauréates sont **Atofina** pour les grandes entreprises, **CFPI Nufarm** pour les PME, et le **Syndicat des Halogènes et Dérivés (SHD)** pour les associations. La société Atofina (Levallois Perret) a conçu de nouveaux solvants à partir d'un cahier des charges



Pascal Michaud (Atofina) recevant son prix pour la catégorie grandes entreprises lors du 10<sup>e</sup> anniversaire de l'Engagement de Progrès.



intégrant tout de suite les facteurs hygiène et toxicologie.

CFPI Nufram (Mulhouse) a lancé un partenariat intensif avec la ville de Mulhouse.

Le SHD a mené une action auprès des médias et des associations de consommateurs en faveur d'une meilleure connaissance des produits chlorés.

### Nouvelles priorités et objectifs de progrès

En conclusion à la manifestation, **René Deleuze**, président de l'UIC, a dressé le bilan de cette journée et présenté les nouvelles priorités et objectifs que s'est fixés l'UIC pour les prochaines années.

L'Engagement de Progrès réaffirme la volonté des sociétés de l'industrie chimique d'œuvrer pour un progrès et une gestion des produits responsables. Les progrès réalisés depuis 10 ans sont mesurables : forte baisse du taux d'accidents du travail, réductions significatives de la pollution de l'air et de l'eau (bien que malgré les efforts faits, les industries chimiques soient encore les principaux agents de pollution de l'eau)... et également évolution dans les comportements de l'ensemble des acteurs de la chaîne produits depuis la recherche jusqu'à l'utilisateur final en passant par la fabrication, le transport, la distribution. Cependant, il faut poursuivre les efforts entrepris (réduction des gaz à effet de serre, économie d'énergie...) et il reste beaucoup à faire. Les nouvelles priorités et objectifs que s'est fixés l'UIC pour les prochaines années sont axés sur trois principaux points :

- Entraîner toutes les entreprises de l'industrie chimique sans exception dans l'Engagement de Progrès, par le partage d'expérience et le renforcement dans les régions du système déjà expérimenté de l'aide aux PME.
- Développer la gestion responsable des produits en présence des acteurs tout au long du cycle de vie : producteurs, transporteurs, distributeurs, utilisateurs...

Lors de la manifestation, le président de la Fédération Gay-Lussac (qui regroupe 18 écoles de chimie) a souligné que les enseignants étaient des acteurs en aval. Les ingénieurs sortant de ces écoles (1 300 par an) travaillent désormais avec des partenaires industriels pour être formés en matière de sécurité, environnement et hygiène industrielle. Ceci fait l'objet d'une charte signée en septembre dernier entre la Fédération Gay-Lussac et l'Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS).

- Communiquer, parler de la profession avec les

politiques, les administrations, les médias, le public, démystifier les problèmes et préciser les enjeux. C'est manifestement le point faible constaté par l'UIC, qui a su cependant communiquer vis-à-vis des jeunes et des enseignants, avec des opérations telles que « Chimie, la classe » ou les Olympiades de la chimie. La transparence est un besoin de plus en plus pressant pour l'industrie chimique. Signalons qu'au cours de la journée, le directeur du cabinet du ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement a souligné que le ministère était très favorable à une collaboration avec l'UIC pour l'élaboration de textes applicables et qu'une participation constructive de l'UIC est attendue.

Séverine Bléneau

#### Un exemple régional : l'Engagement de Progrès en Rhône-Alpes

En Rhône-Alpes, première région de production chimique en France, les industriels se sont engagés très tôt dans la démarche de l'Engagement de Progrès. Elle est déclinée au travers d'une approche collective et volontariste fondée sur des objectifs concrets d'améliorations.

Ces améliorations visent spécifiquement les odeurs, les fumées, l'aspect des établissements, le bruit et la communication de proximité. Cet engagement vient en plus de toutes les actions d'améliorations liées à la réglementation en vigueur.

Depuis 1992, un indicateur de progrès collectif a été mis en place afin de mesurer l'évolution de la perception des riverains sur les thèmes d'améliorations choisis. Cette étude consiste à interviewer 375 riverains quatre fois par an en leur posant les mêmes questions. Les résultats de chaque année peuvent être comparés à l'année de référence et aux autres années. En 1999-2000, l'indicateur montre une amélioration sensible en passant de 109,3 à 111,2. C'est l'amélioration des perceptions aspect, bruit et fumées qui contribue le plus à cette évolution.

Depuis 8 ans, 856 actions d'améliorations volontaires ont été réalisées en Rhône-Alpes, ce qui représente un investissement de 354 millions de francs.

Depuis 1999, l'industrie chimique mène une action de sensibilisation à l'Engagement de Progrès auprès des PME, afin de les motiver à s'engager dans cette voie et à les aider dans la mise en œuvre au travers d'un guide pratique conçu à cet effet par la profession. Pour les 12 derniers mois, 12 nouvelles signatures ont été enregistrées, dont 6 dans des PME. 103 établissements sur 148 sont engagés dans la démarche, ce qui représente 88 % de l'effectif de la chimie en Rhône-Alpes.



## Les diplômes de chimie dans l'enseignement supérieur français (1)

# Avant propos sur les études

Séverine Bléneau et Nicole Leray, déléguée à l'emploi SFC

**Summary** French chemical higher education degrees. Foreword on studies

This text is a foreword to the articles to be published in the forthcoming issues of *L'Actualité Chimique*. It gives a broad view of the French chemical education. In the following papers, each training will be developed with interviews of teachers, persons in charge and students. Studies about the employment situation and foreign education systems in this domain will also be proposed.

**Mots-clés** Enseignement supérieur français, chimie, formations, schéma général.

**Key-words** French education, chemistry, trainings, general review.

**D**e toutes les disciplines scientifiques, la chimie est celle dont l'image de marque est la plus défavorisée aux yeux du grand public. Les médias parlent abondamment de cette discipline dans le cas de catastrophes majeures – pollutions, marées noires et utilisations des armes chimiques – ce qui a pour effet de renforcer la peur des objets scientifiques et industriels qui nous entourent et aussi de rendre les métiers de la chimie peu attractifs. Au moment de leur orientation, les jeunes ne prennent en considération que cette vision négative des choses et, souvent, ils ne sont pas tentés par cette voie, préférant s'orienter vers des métiers qui leur paraissent plus prometteurs tels que la communication ou l'environnement. C'est ainsi que l'on a constaté depuis une dizaine d'années une baisse du nombre d'étudiants dans les cursus scientifiques et tout particulièrement en chimie. Il nous paraît donc nécessaire de présenter dans *L'Actualité Chimique*, les formations offertes par l'enseignement supérieur français dans le domaine de la chimie ainsi que les métiers ouverts aux diplômés.

Afin de refléter toutes les potentialités de ce secteur et d'aider les jeunes à choisir leur cursus, nous allons nous efforcer, dans les mois à venir, de faire un tour d'horizon de ces différentes formations, en les présentant grâce à des interviews de responsables de formations, de professeurs chargés des différents enseignements et d'étudiants. Des études concernant le marché de l'emploi et les cursus étrangers viendront compléter ces présentations.

En avant propos des dossiers à venir, il convenait de faire le point sur les différents diplômes proposés par l'enseignement supérieur français. Ces diplômes sont délivrés au terme de deux à huit années d'études après le baccalauréat. Une description détaillée, très prochainement mise à jour, est disponible sur le serveur de la SFC, <http://www.sfc.fr>.

Le *Tableau I* présente un histogramme de ces différentes formations.

### Les études courtes

#### BTS et DUT, former des techniciens supérieurs

Les secteurs d'activités susceptibles d'employer des techniciens chimistes sont nombreux : la chimie et la pharmacie bien sûr, mais également l'agroalimentaire, l'environnement, l'hygiène, la santé et les laboratoires appartenant au service public.

Les Sections de Techniciens Supérieurs (STS), préparant au **BTS** (Brevet de Technicien Supérieur), et les Instituts Universitaires de Technologie (IUT), délivrant un **DUT** (Diplôme Universitaire de Technologie), sont des formations courtes et sélectives. Le BTS et le DUT sont délivrés au terme de deux années d'études passées respectivement dans les lycées ou dans les universités. Les IUT et les STS bénéficient d'un fort encadrement (30 à 40 heures de cours hebdomadaires) et l'enseignement pratique et les stages jouent un rôle important dans la formation des techniciens supérieurs.

Il existe 24 BTS « chimie », une trentaine de BTS « biochimie » et quelques BTS comportant un enseignement de chimie (« hygiène, propreté, environnement », « métiers de l'eau »...). Du côté des IUT, on dénombre 18 établissements enseignant la chimie (avec pour certains l'existence d'une option génie chimique ou matériaux) et 25 établissements enseignant les mesures physiques.

Un nombre important de jeunes diplômés (principalement les titulaires du DUT) poursuivent leurs études. Certains optent pour **une année de spécialisation « post-BTS » ou « post-DUT »**, organisée au sein des IUT, d'autres rejoignent les cursus universitaires, en intégrant soit la filière classique (licence), soit les licences professionnelles, soit les

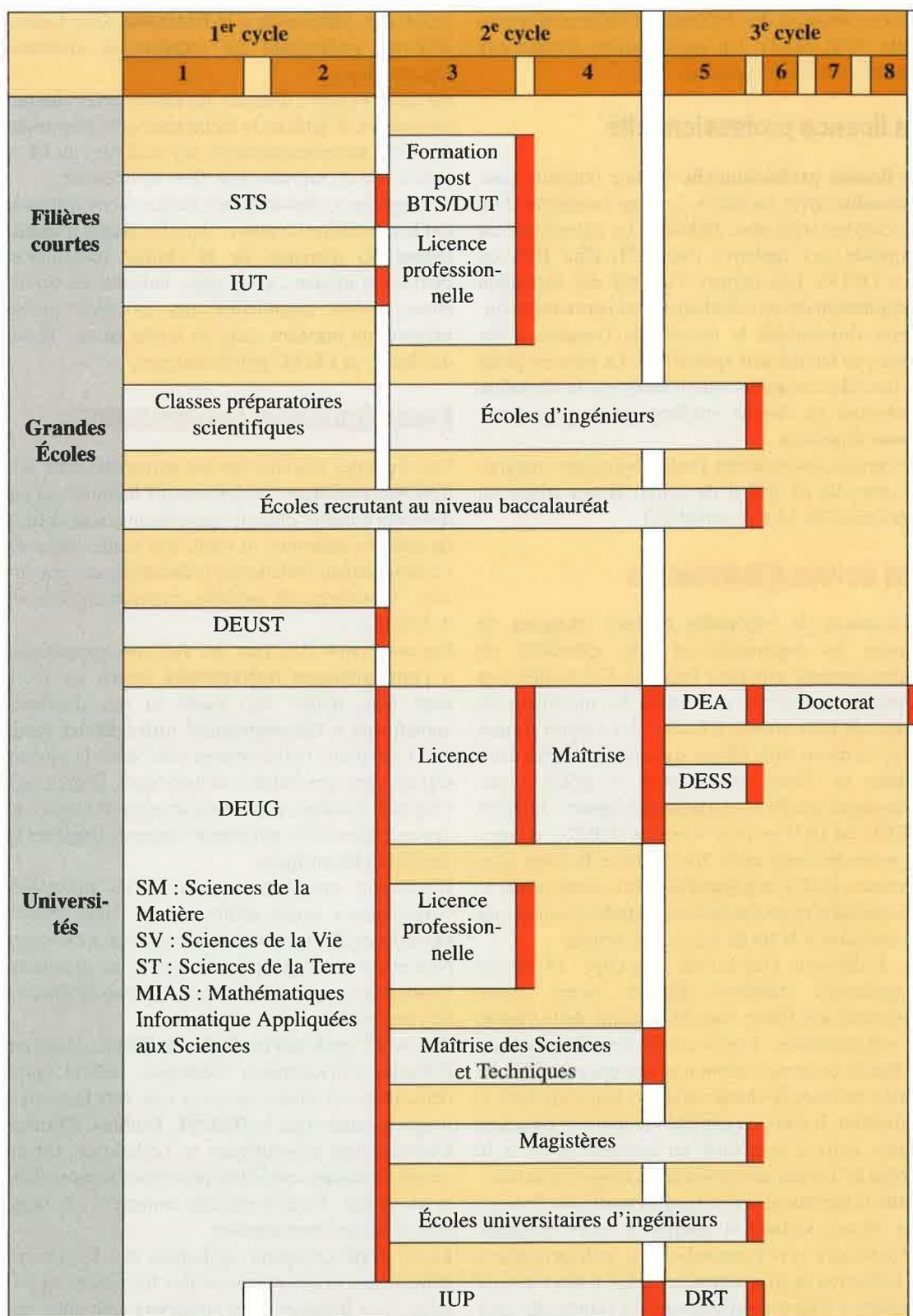


Tableau 1 - Histogramme des différentes formations en chimie de l'enseignement supérieur français.

BTS : Brevet de Technicien Supérieur, DEA : Diplôme d'Études Approfondies, DESS : Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées, DEUG : Diplôme d'Études Universitaires Générales, DEUST : Diplôme d'Études Universitaires Scientifiques et Techniques, DRT : Doctorat de Recherches Techniques, DUT : Diplôme Universitaire de Technologie, IUT : Institut Universitaire de Technologie, IUP : Institut Universitaire Professionnalisé, STS : Sections de Techniciens Supérieurs.



filières préparant des diplômés à finalité professionnelle (IUP, MST). Un petit nombre d'entre eux entrent en école d'ingénieur.

## La licence professionnelle

La **licence professionnelle** est une nouvelle piste accessible après un bac + 2. Cette formation d'un an, créée en septembre 2000 dans les universités, est proposée aux titulaires d'un IUT, d'un BTS ou d'un DEUG. Elle permet d'assurer une formation complémentaire aux étudiants, leur permettant d'intégrer directement le marché de l'emploi à des postes de techniciens spécialisés. La mise en place de modules complémentaires adaptés à la formation antérieure de chaque étudiant est le gage d'une bonne formation.

Ce cursus comprend des études théoriques (moyenne annuelle de 450 h de cours) et des stages en entreprise (de 12 à 16 semaines).

## Les écoles d'ingénieurs

L'existence de « **grandes écoles** » chargées de former les ingénieurs est une spécificité de l'enseignement supérieur français. Ces écoles sont hautement sélectives et forment des ingénieurs au terme de trois années d'études. La plupart d'entre elles recrutent leurs élèves sur concours après deux années de classe préparatoire ou grâce à des admissions parallèles, en première année – après un DEUG, un DUT ou plus rarement un BTS – ou bien en seconde année après une maîtrise. Il existe pour certaines écoles la possibilité d'être admis après le baccalauréat pour cinq années d'études (comportant un concours à la fin de la seconde année).

La Fédération Gay-Lussac regroupe 18 écoles d'ingénieurs chimistes. Quinze autres écoles possèdent une filière dans le domaine de la chimie ou des matériaux. Toutes ces écoles offrent à leurs étudiants un tronc commun et des options. Chaque année, un stage de durée variable vient compléter la formation. Il dure, en général, un mois en première année, deux à trois mois en seconde année et la moitié de l'année universitaire en troisième année.

Outre la formation scientifique et technique de base, ces écoles veillent à donner à leurs étudiants « l'ouverture vers l'international », indispensable à la formation de tout ingénieur, grâce à des cours en anglais, à l'approfondissement de l'étude des langues étrangères apprises au lycée, à l'initiation à de nouvelles langues, à des stages voire des semestres d'études à l'étranger. Des cours d'économie et une initiation à la gestion des entreprises viennent souvent compléter la formation des ingénieurs.

Les écoles adhérentes à la Fédération Gay-Lussac délivrent maintenant un « master of chemical engineering ».

En dernière année d'études, les élèves des écoles qui envisagent de faire de la recherche ont la possibilité de suivre les enseignements universitaires du DEA dans le but de préparer une thèse de doctorat.

Les ingénieurs diplômés des écoles citées ci-dessus ont la possibilité de rentrer dans les **écoles d'application** du domaine de la chimie (polymères, pétroles et moteurs, corps gras, industrie du caoutchouc, textile, exploitation des procédés) ou de préparer un **master** dans six écoles (dont l'École des Mines et l'École polytechnique).

## L'enseignement universitaire

Les diplômés délivrés par les universités sont des diplômés nationaux. Ils doivent être habilités par les autorités ministérielles, les programmes sont définis de manière nationale et seule une petite partie de l'enseignement est laissée à la discrétion des universités, sous forme de modules complémentaires ou d'options.

Les universités délivrent des diplômes appartenant à l'**enseignement universitaire court**, les DUT dont nous avons déjà parlé, et des diplômes appartenant à l'**enseignement universitaire long**. Les formations universitaires sont, pour la plupart d'entre elles, généralistes et théoriques. Depuis une vingtaine d'années, des enseignements de langues et des enseignements optionnels viennent compléter la formation scientifique.

Il convient cependant de noter que les universités s'ouvrent aux cursus professionnels. Dans chacun des trois cycles universitaires, certaines formations permettent d'accéder plus facilement au monde de l'entreprise. La sélection à l'entrée de ces filières est très importante.

Pour le **1<sup>er</sup> cycle universitaire**, le **DEUG**, Diplôme d'Études Universitaires Générales, délivré après deux années d'études, ouvre la voie vers les études longues, tandis que le **DEUST**, Diplôme d'Études Universitaires Scientifiques et Techniques, est un cursus technique spécialisé permettant l'entrée dans la vie active. Cette formation comporte une large part de stages en entreprise.

Le **2<sup>e</sup> cycle** comporte également des formations généralistes et théoriques et des formations appliquées. Les **licences** et les **maîtrises** sont délivrées au terme de deux années d'études. Les **MST**, Maîtrises de Sciences et Techniques (deux années d'études), dont les spécialités varient d'une université à l'autre, alternent cours théoriques, TP et stages en entreprise. Toujours en second cycle,



au terme de la première année de DEUG, les IUP, Instituts Universitaires Professionnalisés, forment en trois années des « **ingénieurs maîtres** ». Enfin, certaines universités ont obtenu l'habilitation pour des **écoles d'ingénieurs**.

Le **3<sup>e</sup> cycle** se compose du **DESS** (Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées), qui prépare à l'insertion professionnelle, et du **DEA** (Diplôme d'Études Approfondies), après lequel l'étudiant est autorisé à préparer, en 3 ou parfois 4 années, une **thèse de doctorat** dans le domaine dans lequel il a préparé son DEA. Durant son doctorat, l'étudiant est « formé par la recherche ». Il acquiert dans le laboratoire une première expérience de chercheur.

Au niveau du 3<sup>e</sup> cycle, le **DRT** (Diplôme de Recherche Technologique) permet de compléter la formation d'ingénieur maître en un an d'études après l'IUP.

Certaines universités ont développé des **magistères** (trois ans), diplômes non habilités, conduisant après un DEUG ou une classe préparatoire aux concours des « grandes écoles », à un DESS ou à un DEA. Ces formations allient des cours théoriques et pratiques, une formation en langues, en économie ainsi que des interventions d'entreprises. Au cours de ce cursus, les étudiants présentent généralement une licence, une maîtrise et un DEA.

Pour finir cette présentation générale, rappelons que diverses manifestations concernant l'enseignement de la chimie ont lieu régulièrement :

- La SFC a été présente durant toute la durée du salon « Forum Horizon Chimie » qui s'est tenu à la Maison de la Chimie (Paris) les 7 et 8 février derniers, ainsi que sur le salon « Interchimie,

Mesucora, Salon du Laboratoire » qui a eu lieu à Villepinte du 13 au 16 mars, répondant à toutes les questions concernant les formations et produisant des conseils concernant l'insertion professionnelle.

- L'UIC (Union des Industries Chimiques), la SCI (Société de Chimie Industrielle) et la Fédération Gay-Lussac ont organisé un colloque « La formation des ingénieurs chimistes aujourd'hui » le 15 mars dernier à Villepinte. <http://www.cpe.fr>
- **18<sup>e</sup> JIREC-10<sup>e</sup> MIEC** - du 30 mai au 1<sup>er</sup> juin 2001 - Nice. Les 18<sup>e</sup> Journées sur l'innovation et la recherche pour l'enseignement de la chimie et les 10<sup>e</sup> Journées multimédia et informatique dans l'enseignement de la chimie. Thème : les spectroscopies, l'œil du chimiste. Ces journées sont organisées conjointement par la SFC et le Centre Documentaire Informatique Enseignement Chimie (CDIEC) de l'université de Nice Sophia-Antipolis. Renseignements : Jean-Pierre Rabine, EducaSup-Chimie, CDIEC, Université de Nice Sophia-Antipolis, 06108 Nice Cedex 2. Tél. : 04.92.07.61.23. Fax : 04.92.07.61.25. Serveur : <http://www.unice.fr/cdiec/>
- Par ailleurs, l'UIC Ile-de-France présentera une restitution de ses travaux sur « Les besoins en compétences dans les métiers de la chimie, biochimie, biologie », le 30 mai prochain à l'université Pierre et Marie Curie. Renseignements : UIC, Le Diamant A, 92909 Paris la Défense Cedex. Tél. : 01.46.53.11.80. Fax : 01.46.53.11.91. Serveur : <http://www.csic-idf.fr>

Certains renseignements sont issus du *Guide des Études Supérieures*, édition 2001, numéro hors-série de *L'Étudiant*.



## Justus Liebig, étudiant à Paris (novembre 1822-avril 1824)

Claude Viel\*, professeur

**Summary** Justus Liebig, student in Paris (November 1822-April 1824)  
After we have expounded the reasons for which Justus Liebig came to Paris for study chemistry, we evoke the Paris he knew, the high student schools and laboratories frequented, and chemists who have had a great impact to his student life.

**Mots-clés** Justus Liebig, vieux Paris (1820), lieux d'enseignement, laboratoires parisiens, courtes biographies de chimistes.

**Key-words** Justus Liebig, old Paris (1820), Paris high student schools, Paris laboratories, short chemists biographies.



