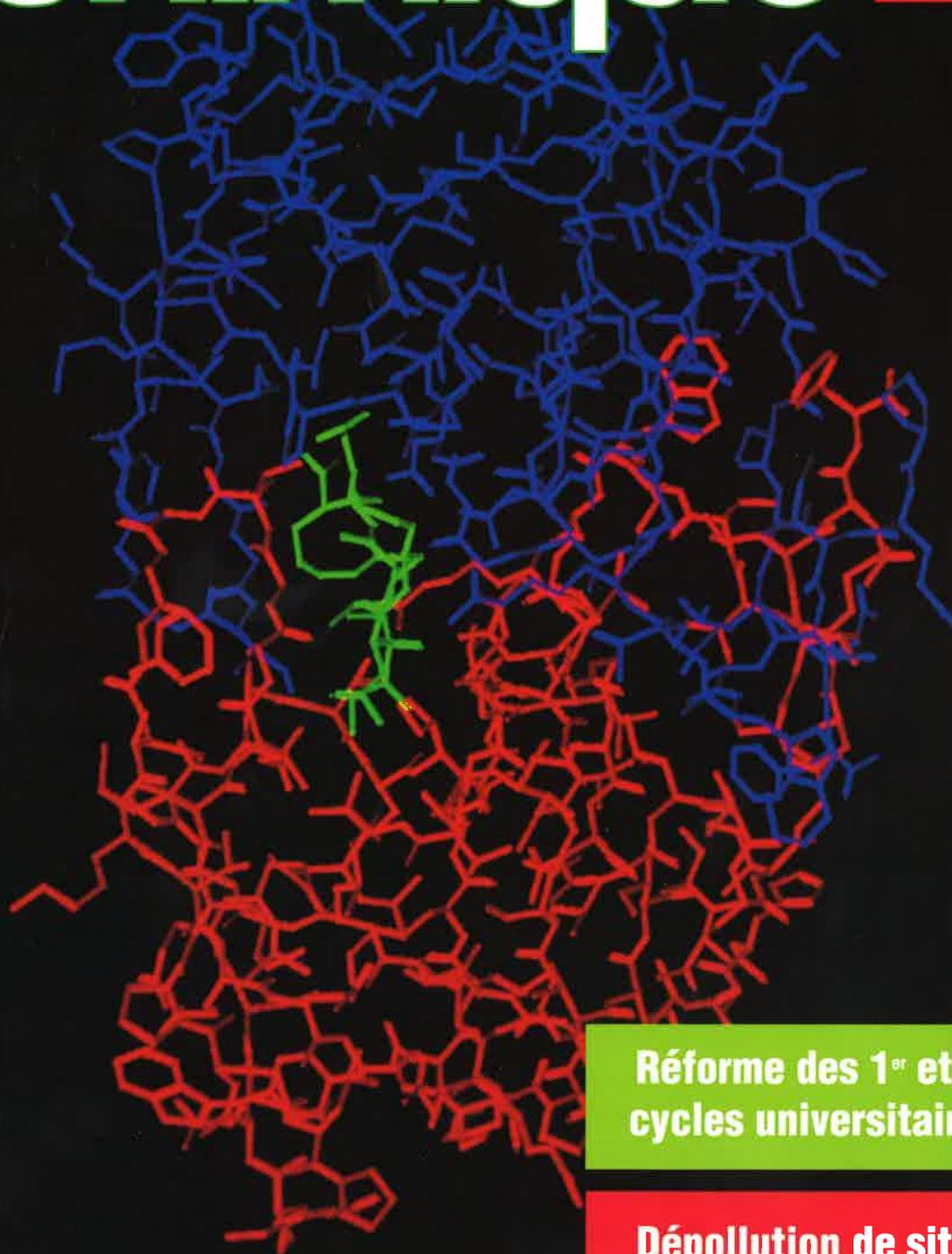


# l'actualité chimique

N°2

MARS  
AVRIL  
1993

ISSN 0151 9093



Réforme des 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup>  
cycles universitaires

Dépollution de sites



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



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE



**Notre couverture :** Protéase acide du virus HIV1. L'image montre les chaînes A (en rouge) et B (en bleu) qui constituent la protéine et en vert un inhibiteur peptidique.

**Directeur de la publication :**  
Jean-Baptiste Donnet

**Rédacteur en chef :**  
Raymond Hamelin

**Rédactrice, chef des informations :**  
Thérèse Chaudron

**Rédactrice :**  
Miren Helou

**Secrétaire de rédaction-maquette :**  
Evelyne Girard

**Relations extérieures, promotion :**  
Gérard Perreau

**Comité de rédaction :**

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

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

**RÉGIE PUBLICITAIRE**

**