Portrait de Justus Liebig étudiant à Paris (crayon de Christian Julius Portmann) (Musée Liebig de Giessen).

Dans le premier quart du XIX<sup>e</sup> siècle, la chimie française était reconnue comme l'une des plus brillantes d'Europe, bénéficiant de la gloire de Lavoisier et de son École, du prestige de la « Société d'Arcueil » fondée au retour de l'expédition d'Égypte par Berthollet et Laplace, et qui regroupait les plus éminents savants de l'époque, chimistes, physiciens et naturalistes, marquant également par la qualité et le haut niveau de son enseignement et de sa recherche universitaire. Il en était de même en physique, en mathématiques et

dans le domaine des sciences naturelles et médicales. Par suite, de nombreux étudiants et jeunes chercheurs étrangers se rendirent à Paris pour parfaire leurs connaissances et travailler auprès de ces maîtres prestigieux.

C'est ce que fit Justus Liebig qui, âgé de dix neuf ans et demi, vint à Paris pour poursuivre ses études de chimie commencées à Bonn à l'automne 1820 et interrompues en mars 1822 à la suite de la déception qu'il essuya auprès de Karl Wilhelm Kastner, professeur de chimie organique qu'il avait suivi lors de sa mutation à Erlangen, dans l'espoir qu'il serait initié à l'analyse chimique comme le lui avait laissé entendre celui qui passait pour être le meilleur chimiste organicien allemand du moment. Liebig arriva donc à Paris début novembre 1822 pourvu d'une bourse d'études attribuée par le grand-duc de Hesse-Darmstadt. Il se logea non loin de la Sorbonne, contre la place Dauphine, 29 rue de Harlay, dans une maison aujourd'hui disparue.

Notre présentation comportera deux volets. En premier lieu, nous évoquerons les quartiers du Paris d'alors plus spécialement fréquentés par Liebig ; en

second lieu, nous présenterons brièvement les pôles d'enseignement et de recherche que Liebig a connus et les maîtres qui l'ont influencé.

### Le Paris des années 1820

En 1817, Paris comptait 714 596 habitants et en 1831, 774 338 habitants, donc quelques 718 à 720 000 habitants en 1820.

Sous peine de sortir du cadre de cet exposé, nous n'envisagerons ici que le Paris de l'île de la Cité et du Quartier Latin, quartiers que Liebig a plus spécialement fréquentés, et ne ferons que situer quelques Écoles et Institutions parisiennes, pôles scientifiques également importants.

A cette époque, le cœur de la capitale avait certes connu le vandalisme de la Révolution et de l'Empire, mais n'avait pas encore subi les grands bouleversements qu'il connaîtra dans l'urbanisation du baron Haussmann, éventrant dès 1853 le vieux Paris pittoresque et chargé d'histoire et le défigurant, provoquant à tout jamais la disparition de nombreuses rues typiques, de maisons, de vieux hôtels et de monuments remarquables. En 1820, il avait encore conservé ce labyrinthe de rues étroites et tortueuses que l'on remarque sur le plan dit de Turgot, établi en 1739.

Ainsi, si l'île de la Cité a souffert du vandalisme jacobin (destruction des cinq portails et de la galerie des Rois de Notre-Dame en 1793 ; flèche de la Sainte-Chapelle abattue en 1793 et chapelle haute convertie en dépôt d'archives en 1803 ; destruction d'églises : Saint-Barthélémy, Saint-Pierre des Arcis, Saint-Germain le Vieux, Sainte-Croix, La Madeleine), le Palais de justice et la Conciergerie demeuraient intacts, de même que la place Dauphine et la rue de Harlay, dans sa partie occidentale. C'est, nous l'avons dit, dans cette rue parallèle au Pont-Neuf, bordant d'un côté la place Dauphine avec laquelle elle communiquait par une

\* Conférence présentée à Paris, à la Maison de la Chimie, le 26 septembre 2000, dans le cadre de la journée « *Hommage aux professeurs et élèves français de Justus von Liebig* ». Faculté de Pharmacie, 31, avenue Monge, 37200 Tours. Tél. : 02.47.36.71.73. Fax : 02.47.36.71.74. E-mail : viel@univ-tours.fr



arcade monumentale, faisant face de l'autre au Palais, que Liebig avait trouvé à se loger dans une maison aujourd'hui disparue, démolie comme d'autres en 1874 lors de la construction des bâtiments du Palais de justice abritant la Cour de cassation, alors que les maisons faisant face étaient défigurées par exhaussement ou reconstruction.

Sur la rive gauche, le long des quais Saint-Michel et des Grands-Augustins, et au Quartier Latin, le vandalisme révolutionnaire et napoléonien avait également frappé, détruisant églises, couvents et abbayes, dont la plupart étaient de véritables musées monastiques (Saint-André des Arts, Saint-Benoît, les Carmes, les Cordeliers, Sainte-Geneviève...), sans oublier les abbayes de Saint-Victor (1811), remplacée par la Halle aux Vins, et de Saint-Germain des Prés (1798, 1802) qui, en 1822, sous la Restauration, subit encore l'arasement des deux clochers latéraux encadrant le chœur. Le Paris de la rive droite eut aussi son lot de démolitions aveugles. A côté de ce vandalisme, il convient cependant de citer quelques grands travaux d'urbanisation à l'actif du régime napoléonien et de la Restauration, en particulier la construction de ponts sur la Seine (d'Austerlitz, de la Cité, des Arts...) et l'aménagement des quais (du Louvre, de Corse (ex Desaix), de la Cité, de Montebello...). De même, n'oublions pas les nombreuses fontaines destinées à procurer de l'eau potable aux Parisiens, et certains monuments comme les arcs de triomphe du Carrousel et de l'Étoile.

Paris connaissait encore les grands travaux lorsque Liebig y séjourna et pour se déplacer, les diligences se multipliaient et les omnibus faisaient leur apparition, offrant aux Parisiens la possibilité de descendre ou de monter là où ils le voulaient sur le trajet.

Localisons maintenant dans ce Paris d'alors les principaux lieux d'enseignement et de recherche que Liebig a connus et, pour certains, fréquentés. La plupart d'entre eux se situaient, comme de nos jours, sur la rive gauche de la Seine, au Quartier Latin, pôle historique de l'Université de Paris.

C'est en 1806 que Napoléon institua l'Université impériale de France et le décret de mars 1808 n'attribua d'abord à la Faculté des Sciences qu'un rôle mineur, celui de simple jury d'examens. Les premiers cours se firent dans l'ancien collège du Plessis, situé face à la Sorbonne, de l'autre côté de la rue Saint-Jacques puis, en 1821, ils s'installèrent dans les bâtiments de la Sorbonne reconstruits à la demande de Richelieu dans la première moitié du XVII<sup>e</sup> siècle par Lemercier et abritant alors de plus les Facultés de théologie, des lettres, les services de l'Université et l'École Normale créée en 1794.

Faute de place, des baraquements furent édifés dans les cours pour servir de laboratoires. Cette « vieille Sorbonne » fréquentée par Liebig a fait place à la Sorbonne actuelle, celle que nous connaissons, la « nouvelle Sorbonne », à la suite des travaux de reconstruction effectués de 1885 à 1901 par Nénot.

Liebig n'a pas connu l'École Normale là où nous la connaissons aujourd'hui puisqu'elle n'occupera les locaux de la rue d'Ulm qu'en 1847. Par contre, il a bien connu l'École Polytechnique implantée dans les bâtiments de l'ancien collège de Navarre, rue de la Montagne Sainte-Geneviève, depuis novembre 1805, le Collège de France, situé près de la Sorbonne, dont les bâtiments anciens datant de 1660 furent remaniés en 1774.

Toujours sur la rive gauche, Liebig a connu l'École de Médecine, sise dans la rue du même nom, tout au moins le très bel édifice de Gondouin inauguré en avril 1775, entouré de bâtiments modernes en 1878-1900 ; l'ancienne École de Pharmacie et le Jardin des Apothicaires, rue de l'Arbalète, qui disparurent en 1859 lors du percement de la rue Claude Bernard, et en 1880 avec la construction de l'Institut agronomique ; le Jardin des Plantes et le Muséum d'Histoire naturelle, situés là où ils se trouvent aujourd'hui, proches de la gare d'Austerlitz et de la Halle aux vins ; à l'opposé, en bordure du Luxembourg, l'École des Mines, implantée en 1815 dans l'hôtel de Vendôme, rue d'Enfer, actuellement partie haute du boulevard Saint-Michel, après l'entrée du Jardin du Luxembourg.

Sur la rive droite de la Seine, il convient de citer le laboratoire de l'Arsenal, illustré par Lavoisier, devenu laboratoire privé de Gay-Lussac, consultant à la Régie des Poudres, situé dans le quartier de la Bastille, et le Conservatoire des Arts et Métiers, implanté en mai 1798 dans les bâtiments de l'ancien prieuré de Saint-Martin des Champs, rue Saint-Martin.

## Études à la Sorbonne et laboratoires fréquentés

Les pôles d'enseignement et de recherche parisiens étaient assurément bien moins nombreux dans les années 1820 qu'aujourd'hui. La Faculté des Sciences implantée dans les bâtiments de la Sorbonne, l'École Polytechnique et aussi, dans une certaine mesure, l'École des Mines bénéficiaient dans le monde scientifique français et européen d'une aura certaine justifiée par leur enseignement et les recherches qui s'y effectuaient. C'est, ne l'oublions pas, à l'École Polytechnique que se



# HISTOIRE DE LA CHIMIE

réalisèrent les recherches de Gay-Lussac et Thenard sur la grande pile voltaïque que Napoléon y avait implantée. En exceptant la médecine, qui sort du cadre de notre étude, il convient encore de mentionner l'École de Pharmacie, dont certains de ses enseignants étaient de brillants chimistes formés pour certains d'entre eux à l'École de Vauquelin, comme l'avaient été Thenard et Chevreul. A notre connaissance, l'École de Pharmacie ne comprenait pas de laboratoires, les enseignants, pharmaciens d'officine ou d'hôpital pour la plupart, effectuaient leurs recherches dans des laboratoires qui leur étaient propres, alors que dans les années 1820, le Muséum possédait entre autre un laboratoire de chimie prestigieux, celui de Vauquelin et de Chevreul, son assistant. L'École Normale avait, suite à la réforme napoléonienne, vocation à former des étudiants destinés à l'enseignement secondaire, alors que le Muséum et le Conservatoire des Arts et Métiers avaient pour mission principale de constituer et de conserver des collections d'histoire naturelle pour le premier, de machines et d'instruments pour le second, bien qu'une chaire de chimie appliquée aux Arts y ait été créée en 1819, sans laboratoire d'accompagnement semble-t-il.

Justus Liebig se dirigea donc vers la Sorbonne pour y acquérir une solide formation universitaire auprès de maîtres éminents, chimistes et physiciens de premier plan comme Gay-Lussac, Thenard et Biot, mais aussi naturalistes reconnus comme Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire.

Il fut enthousiasmé par l'atmosphère d'intense activité scientifique qu'il trouva à Paris où la Faculté des Sciences recevait de nombreux étudiants (dont ceux de l'École Normale), leur nombre variant chaque semestre. Il n'était pas rare que les cours, ceux de Gay-Lussac par exemple, soient suivis par 300 à 400 étudiants : rien de comparable avec Bonn ou Erlangen comme le précisera Liebig.

Au premier semestre, il suivit les cours de Gay-Lussac en physique et de Thenard en chimie ; au second, ceux de Biot et de Dulong, également membre de la Société d'Arcueil, ancien assistant de Thenard et ancien étudiant de Berthollet. Liebig prit rapidement conscience que, s'il souhaitait retirer un maximum de bénéfices des cours de Gay-Lussac et de Biot, il devait améliorer ses connaissances en mathématiques car, et là encore résidait une grande différence entre l'enseignement allemand et français, les développements quantitatifs et mathématiques étaient plus importants dans les cours professés à la Sorbonne.

Liebig ne perdait toutefois pas de vue qu'il souhaitait s'orienter vers une carrière de chimiste et

d'enseignant dans le domaine de la pharmacie (n'oublions pas qu'il avait été un éphémère stagiaire en pharmacie à Heppenheim) et de la chimie industrielle. Aussi suivit-il avec intérêt les cours de chimie industrielle donnés par Nicolas Clément au Conservatoire des Arts et Métiers, où il avait été nommé professeur en 1819.

L'assiduité de Liebig aux différents enseignements se vit naturellement récompensée lorsque Thenard lui proposa une place d'étudiant-chercheur dans le laboratoire privé de Gaultier de Claubry, chercheur indépendant, ancien élève de Vauquelin, futur professeur de toxicologie à l'École de Pharmacie, qui avait très souvent collaboré avec Gay-Lussac et Thenard.

Dans le laboratoire de Gaultier de Claubry, Liebig reprit ses études sur les fulminates, dont il s'était occupé jeune élève en pharmacie, plutôt par jeu du reste, en appliquant ses connaissances nouvellement acquises de l'analyse organique. En juillet 1823, il rédigea une Note sur ses premiers résultats, qu'il demanda à Thenard de présenter à l'Académie des Sciences. Président en exercice, Thenard ne pouvait souscrire à cette demande et c'est Gay-Lussac qui présenta le 28 juillet à l'Académie la matière de ce premier travail de Liebig, alors que celui-ci en opérait les démonstrations. A cette séance était présent un compatriote de Liebig, le grand naturaliste et voyageur Alexander von Humboldt. Appréciant les qualités du jeune chimiste, il persuada Gay-Lussac, avec qui il était très lié, de prendre Liebig dans son laboratoire privé de l' Arsenal. Gay-Lussac ayant en 1815 découvert et étudié le cyanogène et montré que ce radical se comportait comme le chlore par un grand nombre de ses réactions, et par ailleurs les fulminates s'y rattachant par certaines propriétés, il engagea Liebig à développer ses recherches sur les fulminates dans le cadre de leur collaboration. Ce travail eut un grand retentissement par ses résultats, qui furent publiés dans les *Annales de Chimie* en 1824. C'est Liebig qui, le premier, indiqua la composition des fulminates, que Gay-Lussac confirma, les deux chimistes montrant ultérieurement que ces sels étaient des *isomères* des sels correspondants de l'acide cyanique, regardant l'acide fulminique qu'ils avaient découvert comme un acide dicyanique, ce qui se montra inexact. L'acide cyanique avait été obtenu par Wöhler en 1822. Alors que Liebig étudiait à Paris le fulminate d'argent, son compatriote Wöhler analysait à Stockholm, chez Berzelius, le cyanate d'argent, qui s'avérait dépourvu de propriétés explosives et entièrement inoffensif. Les deux chimistes arrivèrent à la même formule brute CNOAg. Liebig contesta l'exactitude de la formule de Wöhler, mais



les analyses s'avèrent correctes pour les deux combinaisons. C'était là le premier cas d'isomérisie établi par les chimistes et le début d'une solide amitié entre les deux chimistes allemands aux caractères si opposés.

A propos de la collaboration avec Gay-Lussac, rapportons pour la petite histoire cette bien curieuse anecdote rappelée par Brock et que Liebig livra lors du banquet des membres du jury de l'Exposition Universelle de Paris en 1867 : « *Je n'oublierai jamais les heures passées dans le laboratoire de Gay-Lussac. Lorsque nous avons terminé avec succès une analyse, il [Gay-Lussac] me disait : « Maintenant vous pouvez danser avec moi, comme Thenard, car nous avons toujours dansé ensemble quand nous découvrons quelque chose de nouveau ».* Et puis, nous avons dansé ».

Liebig avait en Humboldt un protecteur puissant qui avait remarqué très tôt les aptitudes du jeune chimiste et c'est ainsi qu'au cours des premiers mois de 1823, il écrivit au grand-duc de Hesse-Darmstadt, via Ernst Schleiermacher son secrétaire de cabinet, pour lui faire savoir qu'il serait heureux que son protégé, remarqué pour ses travaux par ses collègues de l'Académie des Sciences, Gay-Lussac, Thenard, Dulong et Vauquelin, obtienne un poste le plus rapidement possible. Schleiermacher était bienveillant à l'égard de Liebig car, souhaitant créer un grand Muséum d'Histoire naturelle à Darmstadt, il l'avait encouragé à faire la connaissance du grand paléontologue Cuvier, en lui demandant s'il pouvait lui procurer des fossiles par son intermédiaire. A ce propos, signalons qu'à Paris, Liebig avait réalisé une analyse chimique comparée de dents de mammifères actuels et fossiles, étude non publiée, mais que Cuvier avait vraisemblablement inspirée ou qu'il n'était pas sans connaître.

Ainsi donc, avec l'appui direct de Humboldt, Schleiermacher et Kastner, professeur de chimie à Erlangen, Liebig pensait obtenir un poste d'enseignant à Darmstadt, à l'Académie militaire par exemple, dans laquelle il espérait pouvoir étendre ses activités personnelles dans un enseignement de pharmacie et de chimie industrielle ; il rejetait *a priori* Giessen qui, pour lui, n'offrait que de faibles possibilités en chimie. Toutefois, pour obtenir un poste de professeur, il était indispensable d'être docteur, ce qu'il n'était pas, ayant interrompu ses études universitaires à Erlangen dans les conditions que nous avons relatées, et par ailleurs, ce grade n'était pas délivré aux étrangers par l'Université de Paris. Pour contourner les difficultés, Kastner proposa une soutenance *in absentia*, par procuration donc, ce que Liebig accepta avec empressement, rédigeant

en latin une courte réponse à la question posée par Kastner : « Qu'apporte la chimie minérale à la chimie des plantes ? », qu'il accompagna d'un *curriculum vitae*. C'était en quelque sorte le prélude à ses recherches ultérieures rassemblées dans son ouvrage *Chimie organique appliquée à l'agriculture et à la physiologie végétale*, paru en 1840 et traduit en français par Charles Gerhardt l'année suivante. Ainsi donc, le doctorat en philosophie fut conféré à Justus Liebig le 23 juin 1823. A ce propos, une question est restée sans réponse au sujet des frais de doctorat : ceux-ci s'élevaient normalement à 66 gulden et Kastner demanda 66 thaler, soit 330 gulden, et certains ont émis l'hypothèse qu'il avait empoché 264 gulden à titre d'honoraires pour avoir managé cette thèse.

Ce diplôme, sa collaboration avec Gay-Lussac et le poids des recommandations de Humboldt et de Kastner, jouèrent en faveur de Liebig qui quitta Paris en avril 1824 pour l'Université de Giessen où il fut nommé le 26 mai « professeur extraordinaire » de chimie. Il avait 21 ans. C'était là le démarrage ou plutôt la continuation d'une brillante et exceptionnelle carrière au service de la chimie.

## Courtes notices biographiques

Pour terminer, nous voudrions brièvement situer les chimistes que Liebig a connus comme maîtres ou qu'il a rencontrés lors de son séjour à Paris, et mentionner leurs principaux travaux, en nous fixant comme limite 1824, date du départ de Liebig pour Giessen. Bien que physicien, nous dirons néanmoins quelques mots sur Biot, dont les cours, comme nous l'avons vu, ont très fortement influencé Liebig.

### • Louis Joseph Gay-Lussac (1778-1850)

Polytechnicien, assistant de Berthollet et de Fourcroy. Professeur à l'École Polytechnique de 1809 à 1839, il occupait en même temps les chaires de physique à la Sorbonne et de chimie générale au Muséum d'Histoire naturelle. Dans son premier travail (1801), il montre l'égalité de dilatation des gaz et des vapeurs, et énonce la loi des gaz parfaits ; il donne (1808) la loi du rapport simple des volumes dans la combinaison des substances gazeuses entre elles (expériences réalisées avec Alexander Humboldt) (cette loi est une confirmation de la loi des proportions multiples de Dalton, à la base de l'hypothèse atomique). A l'occasion de ces recherches, Gay-Lussac donne sa méthode, devenue classique, de la détermination des densités de vapeur. En 1804, avec Jean-Baptiste Biot, il entreprend une ascension en ballon pour étudier les variations du magnétisme terrestre et trois semaines



# HISTOIRE DE LA CHIMIE

après, il monte à 7 016 mètres pour prélever de l'air, dont il montre la constance de la composition. En collaboration avec Thenard, il procède à des expériences importantes sur la grande pile voltaïque de l'École Polytechnique, reprenant les expériences d'électrolyse de Davy (1808), prépare le potassium et le sodium par action du fer sur les alcalis (1808), le bore (1809), l'acide fluorhydrique quasiment anhydre (1809), prouve définitivement que le soufre est un corps simple (1809), met au point une méthode d'analyse élémentaire des composés organiques utilisant le perchlorate de potassium (1810-1815). Leur découverte de la nature élémentaire du chlore est controversée au profit de Curau dau (C. Viel, *Rev. Hist. Pharm.*, **2000**, 48, p. 221-236). Effectuant des expériences sur des composés de l'iode, il montre que celui-ci est un corps simple quelques jours avant Davy ; il signale ses analogies avec le chlore et fait connaître les acides iodhydrique et iodique (1814). Il découvre l'acide hyposulfurique en commun avec Welter (1819). Découvrant le cyanogène (1815), il a montré que celui-ci est proche du chlore par un grand nombre de réactions et, pour la première fois, qu'un radical peut se comporter comme un corps simple. Il a par ailleurs étudié la solubilité des sels et en a déterminé la variation avec la température, fondé les principales méthodes d'analyse volumétrique (chlorométrie, alcalimétrie, alcoométrie). D'autres travaux caractérisent l'œuvre de Gay-Lussac, membre de l'Académie des Sciences depuis 1806.

## • Louis-Jacques Thenard (1777-1857)

Élève de Vauquelin auquel il succède au Collège de France, répétiteur (1798) puis professeur à l'École Polytechnique (1810), membre de l'Académie des Sciences (1810), doyen de la Faculté des Sciences (1821). Il a découvert le « bleu Thenard » (bleu de cobalt), solide à la lumière et inaltérable au feu, utilisé à la manufacture de porcelaine de Sèvres (1799). Avec Gay-Lussac, il procède à des expériences importantes sur la grande pile voltaïque de l'École Polytechnique, isole le bore, prépare le sodium et le potassium (1808), prouve définitivement que le soufre est un corps simple (1809), prépare l'acide fluorhydrique presque anhydre (1809), met au point la méthode d'analyse élémentaire des composés organiques, utilisant le perchlorate de potassium (1810-1815). La découverte de la nature élémentaire du chlore est controversée au profit de Curau dau. En 1818, il prépare l'eau oxygénée, découverte des plus importantes. Beaucoup d'autres travaux sont à l'actif de Thenard, qui composa également un remarquable *Traité de Chimie* (1813), premier des

livres didactiques embrassant l'ensemble de cette science, et qui connut plusieurs éditions jusqu'en 1836.

## • Pierre-Louis Dulong (1795-1838)

Professeur à la Sorbonne (1820), membre de l'Académie des Sciences (1823), Dulong était entré à l'École Polytechnique à 16 ans (1801). N'ayant pu être, pour des raisons de santé, officier d'artillerie comme il le souhaitait, il prépare sa médecine mais c'est la chimie qui l'attire. Élève de Claude-Louis Berthollet (1748-1822), puis de Thenard, il s'attache d'abord à des travaux de chimie. Il énonça la loi de la décomposition des sels insolubles par les carbonates alcalins, découvrit le chlorure d'azote (1811), dans la préparation duquel il perdit un œil et deux doigts de la main droite, puis l'acide hypophosphoreux. Il a également effectué des recherches physiques très importantes : avec Alexis Thérèse Petit (1791-1820), il imagina une méthode permettant de déterminer le coefficient de dilatation du mercure, énonça la loi relative aux chaleurs spécifiques des corps simples solides, qui permit de déterminer de nombreuses masses atomiques (loi de Dulong et Petit). Il détermina par ailleurs les indices de réfraction des gaz et les vitesses du son dans différents gaz. Il inventa le cathétomètre ainsi qu'un thermomètre à poids et, comparant les différents thermomètres, il préféra le thermomètre à air. Avec Arago, il réalisa des expériences sur la loi de Mariotte et sur la force élastique de la vapeur d'eau jusqu'à 20 atmosphères. Il est considéré comme le fondateur de la thermochimie.

## • Jean-Baptiste Biot (1774-1862)

Professeur à l'École centrale de Beauvais (1797), au Collège de France (1800), membre de l'Académie des Sciences (1803), professeur à la Faculté des Sciences de Paris (1809), il est connu pour ses travaux de mathématiques et d'astronomie, mais c'est comme physicien qu'il a acquis une indéniable notoriété. En astronomie, il a reconnu l'origine céleste des météorites (1803) ; en physique, il établit une théorie de la conductibilité calorifique (1804), réalisa avec Gay-Lussac une ascension en ballon afin d'étudier le magnétisme terrestre (1804), fit avec Arago les premières mesures précises sur la densité de l'air et des différents gaz (1806), détermina la vitesse du son dans les solides et établit une théorie mathématique de sa propagation (1809), découvrit le pouvoir rotatoire de certains liquides et des solutions sucrées, conçut le saccharimètre qu'il appliqua à la recherche du diabète (1815), établit avec Savart la valeur du champ magnétique créé par un champ électrique rectiligne et donna la loi du phénomène (1820). Biot est encore connu pour bien d'autres travaux, en



particulier ceux sur les aurores boréales (1828) et la constitution de l'atmosphère (1841).

• **Nicolas Clément (Clément-Desormes)** (1779-1841)

Répétiteur de chimie à l'École Polytechnique, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers (1819). En collaboration avec son beau-père Charles-Bernard Desormes (1777-1862), il a procédé à la détermination des chaleurs spécifiques des gaz et a introduit la notion de zéro absolu. Il a effectué d'importants travaux sur l'alun et l'acide sulfurique et a joué un grand rôle dans le développement de la chimie industrielle.

• **Henri-François Gaultier de Claubry** (1792-1878)

Il a étudié la fabrication de l'iode et a recherché la présence de cet élément dans l'eau de mer, dans les plantes maritimes qui produisent la soude de varech et dans les algues, ainsi que dans certaines autres substances végétales et animales (1814-1815) ; il s'intéressa aussi à l'inuline (1815). Il s'occupa ensuite de chimie légale (toxicologie) et d'hygiène et devint professeur de toxicologie à l'École de Pharmacie, succédant à Joseph-Bienaimé Caventou (1859).

• **Michel Eugène Chevreul** (1786-1889)

Chimiste dans la fabrique dirigée par Vauquelin (1804), il devient le préparateur de celui-ci au Muséum (1810). En 1824, il est nommé professeur de chimie et directeur des teintures à la manufacture des Gobelins ; en 1829, il succède à Vauquelin comme professeur au Muséum. En 1823, il a déjà acquis la célébrité avec ses recherches chimiques sur la nature des corps gras d'origine animale, commencées dès 1813, séparant les différents constituants d'un mélange, déterminant la nature des principes constituants, isolant les acides, donnant une théorie de la saponification, découvrant les bougies stéariques. Membre de l'Académie des Sciences (1826).

• **Pierre-Joseph Pelletier** (1788-1842) et

**Joseph-Bienaimé Caventou** (1795-1877)

Professeurs à l'École de Pharmacie, pionniers de l'isolement des alcaloïdes : émétine (1817), strychnine et brucine (1818-1819), cinchonine et quinine (1820), ils mettent au point la fabrication du sulfate de quinine.

• Au cours de son séjour à Paris, Justus Liebig n'a connu qu'indirectement **Nicolas Louis Vauquelin** (1763-1829), élève puis collaborateur d'Antoine François Fourcroy (1755-1809), qui découvrit le chrome et la glucine, auteur par ailleurs de nombreux travaux en chimie organique et en chimie minérale, membre de l'Académie des Sciences (1795), professeur au Muséum (1804) et à la

Faculté de Médecine (1812), tombé en disgrâce pour ses opinions libérales en 1822.

• De même, il n'a fait que croiser **Jean-Baptiste Dumas** (1800-1884), qui n'arriva à Paris qu'en janvier 1823, venant de Genève où il avait effectué ses études de pharmacie et où il avait exécuté ses premières recherches sur l'iode et les iodures, qui conduisirent le docteur Jean-François Coindet à utiliser ces produits contre le goitre, et où il avait collaboré avec le docteur J.-L. Prévost à des travaux de biochimie et de physiologie (sang, urée...), ensemble de recherches qui le firent connaître du monde savant. C'est Humboldt qui le persuada de venir à Paris pour y mener une carrière scientifique. Arrivé à Paris en janvier 1823, il devient répétiteur de Thenard à l'École Polytechnique et succède cette même année à Robiquet dans la chaire de chimie, à l'Athénée. En 1824, il fonda avec Brongniart et Audoin les *Annales des Sciences Naturelles*. En 1832, il devint docteur en Médecine et docteur ès Sciences, et également membre de l'Académie des Sciences. En 1829, ce sera l'un des fondateurs de l'École centrale des arts et manufactures ; il deviendra professeur à la Faculté des Sciences, à la Faculté de Médecine, au Collège de France, ministre de l'Agriculture et du Commerce. Ses recherches en chimie sont d'une très grande importance, notamment en chimie organique où, par ses travaux débutés vers 1825, il contribua particulièrement au développement de l'analyse et aux théories chimiques.

## Bibliographie

- [Anonyme], Les chimistes français du XIX<sup>e</sup> siècle, *Musée Centennal de la classe 87-Arts chimiques et pharmacie*, Exposition internationale universelle de 1900 à Paris, s.l.n.d., [Paris, 1900] (notices biographiques).
- Bonnerot J., *L'Université de Paris du Moyen-Âge à nos jours*, Larousse, Paris, s.d., [1933].
- Brock W.H., *Justus von Liebig. The chemical Gatekeeper*, Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
- Clébert J.-P., *Les rues de Paris*, Club des Libraires de France, Paris, 1958, vol. 1 : Les arrondissements de la rive gauche et la Seine ; vol. 2 : Les arrondissements de la rive droite.
- Crosland M., *Gay-Lussac (1778-1850), savant et bourgeois*, Belin, Paris, 1991.
- Dulaure J.-A., *Histoire de Paris*, Furne et Cie, Paris, 1837 (6<sup>e</sup> éd. augmentée par J.-L. Belin), 8 vol. + atlas.
- Fierro A., *Histoire et dictionnaire de Paris*, Robert Laffont (coll. « Bouquins »), Paris, 1996.
- Frémy E., Discours préliminaire sur le développement et les progrès de la chimie, *Encyclopédie chimique*, Dunod, Paris, 1862, p. 58-74, 81-83, 90-92, 103-106.
- Lockemann G., *Histoire de la chimie*, Dunod, Paris, 1962.
- Plan de Paris, dit « plan de Turgot »*, Claude Tchou and Sons, Paris, s.d., [1950] (réédition du plan de 1739).
- Réau L., *Histoire du vandalisme. Les monuments détruits de l'art français*, Robert Laffont (coll. « Bouquins »), Paris, 1994 (édition augmentée par M. Fleury et G.-M. Leproux).
- Thenard P., *Le chimiste Thenard (1777-1857)* (introduction et notes de G. Bouchard), imprimerie Jobard, Dijon, 1950.
- Viallard R., Daumas M., Les bases de la théorie atomique-Les progrès de la chimie au XIX<sup>e</sup> siècle, *Histoire de la Science*, Encyclopédie de la Pléiade, Gallimard, Paris, 1957, p. 944-977.



**Chers lecteurs,**

aidez-nous à développer cette rubrique  
en nous faisant parvenir les informations  
scientifiques ou industrielles  
les plus innovantes  
dont vous avez connaissance.

## Un « nez artificiel » pour le déminage

L'Union européenne a décidé de subventionner à hauteur de 2,35 millions d'euros le projet de nez artificiel mis au point par la compagnie suédoise Biosensor Applications. Les services suédois de secours d'urgence, qui conduiront les tests en collaboration avec leurs homologues norvégiens, pensent que le nouveau dispositif va révolutionner la détection des mines. Le premier prototype fabriqué en novembre 2000 se compose d'une unité de détection reliée à une plateforme analytique. Il permet de repérer les explosifs et les principaux stupéfiants mais peut aussi être adapté à toutes sortes de substances chimiques.

Information recueillie dans : *Sciences & Technologies en Suède*, 22 février 2001, n° 146 (revue de presse éditée par l'Association franco-suédoise pour la Recherche (AFSR) (e-mail : [info@afsr.se](mailto:info@afsr.se)), en collaboration avec le Service Culturel et Scientifique de l'Ambassade de France en Suède). Source : *Business Arena Stockholm* 15/02.

Renseignements : <http://www.bioapp.se/english/index.htm>

## Synthèse d'inhibiteur du HIV-1

Dans sa thèse soutenue à la faculté de pharmacie d'Uppsala, M. Alterman a mis en évidence la synthèse artificielle d'un inhibiteur de la protéase HIV-1, l'une des voies du traitement chimiothérapeutique du SIDA. Cette synthèse d'un composé optiquement actif est extrêmement simple : utilisant un carbohydrate et un composé chiral courant, elle permet d'aboutir à une grande variété de produits dérivés. Par la suite, ceux-ci s'avèrent utiles pour tester leur activité vis-à-vis de la protéase HIV-1. La structure cristallographique des deux composés les plus actifs a aussi été réalisée. M. Alterman a également développé un protocole de synthèse par micro-ondes très polyvalent pour la transformation d'organobrome en tétrazole en vue du greffage de nouveaux groupements fonctionnels sur le squelette de ses inhibiteurs.

*Sciences & Technologies en Suède*, 22 février 2001, n° 146. Source : *Business Arena Stockholm* 15/02.

Renseignements : <http://w3.ub.uu.se>

## Piles à combustible

Le centre d'élaboration et de mise en forme des matériaux du CEA Saclay a mis au point les premières monocellules pour des piles à électrolyte solide. Ces piles, dites « SOFC » (Solide Oxyde Fuel), devraient fonctionner entre 800 et 1 000 °C et auraient des applications fixes (immeubles...) et embarquées (transports ferroviaires, maritimes...). Les monocellules constituent le cœur d'une pile, siège des réactions génératrices d'énergie. D'un diamètre de 40 mm et d'une épaisseur de 200 µm, elles ont été réalisées par des technologies classiques de mise en forme des céramiques, ce qui ouvre des perspectives de réduction des coûts de production. Prochaine étape : la réalisation de monocellules plus grandes (jusqu'à 100 mm) pour alimenter les bancs de tests nécessaires au développement de la première pile SOFC au CEA Grenoble.

*Les défis du CEA*, janvier 2001, n° 87.

## Elle court, elle court, la...

La possibilité de pouvoir moduler les propriétés de mouillage d'une surface trouve ses avantages dans la vie quotidienne (imperméabilisation, absorbant) comme dans de nombreux procédés industriels (encre, soudure). Une équipe de Lehigh University (USA) s'était fait remarquer en faisant grimper des gouttes d'eau le long d'un plan incliné. La prouesse de l'équipe du Pr. Chaudhury (Lehigh University, USA) a consisté à monter un dispositif où les gouttes pouvaient se déplacer beaucoup plus rapidement. Ils ont d'abord établi sur la surface d'un disque de cuivre, recouvert de silicium, un gradient de concentration de molécules créant un centre particulièrement hydrophobe et une périphérie plus hydrophile. Mais, c'est l'introduction des gouttes sous forme de vapeur au-dessus du substrat, augmentant le gradient de tension de surface, qui a fait toute la différence : les vitesses atteintes sont alors de cent à mille fois supérieures à celles généralement observées.

Le détail des déséquilibres mis en jeu et des forces ainsi créées n'est pas encore totalement élucidé mais les possibilités d'application sont bien réelles et à court terme. En inversant le mouvement des gouttes de l'extérieur vers l'intérieur du disque, les auteurs proposent de réaliser ainsi un réacteur chimique pour lequel les ingrédients sont propulsés de différents endroits de la périphérie et à différents moments pour réagir quand ils se mélangent au centre du disque.

*La Lettre des Matériaux de Washington*, février 2001, 106 (<http://www.france-science.org/publications/materiaux/106/LM106.htm>). Source : *Science* (2001) 291, 633-636 et 605-606, *Science News*, 27 janvier 2001 et *New York Times*, 26 janvier 2001.

Renseignements : <http://www.lehigh.edu/~inchrn/people/faculty/Chaudhury-info.html>



## Obtention de particules céramiques en utilisant de faibles énergies

La fabrication de particules céramiques sphériques passe en général par une étape d'atomisation où il est parfois difficile de contrôler la distribution en taille. Ces méthodes utilisent, de plus, de fortes puissances, supérieures à 10 kW, qui alourdissent les coûts de production. Le salut semble venir du Nouveau Mexique où le professeur Jonathan Philips, de l'université de l'État du même nom et du Los Alamos National Laboratory, propose une méthode de plasma micro-onde (1 kW), à pression atmosphérique. En partant de poudres de précurseurs sans morphologie particulière, il parvient à obtenir des particules sphériques d'alumine alpha dans une gamme de taille de l'ordre de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de microns. C'est, semble-t-il, pour cette gamme de taille, le matériau idéal pour remplacer la silice dans les circuits intégrés avec un gain certain en propriétés thermiques. Avec les rythmes d'intégration sans cesse en progrès, le principal frein à la miniaturisation reste l'évacuation de la chaleur et l'alumine peut prendre là une place recherchée.

*La Lettre des Matériaux de Washington*, février 2001, 106 (<http://www.france-science.org/publications/materiaux/106/LM106.htm>). Source : *High Tech Materials Alert*, janvier 2001.

## Alternatives pour le bromure de méthyle ?

Le bromure de méthyle est un des fumigènes les plus utilisés de part le monde pour contrôler mauvaises herbes, nématodes et pathogènes avant les plantations. Cependant, l'utilisation de ce produit nocif pour la couche d'ozone devra être éliminée totalement d'ici 2005. Des chimistes de nombreux laboratoires travaillent donc activement à la mise au point d'alternatives fiables à ce gaz très volatile et sans odeur. Un des fumigènes étudié est InLine, 60 % 1,3-dichloropropène et 35 % chloropicrine, version soluble dans l'eau d'un fumigène de Dow AgroSciences déjà approuvé pour la culture des fraises.

*ChemWeb.com News Bulletin*, 12 janvier 2001.  
[http://chemweb.com/alchem/2001/news/nw\\_010112\\_strawb.html](http://chemweb.com/alchem/2001/news/nw_010112_strawb.html)

## « Pulp Fiction »

Des scientifiques anglais ont développé une méthode d'analyse par RMN afin de tester la qualité des jus d'orange. L'avantage apporté par la RMN est de permettre l'obtention du profil d'un produit couvrant de nombreuses classes de composés en un seul spectre, ce que ne permettent pas les techniques de chromatographie.

Elle peut également fournir une analyse plus rapide, basée sur des outils mathématiques adaptés, aidant à différencier les produits purs des produits frelatés.

*ChemWeb.com News Bulletin*, 19 janvier 2001.  
[http://chemweb.com/alchem/2001/news/nw\\_010119\\_orange.html](http://chemweb.com/alchem/2001/news/nw_010119_orange.html)

## Du côté de la chimie en milieu supercritique

### Préservation du bois par le CO<sub>2</sub> supercritique

Le CO<sub>2</sub> supercritique, solvant ayant déjà de nombreuses utilisations telles que l'extraction de la caféine, pourrait bientôt être utilisé dans le domaine de la préservation du bois. En effet, des chercheurs australiens ont montré que le CO<sub>2</sub> supercritique offre une bien meilleure pénétration que les méthodes conventionnelles. De la même façon qu'un liquide, le fluide supercritique dissout les agents protecteurs et les véhicule à travers les fibres du bois, et de la même façon qu'un gaz, il pénètre les micropores du bois qu'un liquide ne peut atteindre.

*ChemWeb.com News Bulletin*, 12 janvier 2001.  
[http://chemweb.com/alchem/2001/news/nw\\_010112\\_supc.html](http://chemweb.com/alchem/2001/news/nw_010112_supc.html)

### Hydrogénation en milieu supercritique

L'université de Karlstad (USA) a développé un procédé de transformation d'esters de méthyles d'acides gras contenus dans des huiles végétales en alcools gras, par hydrogénation dans le CO<sub>2</sub> supercritique.

*ChemWeb.com News Bulletin*, 25 août 2000.  
[http://chemweb.com/alchem/2000/news/nw\\_000825\\_fat.html](http://chemweb.com/alchem/2000/news/nw_000825_fat.html)

### Des traitements chimiques plus propres grâce aux fluides supercritiques

Le Groupe de recherche des technologies propres (Université de Nottigham) a développé avec succès toute une série de réactions chimiques importantes utilisant le CO<sub>2</sub> supercritique comme alternative aux solvants usuels. L'équipe, en collaboration avec des industriels, s'est particulièrement penchée sur les réactions d'hydrogénation, l'hydrogène gazeux étant peu soluble dans les solvants généralement utilisés mais totalement miscible avec des fluides supercritiques tels le CO<sub>2</sub> ou le propane. Elle a mis au point un réacteur d'hydrogénation continu constitué d'une chambre de mélange où hydrogène gazeux, CO<sub>2</sub> supercritique et substrat sont mélangés avant d'être introduits dans un réacteur contenant un catalyseur.

*ChemWeb.com News Bulletin*, 15 février 2001.  
[http://chemweb.com/alchem/2001/news/nw\\_010215\\_CO2.html](http://chemweb.com/alchem/2001/news/nw_010215_CO2.html)

## Nouveau catalogue AVOCADO 2000/2001 !!!

11 000 molécules organiques ou inorganiques pour la Recherche et le Développement.

Quantités disponibles : du gramme à la tonne (nous consulter).

Des livraisons très rapides (en 24 h) franco de port et d'emballage depuis notre stock en région Rhône-Alpes.

Des offres de prix pour des quantités spéciales ou en multipacks.

**Contactez-nous !!!**

Tél. : 0800 777 133

Fax : 0800 575 123



Nos laboratoires de recherche et de production sont situés en Angleterre.

Nos équipes de chimistes expérimentées sont prêtes à étudier toutes vos demandes en quantités semi-bulk et bulk.

AVOCADO vous offre également un service performant de synthèse à façon dans la plus grande confidentialité.



**Contactez-nous !!!**

Tél. : 0800 777 133

Fax : 0800 575 123



## Recherche et développement

### « Le fondamental, c'est l'investissement du futur »

Roger-Gérard Schartzenberg a reçu les lauréats 2000 de l'ACI « jeunes chercheurs » au ministère de la Recherche, jeudi 1<sup>er</sup> mars 2001

En 1999, le Comité Interministériel pour la Recherche Scientifique et la Technologie (CIRST), avec l'aide du Conseil national de la science, incitait le gouvernement à donner un nouvel élan à la recherche. Il en a résulté la création des **Actions Concertées Incitatives (ACI)** concernant 17 thèmes jugés prioritaires : prévention des catastrophes naturelles, encéphalopathies spongiformes subaiguës transmissibles et prions, physico-chimie de la matière complexe... Ces ACI ont pour objectif l'émergence de disciplines nouvelles, la formation de nouveaux spécialistes, l'élaboration de nouveaux programmes de recherches destinés à favoriser de nouvelles collaborations disciplinaires. Elles doivent permettre également le renouvellement de l'approche scientifique des grandes questions posées par notre société.

Parmi ces ACI, le ministère avait lancé une « action blanche » sans affichage thématique prioritaire, qui est devenue l'ACI « jeunes chercheurs ». Cette action est ouverte à tous les champs disciplinaires et prône la mise en œuvre de projets innovants et favorisant la pluridisciplinarité. Réservée aux jeunes chercheurs ou enseignants-chercheurs nommés depuis moins de 3 ans, cette ACI ne préjuge ni du domaine ni des méthodes de recherche proposés. Les lauréats disposent librement de fonds alloués, pouvant par exemple embaucher des techniciens et constituer leur propre équipe.

L'ACI « jeunes chercheurs » est financée par le Fonds national de la science et pilotée par un comité scientifique. En 1999, 74 dossiers avaient été retenus pour un total de 52 MF (dotation sur 3 ans). **Pour l'année 2000, ce sont 80 MF qui ont été répartis entre 120 lauréats.**

Ce sont ces lauréats 2000 que le ministre de la Recherche a reçu et félicité jeudi 1<sup>er</sup> mars dernier au ministère, en présence des lauréats 1999, de représentants du cabinet du ministre dont **Vincent**

**Courtillot**, directeur de la recherche au ministère, de présidents d'universités et de grands organismes de recherche et bien sûr des principaux membres du comité scientifique.

Tous les projets retenus ont en commun la pertinence d'un thème original. Ils abordent divers domaines comme les mathématiques et l'informatique, la physique et les sciences pour l'ingénieur, les sciences humaines et sociales, les sciences de la vie, les sciences de la terre, de l'univers et de l'environnement. Concernant la **chimie, 11 projets ont été retenus.** Les sujets, très divers, laissent entrevoir une approche innovante et complémentaire de l'approche classique. Il s'agit de thématiques souvent à l'interface de la chimie, des sciences du vivant et des sciences pour l'ingénieur.

« [L'ACI « jeunes chercheurs »] offre les moyens pendant 3 ans, de prendre [son] autonomie en dehors des structures, parfois contraignantes des laboratoires et d'exprimer librement leur capacité d'innovation. Contrairement aux autres ACI, elle est la seule à couvrir le champ entier de la recherche fondamentale » a déclaré le ministre de la Recherche. Cette ACI unique s'inscrit dans une volonté de la part du gouvernement de promouvoir la créativité des jeunes chercheurs qui doivent être libres et indépendants (notamment vis-à-vis de l'industrie). « *Le fondamental, c'est l'investissement appliqué du futur* », a affirmé Vincent Courtillot.

Les lauréats 99 sont venus témoigner de la première année écoulée. Ils ont exprimé une grande satisfaction vis-à-vis de l'autonomie dont ils bénéficient. De plus, l'interpénétration des disciplines est jugée positive et constructive. Il semble désormais indispensable d'étudier les différentes matières fondamentales non plus isolément mais dans un ensemble interactif. Lorsque la société et les politiques sont face à des crises comme celles de la vache folle ou des OGM, la connaissance des sciences exactes ne suffit pas à comprendre la problématique. Il faut prendre en compte l'ensemble des sciences humaines, sociales, économiques, pour entreprendre des stratégies efficaces et proposer des solutions.

Les 3 ans de financement, assurent une

certaine pérennité à ces jeunes équipes. Des sciences comme l'ethnologie, qui habituellement reçoivent peu de financement, n'ont pas été oubliées et en sont satisfaites. Cependant, certains lauréats ont exprimé leurs difficultés à percevoir leurs fonds. D'autres, s'ils n'ont pas besoin d'un financement important, ont surtout besoin de plus de temps... Le débat s'est ouvert et a permis d'établir un premier bilan.

Cette ACI est donc un pari qui vise à repérer et financer les jeunes chercheurs. Elle leur donne une impulsion pendant 3 ans qui laisse libre court à la réalisation de projets originaux et à l'utilisation de stratégies novatrices dans n'importe quel domaine de la recherche fondamentale. Cette initiative du gouvernement s'inscrit dans le cadre d'une politique concernant l'emploi des jeunes chercheurs et au sein d'une réflexion autour de l'amélioration de retour après mobilité de ces jeunes chercheurs.

Contact : maryse.lagreve@recherche.gouv.fr  
<http://www.recherche.gouv.fr/discours/ac/default.htm>

Elsa Champion

### Analyse isotopique des hydrocarbures

L'Institut Français du Pétrole (IFP) vient de lancer un nouveau projet de recherche sur l'utilisation de traceurs naturels pour mieux comprendre la migration des hydrocarbures et leurs temps de résidence dans les réservoirs. L'une des familles des traceurs utilisés est l'ensemble des gaz rares, traceurs chimiquement inertes, et donc sensibles seulement aux signatures des sources des fluides analysés et aux processus physiques (échanges entre phases, ségrégation lors du transport). Certains des isotopes des gaz rares (<sup>4</sup>He, <sup>40</sup>Ar) proviennent, en effet, de la désintégration radioactive naturelle et représentent donc des horloges associées aux fluides pétroliers dont il faut décrypter le message afin d'accéder à des informations chronologiques.

Ce projet concerne des domaines aussi variés que l'estimation du risque lié à des quantités importantes de gaz, les vitesses associées aux remplissages et aux pertes d'hydrocarbures dans les réservoirs, la



# INFORMATIONS GÉNÉRALES

distinction d'une origine bactérienne ou thermogénique du gaz naturel, les directions et distances de migration, la mise en évidence de pétrole ayant interagi avec le gaz ou l'eau et, enfin, de meilleurs guides pour la prospection de gisements de gaz suffisamment riches en hélium pour produire cet élément comme sous-produit des hydrocarbures.

Contact tél. : 01.47.52.62.07. <http://www.ifp.fr>

## Nouvelle molécule pour le traitement de certains cancers

La société coréenne Kumho Chemical a développé une nouvelle molécule pour le traitement de certains cancers (poumon, estomac, peau, larynx, bronches et vessie). KHD-2001, issue d'extraits modifiés d'algues vertes, pénètre les cellules cancéreuses et les rend plus sensibles aux traitements par laser.

## Naissance d'un nouveau laboratoire de microélectronique en Provence

Constitué d'équipes universitaires provenant d'universités et de grandes écoles d'ingénieurs de la région PACA, le nouveau laboratoire L2MP (laboratoire matériaux et microélectronique de Provence) a pour objectif de développer la recherche et la formation en microélectronique et, à plus long terme, de mettre au point des composants électroniques du futur. Ce projet s'inscrit dans un contexte actuel de développement de la recherche en micro-nanoélectronique (comprenant également la création d'un DEA et d'un DESS) sur l'axe Marseille-Toulon et est étroitement lié aux préoccupations actuelles de l'industrie. Le laboratoire constitue une pièce maîtresse dans le cadre d'une volonté commune de créer un réseau régional de compétences qui associe étroitement enseignement, recherche et industrie.

## Distinctions

### « Pièces de rechange humaines »

Le prix Akzo Nobel Science Award Sweden a été décerné par l'Académie

royale des sciences de l'ingénieur (IVA) aux professeurs Bengt Kasemo (université Chalmers, Goeteborg) et Ingemar Lundstroem (université de Linköping). Leurs travaux dans le domaine de la physique et de la chimie des surfaces trouvent des applications en médecine, par exemple dans le développement des implants (valvules du cœur), ou la culture des tissus en dehors du corps. Ces recherches peuvent à terme jouer un rôle important dans la fabrication de « pièces de rechange » pour le corps humain.

Information recueillie dans *Sciences & Technologies en Suède*, 9 mars 2001, n° 148. Source : DN 3/03. Renseignements : <http://www.iva.se/akzo/pressrelease.asp>

## Promotion de la recherche à l'université Paris VI

Le prix ADFAC (Association pour le Développement des Facultés des Sciences), d'un montant de 100 000 F, est destiné à récompenser chaque année une équipe rattachée à Paris VI (sciences ou médecine) s'étant particulièrement illustrée dans l'innovation de ses travaux (dépôt de brevets, exploitation de

## Pierre Mazerolles (1930-2000)

La rédaction a appris avec tristesse le décès de Pierre Mazerolles et nous publions ici la notice nécrologique rédigée par J. Dubac.

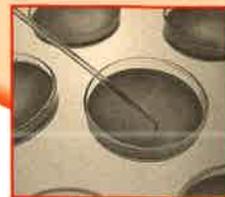
Pierre Mazerolles nous a quittés à l'âge de 70 ans. Directeur de recherche au CNRS, il fut l'un des pionniers de la chimie organométallique. Cofondateur, au sein de la faculté des sciences de Toulouse (1954), avec les professeurs Michel Lesbre et Jacques Satgé, d'un laboratoire de renommée mondiale (Chimie des Composés Organiques du Germanium), Pierre Mazerolles est l'un des premiers chimistes à avoir créé autour de l'élément germanium des ensembles moléculaires frontières entre les deux grands pôles, la chimie organique et la chimie inorganique. En relation avec plusieurs laboratoires universitaires, français et étrangers, et avec l'industrie, ses travaux illustrent cette dualité, comme la synthèse de précurseurs de matériaux à propriétés semi-conductrices, celle de polygermoxanes biocompatibles, substitués des silicones, ou encore celle de polyamides organométalliques. Parmi ses travaux fondamentaux qui font autorité, on peut citer les thèmes suivants : les alkyl- et alkylhalogéno-germanes, les cyclo-germanes et l'iodure germaneux.

Pierre Mazerolles est l'auteur de plus de 200 publications ou brevets, et a été honoré par l'Académie des sciences (1987), la Société Chimique de France (1965) et le CNRS, qui lui décerna la Médaille de bronze alors qu'il était encore tout jeune chercheur (1962). Il fut membre nommé (1971-1975) puis élu (1975-1979) au Comité National du CNRS. Il est auteur ou co-auteur de plusieurs ouvrages dont *The Organic Compounds of Germanium* (Wiley, 1971), et *Gmelin Handbook of Inorganic Chemistry* (Springer Verlag, 1996 et 1997).

Les exceptionnelles qualités de chercheur de Pierre Mazerolles ont fortement contribué à la pose des solides fondations scientifiques et humaines du laboratoire qu'il dirigea (URA 477). Celui-ci, nouvellement Hétérochimie Fondamentale et Appliquée, sous la direction de Guy Bertrand, est aujourd'hui l'un des laboratoires pilotes de l'hétérochimie au sens le plus large (UMR 5069), dont les recherches sont essentiellement orientées vers les aspects fondamentaux des espèces à hétéro-élément(s) et leurs applications (catalyse, macromolécules, bio-activité...).

Pierre Mazerolles était aussi un grand sportif, passionné de plongée sous-marine, et un créateur ; ses talents, du savoir-faire à l'art, étaient remarquables. Ceux qui ont eu le bonheur de travailler et de vivre auprès de lui ont perdu, le 3 décembre dernier, leur Maître et Ami.

J. Dubac



licences, création d'entreprises ou transfert de technologie au bénéfice de PME/PMI). En 2000, ce prix a été décerné à l'équipe « Matériaux hybrides » (Laboratoire de chimie de la matière condensée, Paris VI), dirigée par Clément Sanchez, directeur de recherche CNRS. L'idée de force de cette équipe est d'associer des précurseurs organiques et minéraux au sein d'un même matériau, dans le but de synthétiser de véritables hybrides ou nano-composites organiques/inorganiques. Les avantages ainsi obtenus sont multiples : ces nouveaux matériaux hybrides permettent de couvrir toute la gamme des matériaux du verre aux polymères et, de ce fait, une large gamme de propriétés spécifiques : optique, électrique, électrochimique voire biochimique... Leur mise en forme peut être également très variée. L'équipe de Clément Sanchez a déposé 15 brevets dans ce domaine et deux types de ces matériaux sont commercialisés ou en cours de commercialisation.

Information recueillie dans *Le magazine de Paris 6*, janvier 2001, n° 12.

## Industrie

### Synthèse de protéines

Les sociétés américaines Geneva Proteomics et Gryphon collaboreront à la synthèse chimique de protéines identifiées par l'analyse d'échantillons biologiques de personnes saines et malades.

### Une chimiothèque pour Solvay

Evotec, filiale allemande de la société britannique Oxford Asymmetry, vient de signer un contrat de deux ans avec Solvay. Evotec fournira une chimiothèque à Solvay qui utilisera ces composés pour faire du criblage.

### BASF démontre l'efficacité du « Verbund » allemand

De son quartier général de Ludwigshafen, Jürgen Strube a présenté jeudi 15 mars le bilan annuel 2000 de BASF. L'un des leaders mondiaux de la chimie a annoncé un excellent état financier pour l'exercice 2000 : une hausse de 22% du chiffre

d'affaires qui atteint quasiment 36 milliards d'euros.

BASF se développe en Amérique du Sud et surtout en Asie où les ventes ont augmenté de 28% l'année dernière. Mais, c'est la division pétrole et gaz qui a donné le résultat le plus spectaculaire : une augmentation des bénéfices de 76,8%. BASF prouve donc la réussite de sa politique de renouvellement et d'innovation qui laisse espérer une augmentation de 10% de la croissance au cours de l'année 2001.

Site : <http://www.basf.de>

EC

### Dow procède à l'acquisition des activités de polyuréthane d'EniChem

The Dow Chemical Company a annoncé début février qu'elle a conclu un accord avec EniChem SPA (Italie) pour acquérir ses activités polyuréthanes. Avec l'addition des activités commerciales d'EniChem liées aux polyuréthanes, Dow compte ajouter, entre autres, une capacité d'environ 118 000 tonnes métriques de di-isocyanate de toluène (TDI), augmentant ainsi ses capacités de fabrication et renforçant ses compétences technologiques du TDI pour accéder aux technologies innovantes. Avant cette transaction, Dow n'avait aucun actif TDI en Europe et la fourniture à ses clients d'une source globale de polyuréthanes pour la fabrication des mousses flexibles, dépendant beaucoup du TDI, a été la principale priorité pour 2001.

### Nouvelles acquisitions pour Cray Valley

Cray Valley, division résines d'Atofina, branche chimie du groupe TotalFinaElf, a repris fin février dernier, les activités résines de Croda International Plc (GB). Cette opération contribue à renforcer la présence du groupe sur les marchés européens et asiatiques des résines de revêtements industriels ainsi que sur celui des résines photoréticulables en Europe. Cette acquisition a précédé celle de la société malaisienne Dynomer, présente sur le marché asiatique des revêtements et des résines polyesters insaturés. D'autre part, Cray Valley a également fait l'acquisition en février dernier de la société ita-

lienne ITIP SRL, 3<sup>e</sup> producteur italien de gel coats.

## Enseignement

### Formation continue

La rubrique « formation continue » du site de la SFC est remise à jour.

Vous pouvez y accéder par la rubrique « Les services » du site <http://www.sfc.fr> ou directement : [http://www.sfc.fr/Formation/Form1\\_formation.htm](http://www.sfc.fr/Formation/Form1_formation.htm)

### Forum Horizon Chimie 2001

Les 7 et 8 février derniers, s'est tenue à la Maison de la Chimie à Paris, la XV<sup>e</sup> édition du Forum Horizon Chimie. Parfaitement organisé par les étudiants de l'ENSIC, l'ESPCL, l'ECPM et l'ENSCP, le forum a accueilli de très nombreux visiteurs.

Cette manifestation a permis de réunir 40 entreprises du secteur de la chimie et de la pétrochimie. Elle a donné l'occasion aux futurs ingénieurs chimistes de rencontrer les représentants des grandes entreprises qui ont pu à cette occasion se constituer un véritable « vivier ». Les professionnels ont accepté d'effectuer des présentations de leurs sociétés mais surtout d'animer des réunions d'échange sur l'embauche, des interventions de recruteurs...

La SFC a reçu sur son stand près de 150 visiteurs, majoritairement des ingénieurs ou des élèves d'écoles d'ingénieurs. Elle a également animé des interventions (conférences, ateliers/tables rondes, simulations d'entretiens d'embauche) dont la qualité a été reconnue et très largement appréciée par les organisateurs qui ont émis le vœu de voir la SFC jouer un rôle important pour la mise en place et la réalisation d'activités liées à la recherche d'emploi.

EC

### Une nouvelle école d'ingénieurs à Toulouse

Deux grandes écoles nationales supérieures d'ingénieurs de Toulouse se regroupent : Chimie et Génie Chimique. Place à l'ENSIACET (École Nationale



# INFORMATIONS GÉNÉRALES

Supérieure des Ingénieurs en Arts Chimiques et Technologiques). René Deleuze, président de l'Union des Industries Chimiques (UIC), a été élu à la présidence du Conseil et a choisi comme directeur Patrick Garnier, spécialiste en management et génie industriel, actuellement haut fonctionnaire de ministère de l'Industrie. L'ENSIACET devient le premier centre européen de formation et de recherche dans le domaine de la transformation de la matière. L'école accueillera 700 étudiants et la première promotion fera sa rentrée en septembre 2001 (recrutement sur concours). Les ingénieurs seront formés dans cinq spécialités : chimie, matériaux et procédés, génie chimique, informatique et procédés, génie industriel.

ENSIACET, 18, chemin de la loge, 31078 Toulouse Cedex 4. Tél. : 05.62.25.23.00. <http://www.ensiacet.fr>

## La formation continue à l'ENSCP en 2001

Les thèmes prévus pour 2001 sont : Électrophorèse et chromatographie électrocinétique capillaires (14-18/05 et 15-19/10), Chimie du vivant : le nouveau paradigme

scientifique dans la démarche de découverte d'un médicament nouveau (19-22/06), Initiation à la spectrométrie de masse (24-28/09), Biocatalyse (novembre), Diagnostic et analyse par l'outil immunologique (novembre), Traitement de l'échantillon en vue de l'analyse de résidus : application à l'analyse environnementale et alimentaire (novembre), Les procédés de séparation à membranes au 3<sup>e</sup> millénaire (19-23/11). Contact pour tous ces stages et d'autres stages en chimie que vous pourriez suggérer : Hélène Fischer, ENSCP, Formation continue, 11, rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05. Tél : 01.44.27.67.53.

E-mail : [drienscp@ext.jussieu.fr](mailto:drienscp@ext.jussieu.fr). <http://www.enscp.jussieu.fr/FC/>

## Divers

### Base de données sur les allergènes

Le CRIAA (INRA) nous informe de l'existence d'une base de données réalisée par l'Institut de Technologie de l'Illinois sur les allergènes. <http://www.iit.edu/~sgendel/fa.htm>

## Prix Roberval 2001

Le prix Roberval, créé en 1986 par le Conseil général de l'Oise et l'université technologique de Compiègne, doté de quatre prix de 5 000 euros chacun, récompense chaque année les auteurs d'œuvres consacrées à la technologie dans les catégories suivantes : livres destinés au grand public, livres destinés à l'enseignement supérieur, émissions de télévision, CD-Roms multimédias.

Les candidatures doivent être déposées avant mai 2001 : les fiches de candidatures peuvent être imprimées à partir du site <http://utc.fr/evenements/roberval> ou peuvent être demandées au secrétariat qui les enverra par courrier ou par fax. Tél. : 03.44.23.43.58.

E-mail : [Prix.Roberval@utc.fr](mailto: Prix.Roberval@utc.fr)

## Les rendez-vous du Palais

Une première au Palais de la découverte ! Des débats publics : les « Midi sciences », le mercredi de 12 h à 14 h, pour permettre au grand public de rencontrer des médiateurs scientifiques sur la thématique du Palais et les « Cafés de rotonde », le dimanche à 17 h pour en savoir plus sur des sujets polémiques et en débattre directement avec des scientifiques.

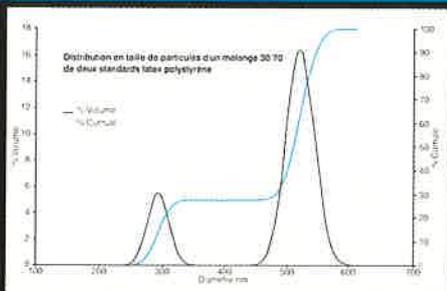
Palais de la découverte, avenue Franklin D. Roosevelt, 75008 Paris. Tél. : 01.40.74.81.04.

## PL-PSDA NOUVEL ANALYSEUR DE TAILLE DE PARTICULES

Si vous avez besoin de mesurer la taille de vos particules, ne faites pas les choses à moitié !

Avec le nouvel analyseur Polymer Laboratories, vous obtiendrez

- grande précision et justesse
- facilité d'emploi
- durée d'analyse réduite
- gamme de travail 10-3000nm pour les distributions complexes.



Vous désirez en savoir plus ? Appelez-nous ou visitez notre site web : [www.polymerlabs.fr](http://www.polymerlabs.fr)



**Polymer Laboratories**

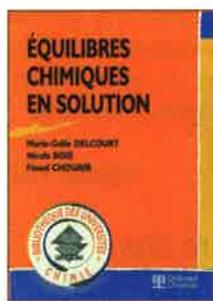
Polymer Laboratories SARL  
Centre Silic Marseille Sud, Impasse du Paradou  
Bâtiment A4, 13009 Marseille  
Tel: 04 91 17 64 00 Fax: 04 91 17 64 01  
Email : [Support@polymerlabs.fr](mailto:Support@polymerlabs.fr)



## Livres

## Équilibres chimiques en solution

Marie-Odile Delcourt, Nicole Bois, Fouad Chouaib  
288 pages  
De Boeck Université, 2001



Cet ouvrage, écrit par des docteurs et enseignants-chercheurs de l'université d'Orsay, a pour objectif de présenter de façon unitaire l'échange de particules en solution à un niveau premier

cycle universitaire. Les auteurs se proposent de répondre à la question : « voici un mélange en solution, quelle est sa composition à l'équilibre ? ». L'ouvrage s'articule autour de 10 chapitres. Au début de chacun d'eux, on trouvera un plan détaillé ainsi que les objectifs à atteindre. Cette présentation est très agréable et permet de naviguer très rapidement dans l'ouvrage. Le premier chapitre est une brève introduction des équilibres chimiques en solution : aspects thermodynamiques (assez succinct, les auteurs supposent que le lecteur est familier avec la thermochimie de premier cycle), présentation unitaire des échanges de particules (type de particule, rôle du solvant, importance de la cinétique, notion de force des accepteurs et des donneurs, recherche de la réaction la plus favorable). Les trois chapitres suivants traitent de manière assez simplifiée des réactions d'oxydoréduction, acidobasiques et de complexation « sans mélange de ces différents échanges ». Un regret : l'absence de la présentation de la méthode de la réaction prépondérante. C'est ainsi que, par exemple, pour les équilibres acido-basiques, les auteurs emploient l'équation d'électroneutralité et l'équation de bilan de concentration pour calculer le pH d'une solution. L'étude des dosages est réalisée de manière assez succincte. Les chapitres 5 et 6 étudient les équilibres simultanés : complexes et acidobasicité avec l'introduction de la constante conditionnelle de complexation et les coefficients de réaction secondaires. De nombreux exemples et illustrations

graphiques permettent de bien mettre en évidence l'influence du pH sur la complexation. Le chapitre 6 introduit les équilibres simultanés redox/acido-basique et rédox/complexation : définition d'un potentiel redox standard conditionnel, introduction aux diagrammes potentiel-pH.

Une introduction à l'acidobasicité en solvant non aqueux est présentée au chapitre 7. Après quelques rappels sur les différentes classes de solvants, les phénomènes de dissolution, la notion d'association en paires d'ions, les auteurs présentent les réactions de solvolyses d'un acide et d'une base dans un solvant amphiprotique puis définissent le pH et le pKa dans ce solvant et enfin le passage d'une échelle de pKa à une autre. Vient ensuite la présentation des équilibres solide-solution : précipitation et dissolution. Là-aussi, l'influence de réactions secondaires (acidobasicité ou complexation) avec l'introduction du produit de solubilité conditionnel et la représentation graphique de  $\log K$ 's ou  $\log(s)$  en fonction de pX (avec  $X = L$  ou  $H$ ) permet de mettre en évidence rapidement les phénomènes mis en jeu sans calculs excessifs. Le chapitre 9 présente les équilibres entre deux phases liquides avec l'application à l'extraction liquide-liquide. Après une étude d'un cas simple et l'introduction du coefficient de partage et du rendement d'extraction, on trouve un paragraphe consacré aux équilibres d'extraction avec réaction acidobasique, complexation. Enfin un dernier chapitre, très intéressant, étudie les équilibres d'échange d'ions. Cet ouvrage est complété par une cinquantaine d'exercices corrigés classés par chapitre.

On trouvera en fin d'ouvrage une annexe sur les enthalpies libres standard de formation à 25 °C de quelques espèces, les constantes de stabilité de quelques complexes métalliques avec les ions hydroxydes, les constantes de stabilité de quelques complexes métalliques avec l'EDTA et les constantes de stabilité des complexes métalliques avec l'ammoniac ; une bibliographie regroupant 9 références en chimie des solutions et un index ainsi qu'une table des matières très détaillée.

Je suis certain que cet ouvrage aidera les étudiants à mieux comprendre la finalité de la chimie des solutions ainsi que sa

grande richesse d'applications.

Nicolas Cheymol

## La Terre chauffe-t-elle ? Le climat de la terre en question

Gérard Lambert  
224 pages, 98,40 FF  
EDP Sciences, 2001

La question de savoir si la terre tournait autour du soleil n'a passionné à son époque qu'un cercle très étroit. La question de savoir si elle se réchauffe, et



pourquoi ?, quelles peuvent être les conséquences ?, et comment y porter remède ?, sont des problèmes d'actualité qui, relayés par les médias, passionnent l'opinion.

Les chimistes sont concernés, car le projecteur est braqué vers la pollution atmosphérique et le progrès industriel voit désormais sa légitimité contestée par ses conséquences à long terme sur l'environnement.

Le livre de G. Lambert arrive à point pour éclairer un débat qui n'est que trop partisan et trop peu soutenu par l'expérimentation scientifique. La première qualité de l'ouvrage est d'avoir traité celui-ci dans le style d'un roman policier : un président des États-Unis charge un physicien de lui faire un rapport objectif sur les variations climatiques et leurs causes (dans le but d'avoir des arguments pour sa campagne électorale !...). Nous suivons donc notre physicien pour sa quête d'informations dans différents laboratoires de la planète. Nous apprenons tout d'abord que depuis 100 ans la température de la terre a augmenté de 0,5 % mais que la formation de cyclones est surtout dépendante de réchauffements dus à des modifications quasi périodiques des flux froids en provenance des couches profondes de l'océan Pacifique. Une rapide histoire de la terre permet au lecteur de comprendre dans les chapitres suivants comment les glaces et les sédiments vont permettre de suivre des évolutions de



composition en fonction du temps.

La glaciologie, par des prélèvements à différents niveaux et analyse isotopique des oxygènes 16 et 18, permet de remonter à la température de formation de la glace. De plus, l'analyse des gaz occlus ( $\text{CO}_2$  et méthane) montre une bonne corrélation entre la température et la concentration de ces deux gaz dans l'atmosphère. Avec la sédimentologie, les isotopes du carbone, de l'uranium et du thorium sont mis à profit pour dater d'une part et estimer d'autre part la température des eaux en surface. Ce que l'auteur nous montre, par le truchement de son héros, c'est que depuis 420 000 ans les concentrations des gaz à effet de serre suivent les variations de température mais que la concentration maximale du  $\text{CO}_2$  ne semble pas avoir dépassé 280 ppm.

Dans les chapitres suivants, on explique les importantes variations climatiques auxquelles la terre est soumise par ses mouvements sur son orbite, et nous arrivons à la démonstration de l'effet de serre. Il est clair, et nos lecteurs ont pu l'apprécier dans les articles de *L'Actualité Chimique* consacré à la chimie dans l'atmosphère (janvier 2001), que la fiabilité des mesures analytiques est fondamentale pour étayer ces théories ; ces questions ne sont pas éludées et l'on peut affirmer que le taux de  $\text{CO}_2$  atteint de nos jours 380 ppm, alors qu'il n'atteignait que 320 ppm en 1960. On notera que le  $\text{CO}_2$  provenant de la combustion des matières fossiles correspond à environ 3 % des flux naturels de  $\text{CO}_2$  et c'est d'ailleurs un sujet de controverse car ce sont ces 3 % que l'on rendrait responsables d'une variation de l'effet de serre. Le méthane est moins abondant mais plus actif sur l'effet de serre et, dans son cas, les responsabilités de rejet sont surtout de nature agricole.

Un chapitre est consacré aux modèles climatiques ; l'auteur ne masque pas leurs complexités et la difficulté de les rendre fiables ; par exemple, une prédiction de l'évolution de la température depuis un siècle en fonction de l'effet de serre est apparue assez fautive mais les physico-chimistes de l'atmosphère ont fait « recoller » le modèle en montrant que des aérosols présents dans l'atmosphère réfléchissaient une partie du

rayonnement solaire et diminuaient ainsi l'effet de serre.

En réalité rien n'est simple, on croit avoir découvert une logique et, sans crier gare, l'auteur nous apprend qu'aux cours des périodes froides ou chaudes, la terre a subi de brutales (enfin sur quelques siècles !) sautes de température...

Le livre s'achève sur une réflexion en ce qui concerne l'avenir ; certains faits sont scientifiquement démontrés, l'augmentation du taux de  $\text{CO}_2$  par exemple et il faudra bien s'en préoccuper, mais le problème est d'une telle complexité qu'aucune solution n'apparaît évidente, et la question des énergies de substitution mériterait une discussion plus large, en particulier en ce qui concerne le nucléaire qui n'est peut être pas aussi « diabolique »...

Ce livre a le très grand mérite d'aborder un sujet difficile et d'actualité brûlante en termes accessibles à un large public, bien plus large que celui des « jeunes d'une quinzaine d'années » auxquels l'auteur le destine. Je pense que les scientifiques et les journalistes peuvent en faire leur profit. Quant aux militants écologistes, ils y trouveront, avec satisfaction, quelques coups de griffe au monde industriel de l'énergie, que je ne pensais pas aussi pervers !

**Bernard Sillion**

### La nutrimédecine

Michel Massol

128 pages, 59 FF

Presses Universitaires de France (collection Médecine et Société), Paris, 2000

Signalons la sortie de ce troisième volume de la trilogie consacrée à la prévention et au traitement des maladies par consommation et prescription d'aliments de qualité et de leurs constituants, les nutriments.

C'est comme l'on voit, un sujet immédiat d'actualité que l'auteur (médecin praticien et professeur de chimie biologique et médicale à l'université de Toulouse) a abordé dans les deux volumes : *La nutrimédecine et La nutrithérapie*, abordant la nutrimédecine en trois chapitres, qui traitent successivement de la nutrithérapie clinique, de la formation en nutrithérapie, de la question : nutraceutique ou nutrimédecine ? : illusions ou guérisons aux fron-

tières de l'aliment. De nombreuses références terminent ce petit ouvrage intéressant par son contenu et remarquablement écrit.

Excellente mise au point qui valorise les aspects éducatifs de la nutrimédecine afin, comme l'écrit l'auteur, de responsabiliser le consommateur dans ses choix pour le contrôle de la santé et la gestion du vieillissement. Très importante bibliographie accompagnant le texte. Intérêt indéniable bien qu'éloigné de la chimie.

**Claude Viel**

### Petit dictionnaire des chimistes de la Révolution et de l'Empire

Alain Queruel

197 pages, 33,50 euros

Lettrage distribution, Paris, 2000

Ce dictionnaire regroupe 52 courtes notices biographiques de chimistes français, connus et moins connus, ayant exercé leur activité durant la période chamois de la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle au début du XIX<sup>e</sup>.

Comme le précise l'auteur, seuls ont été pris en considération « les chimistes qui, même si leurs carrières prennent davantage d'envergure dans les années post-révolutionnaires, ont au minimum atteint un âge adulte ou très proche en 1789 ». Déplorons-le car, contrairement à ce que le titre de cet ouvrage laissait espérer, n'apparaissent pas ici les noms des chimistes ayant effectué des recherches, déterminantes pour certaines, sous le Consulat ou les premières années de l'Empire. Ainsi, Thenard, Gay-Lussac et Bernard Courtois, découvreur de l'iode, ont été volontairement écartés. Quelques autres noms n'apparaissent pas non plus, et parmi ceux-ci, le baron de Dietrich, un des fondateurs des *Annales de chimie*, minéralogiste et métallurgiste, Ph. Lebon, Curaudau, Descroizilles, Tillet. Il est bien difficile, il est vrai, d'opérer un recensement exhaustif de la totalité des chimistes français de cette époque, d'en opérer la sélection en fonction de leurs apports et, pour certains encore, de rassembler des documents autorisant la rédaction d'une notice biographique.

Il n'en reste pas moins que ce dictionnai-



re est un outil de travail intéressant et important, bien documenté, qui rendra des services appréciés à tous ceux qui s'intéressent à l'histoire de la chimie et à l'époque révolutionnaire.

Claude Viel

## A signaler

### Bioorganic chemistry of biological signal transduction

H. Waldmann  
225 p., 1 014 FF  
Springer, 2001

### The role of natural products in drug discovery

J. Mulzer, R. Bohlmann  
320 p., 524 FF  
Springer, 2000

### Progress in the chemistry of organic natural products

W. Herz, H. Falk, G. Kirby, R.E. Moore  
250 p., 1 055 FF  
Springer, 2000

### Dendrimers III - Design, dimension, function

F. Vögtle  
198 p., 874 FF  
Springer, 2001

### La conservation des métaux

Claude Volfovsky  
296 p., 240 FF  
CNRS Éditions, fév. 2001

### Electronic conduction in oxides 2<sup>nd</sup> ed.

N. Tsuda, K. Nasu, F. Atsushi, K. Siratori  
370 p., 599 FF  
Springer, 2000

### Systèmes énergétiques

**Tome 1** : méthodologie d'analyse, bases de thermodynamique, composants, Thermoptim

Renaud Gicquel  
280 p., 332,50 FF  
Presses de l'École des Mines, 2001

### Métrologie en chimie de l'environnement

Philippe Quevauviller  
272 p., 300 FF  
Éditions Tec & Doc, 2001

### Précis des risques alimentaires

Manfred Moll, Nicole Moll

416 p., 485 FF  
Éditions Tec & Doc, 2000

### Le manuel du management environnemental (MaMe)

**Tome I** : Mettre en œuvre un système de management environnemental

Michel Jonquières  
240 p., 310 FF  
Société Alpine de Publications

### Guide du diagnostic

L'Association française pour le contrôle et la maîtrise de l'amiante et des polluants du bâtiment (AFCMA) présente son guide de « l'état des risques d'accessibilité au plomb ».

Guide gratuit, contact : Jean-Jacques Ollivier.  
Tél. : 01.30.04.15.20. E-mail : info@arcaliafr

### A life of magic chemistry

Autobiographical reflections of Nobel Prize winner  
G.A. Olah  
25,50 £  
John Wiley & Sons, fév. 2001

## Revue

### 2001 : Énergie - Les défis à venir

#### Numéro hors série de Science & Vie

Nucléaire, pétrole, gaz, charbon, solutions alternatives... quel rôle jouent et joueront demain les diverses énergies sur la scène mondiale ?

Parution le 9/03/2001, en vente trois mois  
*Science & Vie* hors série n° 214, 25 FF

### MRMC-2001

Bentham Science Publishers (États-Unis) a lancé début 2001 un journal bimensuel intitulé *Mini-reviews in medicinal chemistry* qui publie des mini-revues sur de nouveaux développements dans le domaine de la chimie pharmaceutique, comprenant notamment le « drug design », la synthèse, le criblage à haut flux, la chimie combinatoire, les relations structure-activité, etc.

Prof. A.P. Krapcho. Tél. : +1 (802) 656-0271.  
E-mail : pkrapcho@zoo.uvm.edu

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

#### Sommaire du n° 831, février 2001

- Vers l'optique atomique cohérente, par Olivier Joachim.
- Les analogies en physique, par Jean Sivardière.
- Transition de courants volumiques/surfaciques dans un câble coaxial, par André Deiber, Olivier Kempf, Laurent Markiewicz.
- Exemples de réactions en chimie organique suivies par chromatographie sur couche mince, par Sébastien Bourgeteau, Pierre Frère.
- Synthèse de sols d'argent et d'or, par Catherine Amiens, Bruno Chaudret.
- Préparation et étude de solutions acides diluées avec l'application « Sdilu », par Sandrine Monney, Laurent Monney.
- Helmholtz lecteur de Maxwell : la théorie électromagnétique de Maxwell revisitée par H. von Helmholtz, par Jean-François Reix.
- Max Planck et la naissance de la mécanique quantique, par Jean-Claude Boudenot, Gilles Cohen-Tannoudji.
- Sur quelques expériences d'optique, par Raymond Pelletier.
- Interprétation de l'expérience de Franklin par imagerie numérique, par Gilbert Léger.
- Nouveaux programmes
  - Commentaires sur les nouveaux programmes de première littéraire, par Roland Fustier.
- Olympiades de physique
  - Compte-rendu du huitième concours, par Huguette Grimaud.
  - Olympiades 2000 : sujets et palmarès.
  - Présentation des projets.
- Regards européens
  - L'Europe - et nous alors ?, par Ottheinrich Düll.
- Libre opinion
  - Enseigner la physique aujourd'hui, par François Saint-Jalm.

# La nouvelle ère des semi-conducteurs organiques

L'émergence des semi-conducteurs organiques (encart) dans le monde de l'électronique et des technologies de l'information est désormais une réalité. Ces matériaux moléculaires se substituent avantageusement aux semi-conducteurs classiques dans la fabrication de transistors à effet de champ (fig. 1), de diodes électro-luminescentes ou de cellules photovoltaïques. Faciles à déposer sous forme de films minces, mécaniquement flexibles, ces matériaux sont finalement peu coûteux. Et leur structure moléculaire peut être modifiée à l'infini par voie de synthèse, ce qui permet d'ajuster leurs propriétés "sur mesure". Enfin, la possibilité récente d'obtenir des monocristaux de grande pureté (fig. 2) ouvre de vastes perspectives vers la nouvelle ère de "l'Electronique Plastique".

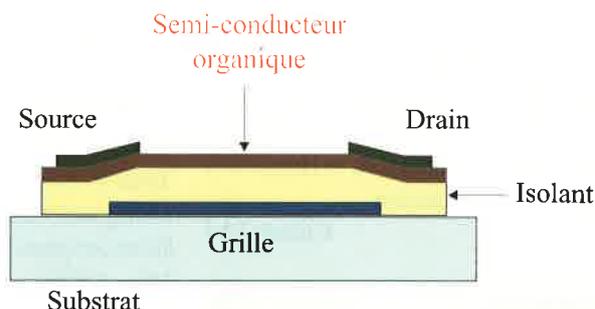


Fig. 1 : schéma d'un transistor organique



Fig. 2 : Monocristaux de sexithiophène

L'équipe "Semi-Conducteurs Organiques" de l'UMR 7611 (CNRS-Université Paris 6) a été nouvellement implantée par D. Fichou au CEA-Saclay. En association avec le groupe de M. Malacria de cette même UMR, on y synthétise de nouveaux composés moléculaires fonctionnels et on y étudie leurs propriétés électro-optiques à différentes échelles. En termes d'application, l'un de ses objectifs est la réalisation de cellules photovoltaïques organiques efficaces qui puissent s'intégrer dans des dispositifs nomades, plats et de petites taille. Pour cela, des stratégies de synthèse organique originales sont mises en oeuvre permettant d'accéder à des architectures moléculaires complexes et multi-fonctionnelles.

Par ailleurs, on développe de nouvelles spectroscopies électro-optiques locales basées sur l'utilisation d'un microscope à effet tunnel (SPCSI, F. Charra). Outre la simple imagerie de surface, ces techniques en champ proche permettent d'observer la genèse des photocourants organiques à l'échelle du nanomètre avec la possibilité d'atteindre la résolution moléculaire (fig. 3).

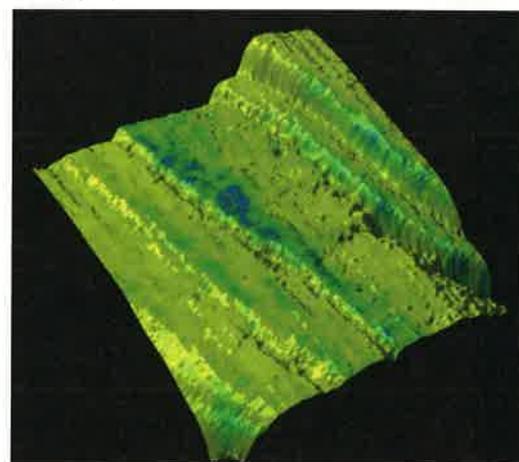
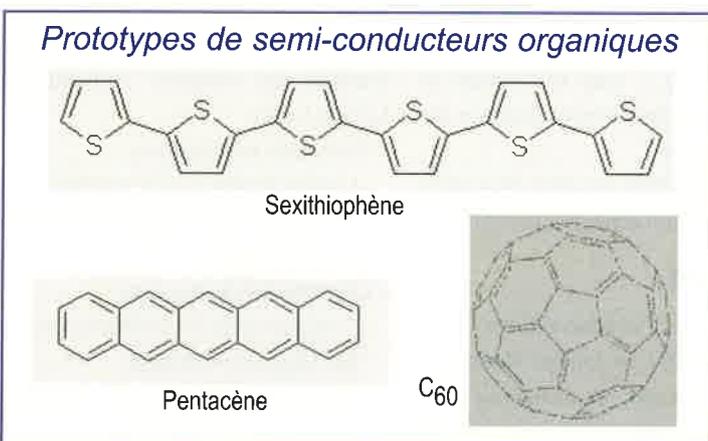


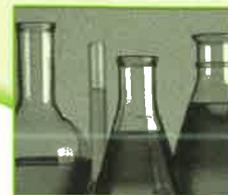
Fig. 3 : Cartographie 3D des photocourants locaux dans un semi-conducteur organique (150 x150 nanomètres).



**Contact : Denis Fichou,**  
Groupe Semi-Conducteurs Organiques  
CEA-Saclay, DSM/DRECAM  
Service de Physique et de Chimie des  
Surfaces et Interfaces (SPCSI)  
bâtiment 462, F- 91191 Gif sur Yvette  
tél : 01 69 08 43 74, fax : 01 69 08 84 46,  
e-mail : fichou@drecam.cea.fr



Service de Physique et de Chimie des  
Surfaces et Interfaces



**10-13 mai 2001**

**4<sup>rd</sup> TMR-TOSS Meeting and 6<sup>th</sup> spin-crossover family Meeting**

Bordeaux  
Jean-François Letard.  
Tél. : 05.56.84.26.78.  
Fax : 05.56.84.26.49.  
letard@chimsol.icmcb.u-bordeaux.fr  
<http://www.icmcb.u-bordeaux.fr/>

**12-14 mai 2001**

**32<sup>e</sup> Journées de calorimétrie et d'analyse thermique (JCAT 32)**

Hammamet (Tunisie)  
Mohamed Jemal. Tél. : +216 (2) 282 355. Fax : +216 (2) 282 250.  
<http://www.ctm.cnrs-mrs.fr/afcat>

**18-23 mai 2001**

**2001 Euresco Conference programme : History of European chemistry and chemical technology. Three thousand years of adulterations and quality control**

Corinthe (Grèce)  
J. Hendekovic.  
Tél. : 03.88.76.71.35.  
Fax : 03.88.36.69.87.  
euresco@esf.org  
<http://www.esf.org/euresco>

**24 mai-2 juin 2001**

**In situ assessment and remediation of contaminated sites**

Prague (Rép. Tchèque)  
K. Demnerova.  
demnerok@vscht.cz

**SFC 30 mai-1<sup>er</sup> juin 2001**

**18<sup>e</sup> JIREC-10<sup>e</sup> MIEC**

Nice  
Commission Interdivisions Enseignement  
(L'Act. Chim. , janv. 2001, p. 50)  
J.-P. Rabine. Tél. : 04.92.07.61.23.  
<http://www.unice.fr/cdiecl>

**31 mai-1 juin 2001**

**XV<sup>e</sup> Journées franco-belges de pharmacochimie - de la conception à la réalisation en pharmacochimie**

Namur (Belgique)  
Ly Differding, LD Organisation.  
Tél. : +32 (10) 45 47 77.  
Fax : +32 (10) 45 97 19.  
ly.differding@ldorganisation.com  
<http://www.fundp.ac.be/sciences/pharmacie/jfb.htmfor>

**1<sup>er</sup> juin 2001**

**17<sup>th</sup> North American Catalysis Society Meeting 2001 : horizons of catalysis**

Toronto (Canada)  
A. Sanger.  
alan.sanger@telusplanet.net  
<http://www.nrcan.gc/NAACS2001>

**3-8 juin 2001**

**3<sup>rd</sup> International Symposium on free-radical polymerization : kinetics and mechanism**

Lucca (Italie)  
M. Buback. Tél. : +49 (551) 393141.  
Fax : +49 (551) 393144.  
mbuback@gwdg.de

**SFC 5-9 juin 2001**

**Journées d'électrochimie**

Marrakech (Maroc)  
Groupe Electrochimie  
(L'Act. Chim. , fév. 2001, p. 62)  
J.-F. Fauvarque.  
Fax : 01.40.27.26.78.  
fauvarque@cnam.fr

**9-13 juin 2001**

**Chemrawn XIV World Conference on green chemistry : toward environmentally benign processes and products**

Boulder (CO, États-Unis)  
Dennis L. Tél. : +1 (505) 665 7251.  
Fax : +1 (505) 665 8118.  
dennish@lanl.gov  
[http://cires.colorado.edu/env\\_prog/chemrawn/enter.html](http://cires.colorado.edu/env_prog/chemrawn/enter.html)

**10-14 juin 2001**

**Euromat 2001 : 17<sup>th</sup> European Conference on advanced materials and processes**

Rimini (Italie)  
AIM. Tél. : +39 (2) 7602 1132.  
Fax : +39 (2) 7602 0551.  
SCI-list@devol@devolmac.ing.unitn.it  
<http://www.fast.mi.it/aim/euromat.htm>

**10-15 juin 2001**

**14<sup>th</sup> International Symposium on radio-pharmaceutical chemistry**

Interlaken (Suisse)  
Paul Scherrer Institut.  
Tél. : +41 (56) 310 4745.  
Fax : +41 (56) 310 2849.  
[http://www.psi.ch/www\\_lrp\\_hn/lrp.html](http://www.psi.ch/www_lrp_hn/lrp.html)

**12-13 juin 2001**

**Matériaux polymères en carrosserie automobile**

Clermont-Ferrand  
Nicole Hagimont, SFIP.  
Tél. : 01.46.53.10.74.  
Fax : 01.46.53.10.73.  
Contact@sfip-plastic.org  
<http://www.sfip-plastic.org>

**12-13 juin 2001**

**Gérer un site pollué : mode d'emploi**

Paris  
Évelyne Perréon, ADEME.  
Tél. : 02.41.20.42.30.  
Fax : 02.41.20.41.98.  
evelyne.perreon@ademe.fr

**12-14 juin 2001**

**SEP'2001 : 4<sup>e</sup> Congrès francophone sur les techniques séparatives et les couplages**

Paris  
Euradif. Tél. : 04.76.52.32.02.  
Fax : 04.76.52.24.50.  
contact@euradif.com  
<http://www.sep01.com>

**15-18 juin 2001**

**9<sup>th</sup> Meeting on stereochemistry**

Prague (Rép. Tchèque)  
<http://uoch.vscht.cz/stereochemistry>

**17-24 juin 2001**

**3<sup>rd</sup> European Workshop in drug design**

Sienne (Italie)  
Maurizio Botta.  
Fax : +39 (577) 234333.  
<http://www.unisi.it/comunicazione/design/3ewdd.html>

Un grand nombre de manifestations scientifiques sont consultables sur le site de la SFC : <http://www.sfc.fr>. Vous pouvez y accéder soit par la rubrique « les infos », soit par la rubrique « les disciplines scientifiques », ou encore directement par <http://www.sfc.fr/Recherche.asp>



# MANIFESTATIONS

**20-21 juin 2001**

## *L'analyse sensorielle ou la modélisation des sens*

Paris  
Audrey Miaux, Euroforum.  
Tél. : 01.44.88.16.88.  
Fax : 01.44.88.16.75.  
ami@euroforum.fr  
http://www.euroforum.fr

**20-23 juin 2001**

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

Cardiff (Royaume-Uni)  
Nicola Durkan, ISABC-6.  
Tél. : +44 (20) 7437 8656.  
Fax : +44 (20) 7734 1227.  
conferences@rsc.org  
http://www.rsc.org/lap/conf/isabc.htm

**26-28 juin 2001**

## *Matériaux pour les énergies propres*

Saclay  
Josiane Pugnetti.  
dominique.maziere@cea.fr  
http://www-instn.cea.fr/agenda.htm

**26-30 juin 2001**

## *IX International Symposium on magnetic resonance in colloid and interfacial science (specialized Colloque Ampère)*

St Pétersbourg (Russie)  
Jacques Fraissard.  
Tél. : 01.44.27.60.13.  
Fax : 01.44.27.55.36.  
jfr@cor.jussieu.fr

**29 juin-8 juillet 2001**

## *IUPAC 41<sup>st</sup> General Assembly*

Brisbane (Australie)  
IUPAC Secretariat.  
Tél. : +1 (919) 485 8700.  
Fax : +1 (919) 485 8706.  
secretariat@iupac.org

**30 juin-5 juillet 2001**

## *27<sup>th</sup> FEBS/PABMB 2001 Meeting*

Lisbonne (Portugal)  
Claudina Rodrigues-Poussada.  
http://www.itgb.unl.pt/FEBS2001

**1-6 juillet 2001**

## *IUPAC 38<sup>th</sup> Congress*

Brisbane (Australie)  
Congress Secretariat.  
Tél. : +61 (7) 3368 2644.  
Fax : +61 (7) 3369 3731.  
wcc2001@ccm.com.au

**2-6 juillet 2001**

## *27<sup>th</sup> Annual International Conference on organic coatings : water-borne, high solids and powder coatings*

Athènes (Grèce)  
Institute of Materials Science.  
Tél. : +1 (845) 255 0757.  
Fax : +1 (845) 255 0978.  
info@ims-np.org - http://ims-np.org

**8-12 juillet 2001**

## *4<sup>th</sup> G.-M. Schwab Symposium : European Conference series on catalysis. Dynamic phenomena in catalysis*

Berlin (Allemagne)  
Kirsten Müller, Dechema e.V.  
Tél. : +49 (69) 7564 242.  
Fax : +49 (69) 7564 304.  
mueller@dechema.de  
http://dechema.de/schwab

**8-12 juillet 2001**

## *10<sup>th</sup> International Conference on the coordination and organometallic chemistry of germanium, tin and lead*

Talence  
B. Jousseaume.  
Tél. : 05.56.84.64.43.  
Fax : 05.59.84.69.94.  
b.jousseaume@lcoo.u-bordeaux.fr

**8-13 juillet 2001**

## *Gordon research Conference on biodegradable polymers*

Oxford (Royaume-Uni)  
Michel Vert.  
vertm@pharma.univ-montp1.fr  
http://www.grc.uri.edu/programs/2001/biodeg.htm

**8-13 juillet 2001**

## *13<sup>th</sup> International zeolite conference*

Montpellier  
F. Di Renzo  
Tél. : 04.67.14.43.23.  
Fax : 04.67.14.43.49.  
izc13@argon.enscm.fr  
http://www.izc13.enscm.fr

**9-12 juillet 2001**

## *20<sup>th</sup> Discussion Conference on scattering methods for the investigation of polymers*

Prague (Rép. Tchèque)  
Drahomir Vyprachticky.  
Tél. : +420 (2) 204 0332.  
Fax : +420 (2) 367 981.  
sympo@imc.cas.cz

**9-13 juillet 2001**

## *Strasbourg 2001 : Congrès général de la Société Française de Physique*

Strasbourg  
Charles Hirlimann, SFP 2001.  
Tél. : 03.88.10.71.47.  
Fax : 03.88.10.72.45.  
Charles.Hirlimann@ipcms.u-strasbg.fr

**9-13 juillet 2001**

## *15<sup>th</sup> International Symposium on plasma chemistry (ISPC15)*

Orléans  
Jean-Michel Pouvesle.  
Tél. : 02.38.41.71.24.  
Fax : 02.38.41.71.54.  
jean-michel.pouvesle@univ-orleans.fr

**sfc 10-11 juillet 2001**

## *Colloque sur les matériaux bifonctionnels*

Strasbourg  
(L'Act. Chim., mars 2001, p. 71)  
Marc Drillon. Tél. : 03.88.10.71.31.  
drillon@ipcms.u-strasbg.fr

**15-20 juillet 2001**

## *6<sup>th</sup> FIGIPS 2001 : European Mediterranean conference in inorganic chemistry*

Barcelone (Espagne)  
6th FIGIPS Conference Secretariat.  
Tél. : +34 (93) 3170202.  
Fax : +34 (93) 3175859.  
comercial\_bcn@viajeseci.es  
http://www.ub.es/inorgani/figips6.htm

**16-19 juillet 2001**

## *41<sup>st</sup> Microsymposium on polymer membranes*

Prague (Rép. Tchèque)  
Drahomir Vyprachticky.  
Tél. : +420 (2) 204 03332.  
Fax : +420 (2) 367 981.  
sympo@imc.cas.cz

**22-26 juillet 2001**

## *OMCOS 11 : 11<sup>th</sup> IUPAC Symposium on organometallic chemistry directed towards organic synthesis*



Taipei (Taiwan)  
OMCOS-11 Secretariat.  
Tél. : +886 (2) 2927-5500.  
Fax : +886 (2) 2364 4971.  
omcos@ccms.ntu.edu.tw  
http://www.ch.ntu.edu.tw/omcos/

**29 juillet-3 août 2001**

### *15<sup>th</sup> International Conference on phosphorus chemistry*

Sendai (Japon)  
Masaaki Yoshifuji.  
Tél. : +81 (22) 217 6558.  
Fax : +81 (22) 217 6562.  
yoshifj@mail.cc.tohoku.ac.jp

**30 juillet-2 août 2001**

### *3<sup>rd</sup> Royal Society Chemistry (RSC) annual Conference*

Birmingham (Royaume-Uni)  
Nicole Morgan.  
Tél. : +44 (20) 7437 8656.  
Fax : +44 (20) 7734 1227.  
conferences@rsc.org  
http://www.rsc.org/conferences

**20-24 août 2001**

### *SECOTOX'2001 and 6<sup>th</sup> European Conference on ecotoxicology and environmental safety*

Cracovie (Pologne)  
Date limite de soumission :  
30 avril 2001  
Secotox'2001 Secretariat.  
joasia@ipis.zabrze.pl

**25-30 août 2001**

### *Complex polymer structures. EuroConference on highly branched polymers, dendrimers, interpenetrating and LC polymer networks*

Helsinki (Finlande)

Date limite de soumission :  
30 avril 2001  
Corinne Le Moal, Euresco Office.  
Tél. : 03.88.76.71.35.  
Fax : 03.88.36.69.87.  
euresco@esf.org  
http://www.esf.org/euresco

**26-31 août 2001**

### *27<sup>th</sup> International Conference on solution chemistry (27ICSC)*

Vaals (Pays-Bas)  
Christian Dux.  
Tél. : +49 (241) 80 4752.  
Fax : +49 (241) 8888 327.  
27icsc@liquid.pc.rwth-aachen.de

**27-31 août 2001**

### *ISSHAC-4 : Effects of surface heterogeneity in adsorption and catalysis on solids*

Cracovie (Pologne)  
Wladyslaw Rudzinski.  
Tél. : +48 (81) 537 5633.  
Fax : +48 (81) 537 5685.  
rudzinsk@hemes.umcs.lublin.pl  
http://hemes.umcs.lublin.pl/~rudzinsk

**1-11 septembre 2001**

### *New frontiers in mass spectrometry. Recent development in instrumentation and applications*

Tetouan (Maroc)  
G. Sindona.  
Fax : +39 (984) 49 2044.  
sindona@pop3.unical.it

**2-5 septembre 2001**

### *ESOPS 14 - 14<sup>th</sup> European Symposium on polymer spectroscopy*

Dresdes (Allemagne)  
lachenal@matplast.univ-lyon1.fr  
http://www.ipfdd.de/esops.html

**2-7 septembre 2001**

### *Eurocarb XI : 11<sup>th</sup> European carbohydrate Symposium*

Lisbonne (Portugal)  
http://eurocarbxi.fc.ul.pt

**2-7 septembre 2001**

### *Europacat V*

Limerick (Irlande)  
Julian Ross.  
Tél. : +353 (61) 202641.  
Fax : +353 (61) 202602.  
julian.ross@ul.ie  
http://ul.ie/~cer/EuropaCatV.html

**2-7 septembre 2001**

### *GECO 2001 : 42<sup>e</sup> Groupe d'études de chimie organique*

Batz-sur-Mer  
Isabelle Baudet.  
Tél. : 02.51.12.54.09.  
Fax : 02.51.12.54.12.  
beaudet@chimie.univ-nantes.fr  
http://www.sciences.univ-nantes.fr/iso/index.htm

**2-7 septembre 2001**

### *BioTrans 2001 : 5<sup>th</sup> International Symposium on biocatalysis and transformation*

Darmstadt (Allemagne)  
Wolf-Dieter Fessner.  
Tél. : +49 (6151) 16 6666.  
Fax : +49 (6151) 16 6636.  
fessner@tu-darmstadt.de  
http://www.biotrans.tu-darmstadt.de

**3-7 septembre 2001**

### *Colloque franco-roumain CFR 5*

Timisoara (Roumanie)  
Marc J.M. Abadie.  
Tél. : 04.67.54.78.25.  
Fax : 04.67.14.47.47.  
abadie@univ-montp2.fr

**3-7 septembre 2001**

### *Molecular low dimensional and nanostructured materials for advanced applications*

Poznan (Pologne)  
A. Graja. Fax : +48 (61) 86 84 524.  
graja@ifmpan.poznan.pl

**4-7 septembre 2001**

### *Process technology 2001*

Göteborg (Suède)  
Svenska Mässan.  
Tél. : +46 (31) 708 8000.  
info@swefair.se  
http://www.swefair.se

**9-22 septembre 2001**

### *Computational materials science II Ciocco (Italie)*

C.R.A. Catlow.  
Fax : +44 (207) 670 2920.  
richard@ri.ac.uk

**10-13 septembre 2001**

### *Polyketides III*

Bristol (Royaume-Uni)  
Penelope Mohamed, RSC.  
Tél. : +44 (20) 7437 8656.  
Fax : +44 (20) 7734 1227.  
E-mail : conferences@rsc.org  
http://www.rsc.org/conferences

**10-16 septembre 2001**

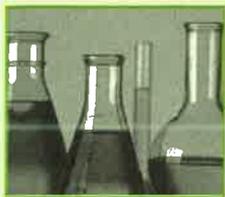
### *4e Université d'été sur l'écochimie*

Venise (Italie)  
ssgc@unive.it  
http://helios.unive.it/inca/formazione/summer/subscribe\_form4.html

**28 sept. - 2 oct. 2001**

### *NMM-1*

Houfalize (Belgique)  
Alain Krief.  
alain.krief@fundp.ac.be  
http://www.fundp.ac.be/niaf-merinos/



# MANIFESTATIONS

**30 sept. - 5 oct. 2001**

## *7<sup>e</sup> Université d'été de physico-chimie théorique*

Aussois  
Henry Chermette.  
7ucpt@catalyse.univ-lyon1.fr  
<http://catalyse.univ-lyon1.fr/7UCPT/>

**2-3 octobre 2001**

## *RICH-MAC 2001 : XII Congresso nazionale della divisione di Chimica industriale (SCI)*

Milan (Italie)  
Isabella Bellini.  
Tél. : +39 (2) 784545.  
Fax : +39 (2) 784545.  
scisoci@tin.it  
<http://193.205.202.153>

**2-6 octobre 2001**

## *RICH-MAC 2001 for the chemistry of the 3<sup>rd</sup> millenium*

Milan (Italie)  
Assoexpo .  
Tél. : +39 (2) 48115541.  
Fax : +39 (2) 4980330.  
assoexpo@assoexpo.com  
<http://www.assoexpo.com>

**3-7 octobre 2001**

## *EMBO Workshop on NMR and molecular recognition*

Ravelle (Italie)  
ravello2001@chemistry.unina.it  
<http://www3.icmib.na.cnr.it/ravello2001>

**sfc 13-16 oct. 2001**

## *Formula III*

La Grande Motte  
Groupe Formulation  
(L'Act. Chim. , fév. 2001, p. 63)  
Chantal Iannarelli, C2S.  
Tél. : 01.47.71.90.04.  
c2s@club-internet.fr

**sfc 27-29 nov. 2001**

## *31<sup>e</sup> Colloque annuel du GFP (SAGE 2001)*

Bordeaux  
Division Matériaux polymères et élastomères  
(L'Act. Chim. , janv. 2001, p. 50)  
LCPO, ENSCPB.  
Tél. : 05.56.84.84.86  
sage2001@enscpb.u-bordeaux.fr  
[www.enscpb.u-bordeaux.fr/lcpo/fr/sage.htm](http://www.enscpb.u-bordeaux.fr/lcpo/fr/sage.htm)

**13-15 mai 2002**

## *STEPI 6 : European technical Symposium on polyimides and other high performance materials*

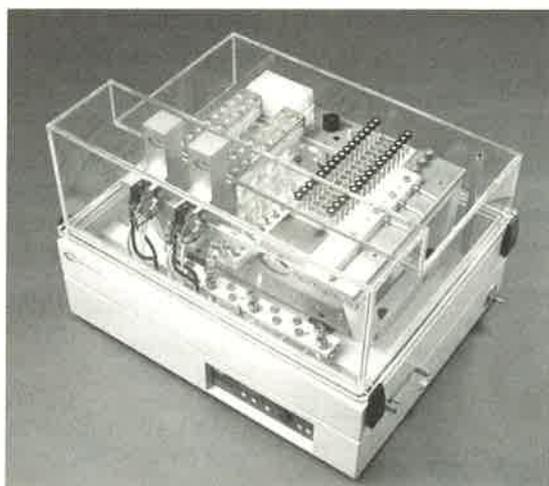
Montpellier  
Marc J.M. Abadie.  
Tél. : 04.67.54.78.25.  
Fax : 04.67.14.47.47.  
abadie@univ-montp2.fr

**24-27 septembre 2002**

## *3<sup>e</sup> Congrès mondial de l'émulsion*

Lyon  
CME. Tél. : 01.47.61.76.89.  
Fax : 01.47.61.74.65.  
alain.lecoroller@wanadoo.fr  
<http://www.cme-emulsion.com>

## MSW500 Manual Synthesis Workstation



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

### The Entrance to Chemspeed Technology

#### Parallel Multistep Synthesis in Solution- and Solid-Phase

- **Addition of Reagents** while Shaking, Heating, and Cooling under Inert Conditions
- **Work up** Extraction, Evaporation, Filtration
- **Output** Pipetting to Disposables or Microtiter Plates

The **MSW500** belongs to a family of synthesizers (ASW1000, ASW2000), which gives you a choice of instrument to suit your budget, but also offers the flexibility to upgrade and add new features, if needed, at a later date. Investing in the **MSW500** is an investment in your laboratories future.

Chemspeed Ltd. Switzerland  
Chemspeed Inc. USA  
Chemspeed Ltd. UK

Phone +41 61 816 95 00  
Phone +1 732 329 1225  
Phone +44 1276 670 668



Multiply your productivity!



## Divisions

### Chimie organique

14 septembre 2001

#### 2<sup>e</sup> Rencontre franco-tunisienne de chimie organique

Paris

La première rencontre franco-tunisienne de chimie organique a eu lieu à Hammamet du 10 au 13 avril 2000 (cf. compte-rendu ci-après). 11 conférences y ont été prononcées par des chimistes français. La division Chimie organique organise la deuxième rencontre, en région parisienne, du 11 au 14 septembre 2001.

Afin de poursuivre les premiers échanges scientifiques et de dynamiser la coopération entre les deux pays, il est prévu d'inviter une quinzaine de scientifiques tunisiens à participer à la fois aux Journées de chimie organique (JCO) qui auront lieu à Palaiseau du 11 au 13 septembre (École polytechnique) et à une journée spécifique bilatérale qui aura lieu à l'Institut Curie le 14 septembre.

De cette façon, les collègues tunisiens pourront participer à la plus importante manifestation triennale de la chimie organique française (15 conférenciers de haut niveau dont 7 étrangers, 40 communications orales, environ 400 communications par affiches, entre 500 et 800 participants) et y rencontrer l'essentiel des acteurs nationaux.

La journée spécifique bilatérale à l'Institut Curie sera consacrée à 6 conférences (4 tunisiens, 2 français) et 8 communications orales. Les participants tunisiens seront en outre encouragés à présenter des affiches à Palaiseau. Tous les organiciens français, déjà engagés dans des coopérations bilatérales ou souhaitant en établir, seront conviés à participer à cette journée spécifique.

Comme ce fut le symétrique lors de la première rencontre, l'ensemble de l'organisation et les frais de séjour (logement et nourriture) sont à la charge de la partie française ; les collègues tunisiens se chargent de la couverture de leurs dépenses de transport.

La division Chimie organique a confié la responsabilité de l'organisation de ces Rencontres franco-tunisiennes aux professeurs Christine Greck (université de Versailles-Saint-Quentin) et Moncef Bellassoued (université de Cergy-Pontoise).

Cette journée réunira les conférenciers suivants : H. Amri (université de Tunis), A. Baklouti (université de Tunis), B. Ben Hassine (université de Monastir), C. Courillon (Paris VI), Y. Langlois (Paris XI), F. Meganem (université de Bizerte).

Pour les communications : T. Ben Ayed (université de Tunis), V. Fargeas (université de Nantes), D. Gomez

#### Naissance d'*Analytical Sciences in Chemistry and Molecular Biology*

La Société Française de Chimie, la Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) et Springer-Verlag ont signé une déclaration d'intention pour la publication d'un nouveau journal international concernant les sciences analytiques.

*Analytical Sciences in Chemistry and Molecular Biology* naîtra de la réunion de *Fresenius Journal of Analytical Chemistry* et d'*Analysis European Journal of Analytical Chemistry*.

Les autres sociétés chimiques européennes sont invitées à participer à ce nouveau journal qui a pour ambition de publier des articles de grande qualité couvrant tous les domaines de l'analyse en chimie, mais aussi en biologie moléculaire et sciences de la vie.

Pardo (ESPCI), R. El Gharbi (université de Sfax), A. Hedhli (université de Tunis), E. Pereira (université de Clermont-Ferrand), F. Rezgui (université de Tunis), K. Yakdhane (université de Monastir).

Pour s'inscrire à cette journée gratuite : [jftco@chimie.uvsq.fr](mailto:jftco@chimie.uvsq.fr)  
Renseignements : C. Greck, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, Laboratoire SIRCOB, 45, avenue des États-Unis, 78035 Versailles Cedex. Tél. : 01 39 25 44 74.  
Fax : 01 39 25 44 52. E-mail : [greck@chimie.uvsq.fr](mailto:greck@chimie.uvsq.fr)

#### Compte rendu des 1<sup>ères</sup> Journées franco-tunisiennes de chimie organique

Les premières Journées franco-tunisiennes de chimie organique se sont déroulées du 10 au 13 avril 2000 à Hammamet (Tunisie). Elles ont eu lieu sous la présidence du professeur H. Amri (université de Tunis) avec le concours de la Société Chimique de Tunisie et de la Société Française de Chimie et grâce à la collaboration active et efficace de M. Bellassoued, professeur à l'université de Cergy-Pontoise.

Cette manifestation a été soutenue par le CNRS, la Mission scientifique universitaire des ministères de l'Éducation nationale et de la Recherche, le ministère de l'Enseignement supérieur tunisien, la faculté des Sciences de Tunis et l'Institut français de coopération de Tunis.

L'ouverture des Journées franco-tunisiennes s'est faite en présence du professeur R. Chtara (président de la SCT) et du professeur M. Pereyre (président de la division Chimie organique de la SFC). Ces journées ont réuni 108 participants ; 12 conférences, 46 communications orales et 36 communications par affiches ont été présentées.

Les conférences plénières ont été prononcées par G. Cahiez (ESCOM, Cergy-Pontoise), J. Cossy (ESPCI, Paris), P.H. Dixneuf (université de Rennes), G. Jaouen (ENSCP), J. Lebreton (université de Nantes), P. Pale (université de Strasbourg) et A. Pancrazi (université de Cergy-Pontoise). Les conférences invitées ont été présentées par D.J. Aitken (université de Clermont-Ferrand), R. El Gharbi (faculté des Sciences de Sfax), C. Greck (université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines), P. Krausz (université de Limoges) et D. Desmaelle (Paris XI).



# ACTIVITÉS SFC

Ce programme scientifique a couvert différents domaines de la chimie organique : chimie fine et catalyse, chimie radicalaire, chimie organométallique et bioorganométallique, synthèse asymétrique et synthèse totale, polymères... Les communications orales et par affiches ont été l'occasion de nombreux échanges entre les participants.

Une excursion à Carthage et Sidi Bou Saïd était organisée l'après-midi du 11 avril. La visite de ces superbes sites s'est faite sous une pluie torrentielle et nous avons assisté à une rapide montée des eaux dans les rues de Tunis et La Goulette. La soirée du 12 avril a réuni tous les participants autour d'un banquet qui a permis à chacun d'apprécier la cuisine et la musique traditionnelle.

Le succès de cette manifestation a été assuré par une parfaite organisation du comité et de son président. Un grand merci à nos collègues tunisiens pour leur accueil chaleureux.

**Christine Greck**

## Sections

### Bourgogne-Franche-Comté

15-16 mai 2001

#### 2<sup>e</sup> Journées des écoles doctorales Pasteur et Carnot

Dijon

La seconde édition de ces journées scientifiques communes aux écoles doctorales de Besançon (Pasteur) et Dijon (Carnot) sera organisée par l'université de Bourgogne à la faculté des sciences et des techniques de Dijon-Mirande avec le soutien d'EDF, de la société Air Liquide et avec la participation des sections régionales de la SFC, de la SFP, du club des jeunes chimistes de Dijon et de l'amicale des doctorants de physique.

Cinq conférences seront au programme de la première journée :

- *Le contrôle du mouillage par électrocapillarité*, par B. Berge (Laboratoire Physique, ENS Lyon).
- *Quasi-cristaux : physique, théorie et mathématiques*, par J. Bellisard (IRSAMC, université Paul Sabatier, Toulouse).
- *Du phosphore  $sp^2$  à la catalyse homogène*, par F. Mathey (CNRS, École polytechnique, Palaiseau).
- *Condensation de Bose Einstein dans les gaz dilués*, par Chris Westbrook (CNRS, Institut d'Optique d'Orsay).
- *La physico-chimie des surfaces de semi-conducteurs vue par l'œil d'un électrochimiste*, par A. Etcheberry (CNRS, Institut de la Réactivité, Versailles).

Un jury réunissant conférenciers et industriels attribuera, au soir du mardi 15 mai, les prix de thèse. La

seconde journée, organisée par la section régionale, sera consacrée aux jeunes chercheurs des deux écoles doctorales. Ceux-ci pourront présenter, à cette occasion, les aspects fondamentaux et appliqués de leurs travaux par le biais de communications orales et affichées.

Les meilleurs exposés et posters seront primés.

Renseignements : Joël Vebrel, IUT, Département Chimie, 30, avenue de l'Observatoire, BP 1559, 25009 Besançon Cedex. Tél. : 03 81 66 68 .59. Fax : 03 81 66 .68 58.

E-mail : joel.vebrel@univ-fcomte.fr

### Champagne-Ardenne

#### Nouveau bureau

Présidente : Danielle Guillem

Vice-président : Christophe Bliard

Secrétaire : Stéphane Humbel

Trésorier : Bernard Barlaam

Correspondant emploi : Michel Aplincourt

Suppléants : Philippe Bertus, Christian Gerard, Emmanuel Guillon, Janos Sapi.

Danielle Guillem, UFR Sciences, Université de Reims, UMR 6519, Moulin de la Housse, 51687 Reims Cedex 02.

Tél. : 03 26 91 32 38. Fax : 03 26 05 31 66.

E-mail : danielle.guillem@univ-reims.fr

### Normandie

#### Nouveau bureau

Président : Gérard Plé

Vice-présidents : Annie-Claude Gaumont, Jean-François Verchère, Claude Fugier

Trésorier : Georges Dupas

Secrétaire : Jacques Maddaluno

Membres : Michaela Gulea, Frédéric Thibault-Starzyk, Alain René Schoofs.

Gérard Plé, Université de Rouen, Faculté des Sciences, IRCOF - UMR 6014 CNRS, 76821 Mont-Saint-Aignan Cedex.

Tél. : 02 35 52 24 48. Fax : 02 35 52 29 71.

E-mail : Gerard.Ple@univ-rouen.fr

31 mai 2001

#### Journée de conférences IRCOF

Rouen

La section Normandie vous informe d'un changement de conférencier : Pierre Alexandre Driguez (Sanofi Synthélabo) remplacera Maurice Petitou (voir *L'Act. Chim.*, mars 2001, p. 71).

## Groupes

### Club Histoire de la chimie

#### Rectificatif à propos du bureau

(voir *L'Act. Chim.*, fév. 2001, p. 63)

Il faut lire : les membres du bureau avec Laurence Lestel, Elizabeth Stibbe, René Amiable, Jacques Bourdais, Olivier Lafont, Wilhelm Lewicki forment le Conseil d'administration.



## Histoire de la chimie et de ses applications

Le Club Histoire de la chimie informe ses adhérents intéressés qu'ils peuvent assister en libre accès au cours « Histoire de la chimie et de ses applications » (cours n° 22729, Laurence Lestel) au CNAM (2, rue Conté, salle 31-3-01, le jeudi de 18 h à 20 h). Pour les deux trimestres à venir, nous relevons les sujets suivants : l'industrie des matières colorantes de synthèse, les pigments blancs (céruse), le plomb, les relations science/industrie à propos des travaux de Chevreul et Berthelot sur les corps gras, chimie et électricité, la naissance du génie chimique, le défi des gaz industriels, les engrais artificiels, les premières fibres artificielles, les verres, les colles, les combustibles, l'assainissement industriel...

Pour obtenir programme et calendrier, s'adresser au CNAM-CDHT, 5, rue de Verbois, 75003 Paris. Tél. : 01 53 01 80 25.

## Formation en histoire de la chimie

Le Club se propose de faire connaître les formations en histoire de la chimie actuellement disponibles et prie en conséquence les collègues chimistes d'envoyer au Club des informations même succinctes, sur les cours qui existent dans leurs écoles et universités : programme, calendrier, niveau d'études, conditions d'accès, service ou personne à contacter.

Club Histoire de la chimie, Société Française de Chimie, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris.

## Parrainages

9-11 mai 2001

### 8<sup>e</sup> Séminaire international sur les élastomères

Le Mans

Renseignements : Luce Caytan, CTTM, 20, rue Thalès de Millet, 72000 Le Mans. Tél. : 02 43 39 46 44. Fax : 02 43 39 46 47.

E-mail : [lcaytan@cttm-lemans.com](mailto:lcaytan@cttm-lemans.com)

<http://www.cttm-lemans.com>

2-6 juillet 2001

### 10<sup>th</sup> ISHHC : International Symposium on relations between homogeneous and heterogeneous catalysis

Villeurbanne

Renseignements : Catherine Santini, Laboratoire COMS-CNRS/CPE UMR 9986, bât. F308, CPE Lyon, 43, bd du 11 Novembre 1918, BP 2077, 69616 Villeurbanne Cedex.

Tél. : 04 72 43 18 10. Fax : 04 72 43 17 95.

E-mail : [shhc10@cpe.fr](mailto:shhc10@cpe.fr)

<http://www.cpe.fr/shhc10/registration>

4-6 juillet 2001

### GFP-SQP2001 : Grand'Est GFP et 4<sup>e</sup> Colloque franco-québécois

Nancy

Thèmes : Nouveaux polymères (synthèse, caractérisation), relations structure-propriétés spécifiées, mises en œuvre des polymères et applications.

Renseignements : Denis Roizard. Tél. : 03 83 17 52 73.

E-mail : [shhc10@cpe.fr](mailto:shhc10@cpe.fr)

<http://www.ensic.inpl-nancy.fr/GFP-SQP2001>

21-25 octobre 2002

### Matériaux 2002 : de la conception à la mise en œuvre

Tours

Pour la première fois en France, vingt des plus importantes sociétés savantes nationales spécialistes des matériaux s'associent pour organiser un colloque commun (GFP/SFC, SCI, SF2M, SFP, SFV entre autres). La grande première de ce colloque réside avant tout dans la variété des angles à travers lesquels le sujet « matériaux » sera abordé.

Renseignements : Pascale Bridou, Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris.

Tél. : 01 53 59 02 18. Fax : 01 45 55 40 33.

E-mail : [pascale.bridou@wanadoo.fr](mailto:pascale.bridou@wanadoo.fr)

<http://www.scifrance.org>

## Plis cachetés

La SFC a reçu le pli cacheté suivant (*droits de garde 80 FF par pli cacheté déposé*) :

- Le 20 février 2001, de Rhodia Polyamide Intermediates et Rhodia Recherches, enregistré sous le n° 363.

La Société Française de Chimie dispose de deux outils d'information électronique :

- « **SFC Info en ligne** », information active, diffusé actuellement à 3 000 membres de la SFC tous les quinze jours par courrier électronique. Ainsi arrivent « à domicile » des informations telles que les rappels des dates limites d'inscription à certains congrès, des offres d'emplois spécifiques, des appels d'offres et des informations sur la vie de la SFC, ainsi que des analyses de sites présentant un intérêt pour les chimistes.

- **Le site web** (<http://www.sfc.fr>) dans lequel vous trouvez, entre autres, une bourse de l'emploi, une liste des manifestations scientifiques remise à jour et actualisée, des informations en provenance des divisions scientifiques et des sections régionales. Ces deux vecteurs d'informations sont complémentaires ; le premier permet une information instantanée et brève, le second développe certains points.

Si « SFC Info en ligne » vous intéresse, vous pouvez soit le consulter sur le site <http://www.sfc.fr/Informations.htm>, soit envoyer votre adresse électronique à [marie-claude.vitorge@sfc.fr](mailto:marie-claude.vitorge@sfc.fr)

## DÉCOUVERTE DE MIMES DE CYTOKINES

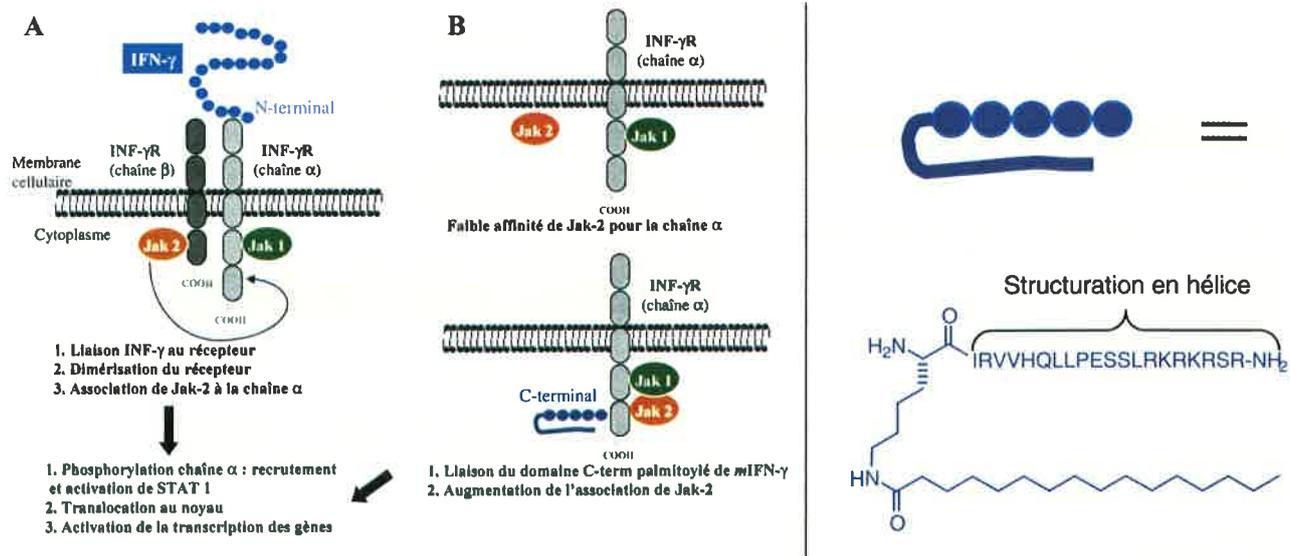
Cyrille GRANDJEAN, Estelle LOING *SEDAC-Therapeutics\**

Les cytokines forment une famille de protéines solubles qui participent au dialogue intercellulaire. Par exemple, l'interféron- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ), sécrété par les lymphocytes T, est capable d'induire un état anti-viral en stimulant en orientant les défenses innées et adaptatives.

L'interféron- $\gamma$  se lie par l'intermédiaire de sa partie N-terminale sur des cellules cibles exprimant un récepteur transmembranaire (IFN- $\gamma$ R). Ce dernier est constitué de deux chaînes : une chaîne  $\alpha$ , impliquée dans la liaison avec l'IFN- $\gamma$  récepteur, et une chaîne  $\beta$ , nécessaire à l'activation de la voie JAK-STAT de transduction du signal (Figure A).

L'interféron- $\gamma$ , administré en tant qu'immunoadjuvant et, plus généralement, les cytokines apparaissent comme de véritables agents thérapeutiques. Cependant, l'utilisation limitée de ces protéines du fait de leur faible biodisponibilité, leur toxicité à dose élevée et leur coût de production, encourage des recherches visant à développer des mimes de cytokines.

Des peptides palmitoylés, dérivés de la partie C-terminale de l'interféron- $\gamma$  murin (*mIFN- $\gamma$* ), constituent des agonistes synthétiques de l'interféron- $\gamma$  : en effet, ces composés sont capables d'activer le récepteur de l'interféron- $\gamma$  en se liant à son domaine intracytoplasmique (Figure B) [1].



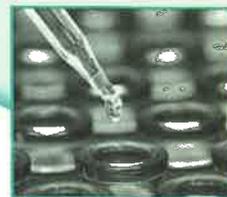
La chaîne palmitique permet :

- le passage transmembranaire rapide du peptide dans le cytoplasme des cellules, favorisant le ciblage du récepteur et limitant la dégradation par des exopeptidases,
- la stabilisation du peptide en une structure hélicoïdale, conférant une activité à des peptides de seulement 20 résidus (38 résidus sont nécessaires en l'absence de chaîne grasse),
- une utilisation à des doses acceptables au sein d'un cocktail vaccinal.

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

Cyrille.Grandjean@sedac-therapeutics.com ; Estelle.Loing@sedac-therapeutics.com

[1] K.Thiam, E. Loing, C. Verwaerde, C. Auriault, H. Gras-Masse, *J. Med. Chem.*, 1999, 39, p. 3732.



## I01/453 - Technicien

Une société de services dans le contrôle de l'**instrumentation analytique de laboratoire** recherche un technicien qualifié.

### Mission :

- Assurer les prestations de services (qualification de matériel) chez nos clients en France. Participer au développement des nouveaux produits.

### Profil :

- Niveau bac +2 (type DUT, BTS) avec impérativement une première expérience laboratoire (stage significatif ou emploi).
- Connaissance solide en HPLC et GC (théorie et pratique).
- Bonnes connaissances de l'outil micro informatique (Windows, Excel).
- Bon niveau en anglais apprécié.
- Déplacements à prévoir (RP et Province). Salaire à négocier selon expérience. Poste basé en région parisienne.

## I01/459 - Responsable hygiène sécurité et environnement

Un **équipementier automobile**, filiale d'un groupe américain, spécialisé dans plusieurs métiers (étanchéité, élastomères, fluides...) recrute un responsable hygiène sécurité et environnement.

La Division qui recrute est organisée autour de trois sites comprenant 1 150 personnes et réalise un CA de 500 MF (2000).

### Description du poste :

- Le candidat exercera ses fonctions sur les 3 sites de la société et mettra en place les procédures nécessaires en matière de protection :

- . de l'environnement : respect des normes françaises, européennes et internes au groupe,
- . des personnes (hygiène, sécurité au travail),
- . des moyens industriels (biens immobiliers et mobiliers).

- Salaire proposé : 300-400 KF

- Voiture de fonction

- Poste en CDI, se situant à Chartres (28)

- Déplacements fréquents

### Profil du candidat :

- 5 années minimum passées à un poste de même nature, idéalement au sein de l'industrie du caoutchouc.

- Forte conscience des enjeux juridiques liés à cette fonction.

- Connaissance de la culture anglo-saxonne, notamment en matière de référentiels, d'audits et de reporting.

- **Anglais courant.**

## I01/457 - Ingénieur chimiste plasturgiste

Une société qui conçoit des solutions innovantes en matière de collage, renforcement de structures, d'insonorisation et de traitement de surface destinées au marché de

l'automobile, leader mondial sur son marché, réalisant un CA de 6 milliards de francs avec 4 000 collaborateurs répartis dans 31 pays, renforce son Laboratoire Recherche et Développement colles et mastics (situé à Cosne-sur-Loire) et recherche un ingénieur chimiste plasturgiste.

Vous serez rattaché au Responsable de Groupe **R & D colles et mastics** spécialisé en renforts et acoustique.

### Principales missions :

- L'optimisation de l'industrialisation des produits destinés à l'industrie automobile.

Dans ce cadre, vous devrez :

- analyser les cahiers des charges des clients en participant parfois à leur rédaction,
- réaliser la mise au point des produits (formulation),
- réaliser l'ensemble des essais et tests de pré-industrialisation et d'industrialisation,
- assurer auprès des clients le suivi qualité des produits.

### Profil :

- Formation en chimie, avec de bonnes connaissances mécaniques.

- Etre capable de mener de front plusieurs études, faire preuve de rigueur ainsi que d'un excellent « sens client ».

- Une bonne maîtrise de l'anglais est nécessaire pour ce poste, la connaissance de l'allemand serait très appréciée.

Compte tenu des délais d'impression, nous ne pouvons publier toutes les offres d'emploi. Celles-ci sont consultables sur le site de la SFC : [http://www.sfc.fr/Emploi/emp1\\_emplois.htm](http://www.sfc.fr/Emploi/emp1_emplois.htm)

Pour répondre à une offre, envoyer lettre de motivation et CV à Mme Messal, SFC.

## SANOFI-SYNTHELABO

[www.sanofi-synthelabo.fr](http://www.sanofi-synthelabo.fr)



# Les congrès SFC : quelques réflexions et suggestions

Depuis une dizaine d'années, le tour de France des congrès SFC de Strasbourg (1991), Lyon (1994), Bordeaux (1997) à Rennes (2000) a conduit à l'observation générale que leur indéniable succès scientifique et leur rayonnement régional et national, en particulier vis-à-vis des plus jeunes, s'accompagnent malheureusement d'un déficit financier qui est allé croissant. Ce dernier pose des problèmes des plus aigus à la SFC et justifie une prise de conscience et une réflexion approfondie sur le futur. Mais peut-on espérer équilibrer le budget d'un tel congrès ? Côté dépenses, il est évident que certains postes sont quasi incompressibles alors que d'autres ont souvent échappé au cadrage strict *a priori* et se sont traduits par des dérapages et de mauvaises surprises *a posteriori*. Côté recettes : il est indispensable que le nombre de participants payant plein tarif soit le plus élevé possible - même avec la réduction dont doivent bénéficier les membres de la SFC (ou des autres sociétés savantes dans les cas d'accords de réciprocité). Autant des centaines de participants jeunes à tarif gratuit ou inférieur au coût réel marginal apportent une vitalité et un dynamisme nécessaires et réjouissants, autant les conséquences financières sont d'autant plus désastreuses que le succès est grand ! Côté recettes encore, il est clair que le soutien de l'industrie chimique française - qui devrait refléter sa place de 4<sup>e</sup> mondiale - et des pouvoirs publics (ministère(s) de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, CNRS, CEA et autres grands organismes) est indispensable. Les expériences récentes ont toutes montré que malgré tous les efforts déployés, l'engagement, le dévouement et les bonnes volontés rencontrées, le bilan final s'inscrivait en chiffres rouges. Peut-être est-ce inhérent à ce type de manifestations ? C'est vraisemblable et les autres sociétés de chimie européennes, même les plus grosses, le savent bien, mais leurs recettes (cotisations, publications scientifiques...) sont sans commune mesure avec celles de la SFC. Ceci change toute la physionomie du problème. Quelle est l'ampleur du déficit que la SFC peut raisonnablement supporter sur ses congrès, c'est à son Conseil d'administration d'en débattre. Un montant de 100-200 KF pourrait être tolérable. D'autant plus si son congrès se tient tous les 3 ans, ce qui laisse aussi un peu plus de temps pour se retourner.

La communauté de la chimie française, avec toutes ses composantes industrielles, d'enseignement, secondaire et universitaire, et de recherche..., ressent-elle le besoin des congrès tels que les derniers que nous

avons organisés ? Mon sentiment est que les doctorants, post-docteurs et jeunes professionnels auraient bien davantage tendance à répondre oui que les seniors. Un congrès généraliste national attire-t-il ces derniers ? La réponse manifeste est : pas suffisamment. Par contre, les congrès spécialisés qui regroupent les acteurs les plus dynamiques du moment sur des thèmes intéressant une communauté vaste mais bien ciblée, sont en général de grands succès scientifiques et financiers. Pensons aux Journées de chimie organique de Palaiseau, aux Congrès internationaux de chimie organométallique, de catalyse, de chimie bioinorganique etc. Pensons aux Conférences Gordon (États-Unis) ou de la Fondation Européenne de la Science (Europe) : limitées à une centaine de participants, sans sessions parallèles, ces dernières permettent de nombreuses discussions et échanges informels. Ne sont-elles pas plus motivantes que les grand-messes où l'on ne pourra participer qu'à une fraction très faible du programme en raison de la multitude de sessions parallèles, les congrès de l'ACS à 10 000 participants et plus en étant sans doute le modèle le plus abouti ? Par expérience de participant et d'organisateur, ma réponse ne laisse pas place au doute.

### Quelques pistes :

Partant du principe que réunir régulièrement la communauté de la chimie française est une des missions importantes de la SFC, qui a là certainement de quoi faire en collaboration avec l'Union des Industries Chimiques et la Société de Chimie Industrielle, et que l'ouverture européenne (et au-delà), si bénéfique, doit se traduire de manière de plus en plus visible, voici quelques suggestions prenant en compte ce qui a été dit plus haut. Mon souhait est qu'elles soient discutées, critiquées, améliorées :

- La SFC pourrait organiser pendant 4-5 jours, tous les 3 ans, un congrès constitué de colloques scientifiques ciblés, en nombre raisonnable (une dizaine peut-être), qui seraient placés (idéalement tous) sous la coresponsabilité de 3 scientifiques européens, dont un français. La concertation préalable entre ces scientifiques garantirait que les thèmes scientifiques les plus importants et actuels du moment et les conférenciers correspondants soient retenus, ce qui à son tour devrait assurer un succès de participation. En outre, qui mieux que chaque organisateur pourrait, dans son pays, connaître et mobiliser la communauté scientifique correspondante ?



- Les dépenses occasionnées par la venue des conférenciers nationaux et étrangers devraient, bien entendu, être partiellement couverts par le congrès sous la forme d'un forfait établi longtemps à l'avance, laissant aux invités le temps de réserver leurs billets aux meilleurs tarifs et de chercher, le cas échéant, des compléments de financement. Nous ne nous étonnons plus et nous offusquons encore moins de n'être que très modestement dédommagés de nos frais lorsque nous nous rendons comme conférenciers invités à une Conférence Gordon ou à un congrès de l'ACS.

- Ce type d'organisation en colloques multinationaux aurait en outre le grand mérite de ne pas nous lier à une seule société savante étrangère pour l'ensemble d'un congrès donné mais de manière pragmatique, à la carte, à plusieurs d'entre elles, augmentant de facto la visibilité, l'impact et le pouvoir d'attraction d'une telle manifestation. Tout ceci ne serait bien entendu pas incompatible avec quelques conférences ou manifestations plénières d'intérêt général. Enfin, si chaque colloque aurait évidemment à cœur de trouver le maximum de financements possibles, il serait toutefois assuré d'un soutien minimum de la part des sociétés savantes concernées. Il ne faut pas demander aux meilleurs scientifiques, en charge du programme, de passer des semaines à chasser l'euro, mais je suis en revanche certain qu'ils seraient tous prêts à solliciter et mobiliser leurs partenaires habituels (industries, régions, etc.). Ce mode de fonctionnement implique un cadrage général de la part de la SFC - politique et logistique - mais une grande décentralisation dans l'organisation scientifique et matérielle. La mise à jour régulière d'une feuille de route, style « vademecum congrès », contenant aussi bien un calendrier des opérations à mener (à J-12 mois, J-9 mois...) que des erreurs à ne pas commettre, permettrait d'optimiser après chaque manifestation tous les aspects organisationnels. Il nous faut trouver un équilibre satisfaisant entre le caractère national de la SFC (et le souci d'accroître sa représentativité et son poids) et les moyens limités dont dispose son siège.

- Que faire pour inciter les étudiants et les jeunes professionnels à participer à de telles manifestations ? Bien sûr par un programme le meilleur possible, des possibilités nombreuses pour eux de présenter leur travail dans de bonnes conditions (communications orales, présentations « flashes » de 5 minutes avec le support de 3 transparents maximum et couplées à une affiche autour de laquelle se déroule la discussion,

excellent exercice avant les auditions pour les postes CNRS ou de maîtres de conférence !), par des rendez-vous avec les industriels et leurs directeurs des ressources humaines, des forums emplois, et des tarifs spéciaux. Puisque offrir des tarifs inférieurs au coût réel implique un risque financier majeur pour les sociétés organisatrices, pourquoi ne pas suggérer que chaque inscription de membre senior donne droit à deux inscriptions à tarif jeune ? On pourrait en espérer un effet de mobilisation réel dans les laboratoires et voir des « jeunes » demander aux « seniors » de s'inscrire au congrès pour à leur tour pouvoir en bénéficier !

On aura compris que ce nouveau type de congrès cherche à réconcilier congrès général et colloques pointus, qualité scientifique et soutien matériel, organisation nationale et ouverture internationale, structurelle et pas seulement conjoncturelle. Il n'est en rien concurrent d'autres manifestations qui se tiennent en France (GECO, SECO, Concoord-Gecom, GECAT...) ou en Europe (Fechem, Euroconférences ESF...) à la satisfaction de tous. Cette non concurrence permet d'espérer que la puissance publique (ministères) et les grands organismes de recherche continueront à aider la SFC, et donc la chimie française, par leurs subventions qui resteront indispensables.

Il semble bien que les grand-messes, aussi sympathiques soient-elles, ne correspondent plus ni aux souhaits de la communauté académique, et encore moins de celle des PME et grands industriels, et ni à ses ressources financières. Une ère nouvelle doit montrer à tous que les missions de la SFC peuvent s'accomplir en optimisant les moyens, en s'ouvrant de plus en plus à l'international, avec bien sûr le souci constant de la qualité scientifique et pédagogique.

Le débat est ouvert, c'est le nôtre à tous. N'hésitez pas à réagir, en envoyant un mot à la SFC ou un courrier électronique à [sfc@sfc.fr](mailto:sfc@sfc.fr), ou à l'auteur de ces lignes qui vous remercie de l'avoir lu jusqu'au bout et qui remercie G. Ourisson de l'avoir incité à les écrire.

**P. Braunstein**

Tél. : 03 90 24 13 08 - Fax : 03 90 24 13 22

E-mail : [braunst@chimie.u-strasbg.fr](mailto:braunst@chimie.u-strasbg.fr)

## Index des annonceurs

Argonaut Technologies ..... p. 72, III<sup>e</sup> de couv  
 Avocado ..... p. 52  
 CEA ..... p. 60  
 Chemspeed ..... p. 64  
 EDP Sciences ..... IV<sup>e</sup> de couv

Polymer ..... p. 56  
 SEDAC ..... p. 68  
 Sanofi ..... p. 69  
 Sigma Aldrich ..... II<sup>e</sup> de couv

*Abstract* : Parallel synthesis provides a fundamentally more efficient way for chemists to work. The key is to design parallel synthesis tools that are suited to the specific requirements of each area of research and development.

*Mots clefs*: Automatisation, Synthèse Parallèle, Chimie Combinatoire, Développement des procédés

La majorité des synthèses organiques sont encore effectuées séquentiellement ce qui demeure une tâche laborieuse. Le potentiel économique d'une nouvelle molécule est directement lié à la voie de synthèse choisie ainsi qu'à son degré de complexité.

La chimie combinatoire, l'automatisation, la miniaturisation et les autres développements technologiques et scientifiques ont assurément permis d'accélérer le processus de synthèse de large bibliothèques de produits destinés au criblage à haut débit (high-throughput screening). Cependant, par le passé, ces techniques furent principalement utilisées par des spécialistes dans les étapes initiales du processus de la recherche. L'introduction de ces technologies en R&D permet également de raccourcir de façon prépondérante le temps consacré à cette phase.

La synthèse parallèle consiste à effectuer simultanément une série de réactions. Elle offre aux chimistes une méthode de travail fondamentalement plus efficace. La clef de cette approche est la conception d'outils appropriés aux spécificités des différents domaines R&D. En effet, on doit distinguer les besoins propres du scientifique élaborant une bibliothèque ciblée, à ceux du chimiste étudiant la relation structure-activité sur une série de molécules, ou à ceux du chimiste de développement optimisant les conditions de réaction en vue du scale-up. Chez Argonaut Technologies, la conception et les spécifications de nouveaux produits destinés à la synthèse parallèle commence par la compréhension et par l'identification de ces besoins propres. Notre équipe de chimistes et d'ingénieurs travaillent en collaboration étroite avec différents interlocuteurs d'entreprises leaders dans leurs secteurs. Ces teams identifient les objectifs, définissent les limites des conditions expérimentales, et décident du degré d'automatisation nécessaire tout en tenant compte des applications particulières de chacun. Dans une deuxième phase, ces équipes poursuivent leur collaboration pour réaliser et valider ces instruments en laboratoire.

### **Synthèses de bibliothèques :**

Actuellement l'objectif est de synthétiser des bibliothèques moins larges de nouvelles molécules mais plus ciblées. Le synthétiseur doit être capable de maintenir une atmosphère inerte et de manipuler des réactifs sensibles à l'air et à l'humidité. Lorsque que l'on traite un grand nombre de réactions, une automatisation devient nécessaire, ce qui, d'ailleurs, permet également de libérer un temps précieux pour le chimiste. Le système Trident™ est une plate-forme qui consiste en a) un synthétiseur automatique -Trident Automated Synthesizer- développé pour les synthèses en phase solide et en solution, b) le Trident Workstation semi-automatique et c) le Trident Sample Processing Station pour le workup automatique (extraction liquide-liquide, extraction SPE, support scavengers...)

### **Multiplier le nombre de réactions:**

Le synthétiseur Quest™ est utilisé dans des centaines de laboratoires dans le monde. Ce simple équipement permet d'effectuer la synthèse d'une série d'une vingtaine de molécules ainsi que des réactions avec du gaz et les workups. Le nouveau FirstMate™ est un module simplifié (possibilité de chauffage/refroidissement/ atmosphère inerte/agitation) utilisant de la verrerie courante.

### **Optimisation d'hydrogénation catalytique:**

En collaboration avec Symyx Technologies, nous avons conçu le réacteur Endeavor™ qui permet d'effectuer huit réactions gazeuses en parallèle tout en assurant un contrôle individuel de la température, de la pression et du monitoring de la consommation du gaz. Endeavor est utilisé pour réaliser notamment des réactions d'hydrogénation, de carbonylation, de polymérisation ainsi que pour le screening de catalyseurs.

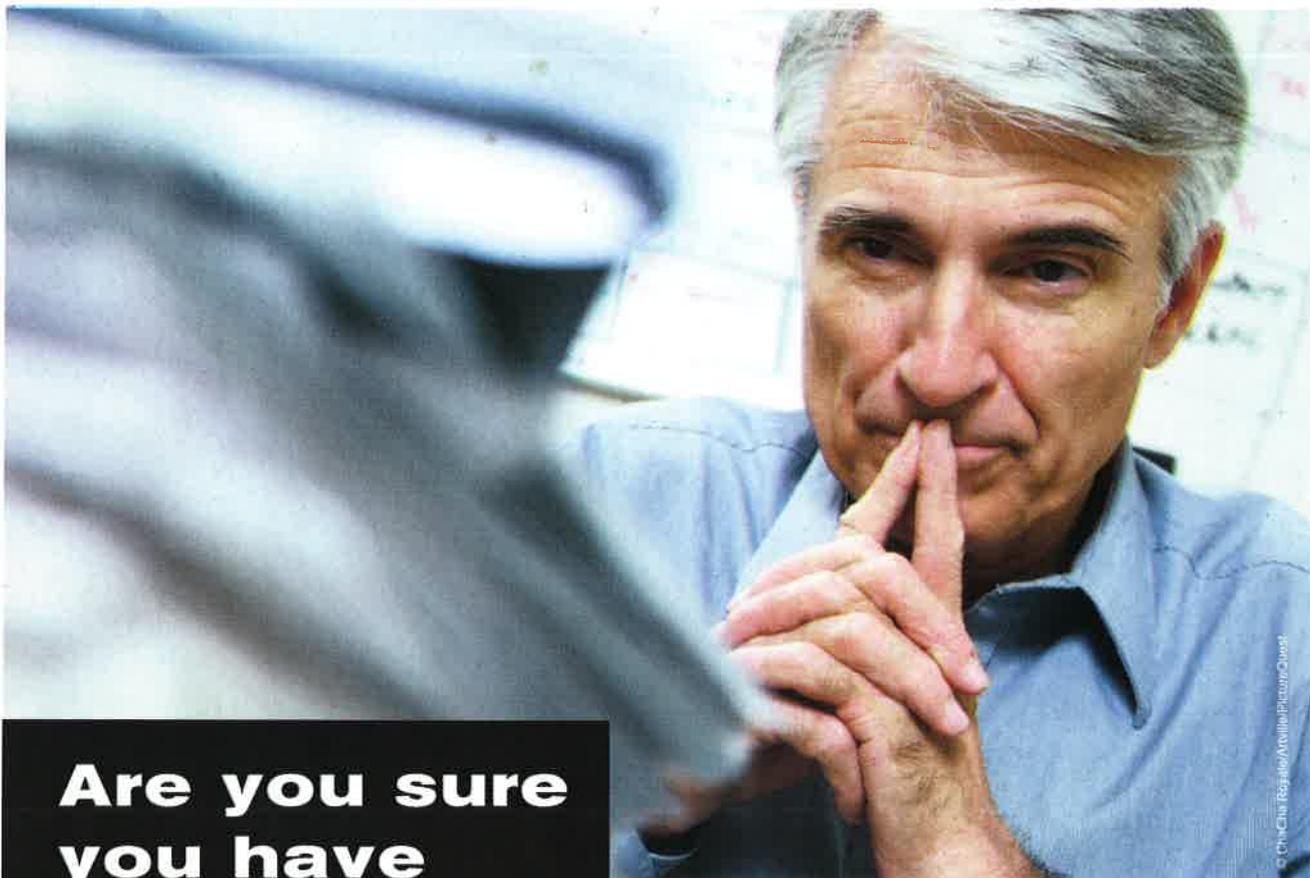
### **Raccourcir le cycle à l'échelle du développement de procédés:**

Lorsqu'un produit aboutit à l'étape de développement de procédés, la pression est énorme pour la mise au point rapide du procédé. Surveyor™, conçu dans le cadre d'un consortium, permet de contrôler individuellement les différentes conditions expérimentales de dix réactions simultanées. L'échantillonnage automatique et l'analyse par HPLC sont intégrés dans cette plate-forme. Surveyor utilise un software intuitif pour la programmation du déroulement des expériences, le contrôle de température et de son gradient, l'addition des réactifs et solvants, l'agitation, l'échantillonnage et les analyses.

L'approche parallèle reste une voie d'avenir. Argonaut Technologies a pour mission de développer les outils nécessaires à l'approche parallèle et de répondre aux attentes de nos clients tout en offrant également un service et un soutien de premier ordre.

---

\* Argonaut Technologies AG,  
St. Jakob-Strasse 148, P.O.Box,  
CH-4132 Muttenz 2  
Tel.: +41 61 465 98 98  
Fax: +41 61 465 98 99  
E-Mail: [aabou-hamdan@argotech.com](mailto:aabou-hamdan@argotech.com)  
<http://www.argotech.com>



© Chi-Chie Roy/Alamy/PhotoDisc/Getty

**Are you sure  
you have  
the right...**

**temperature  
solvent  
reagents  
catalyst**

**for your  
chemistry?**

Have you identified the optimal reaction parameters?

Do you have confidence that your process will work to produce the highest yield and purity?

In order to be sure, you need consistent data - from more experiments with more variables. But who has that much time?

Running reactions in parallel, with automated control and monitoring of the individual reaction parameters, enables you to:

- Evaluate more variables over a wider range
- Run more experiments in the same amount of time
- Set up consistent experiments for consistent results



**Surveyor**  
Automated process optimization with independent control of reaction conditions in each of ten vessels, plus integrated sampling and HPLC analysis



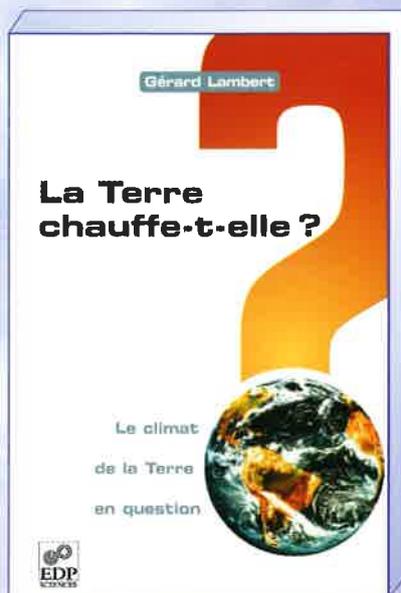
**Endeavor**  
Eight parallel pressurized, gaseous reactions with independent control of reaction conditions and measurement of gas consumption in each reaction vessel.

  
**ARGONAUT  
TECHNOLOGIES**

WWW.ARGOTECH.COM  
887 INDUSTRIAL ROAD, SUITE G, SAN CARLOS, CA 94070 TELEPHONE 888.598.1350 FAX 650.598.1359  
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

*Surveyor is a trademark of Argonaut Technologies. Endeavor is a trademark of Synyx Technologies. © 2000 Argonaut Technologies*

# NOUVEAUTÉS



## LA TERRE CHAUFFE-T-ELLE ? Le climat de la Terre en question

G. Lambert

Les activités humaines risquent-elles de bouleverser le climat de la planète ? Dans son « roman scientifique », l'auteur expose les problèmes liés à l'effet de serre et décrit les découvertes effectuées dans ce domaine. Le lecteur se forge sa propre opinion en suivant les aventures et enquêtes d'un personnage imaginaire, Charles D. Evans, dit CDE : le héros rencontre des scientifiques passionnés et visite des laboratoires et des terrains d'expérimentations, disséminés aux quatre coins du monde.

Collection *Bulles de sciences*

2001 • 2-86883-515-5 • 224 p. • 98,40 FF (15 €)

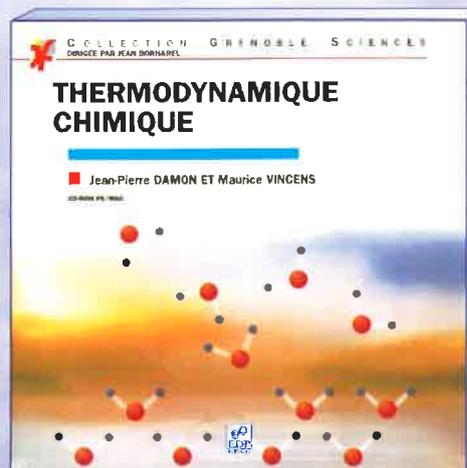
## THERMODYNAMIQUE CHIMIQUE Cédérom

J.P. Damon, M. Vincens

Une navigation aisée entre notions de base (cours) et éléments d'approfondissement, autotests et exercices, permettra à l'étudiant de 1<sup>er</sup> cycle de s'approprier les éléments fondamentaux de thermodynamique chimique. Le chercheur, le professionnel et l'enseignant trouveront dans cet ouvrage un outil de consultation pratique pour combler une lacune ou un oubli.

Collection *Grenoble-Sciences*

2001 • 2-86883-520-1 • CD Rom et livret de 8 p. • 183,67 FF (28 €)



## EDP Sciences

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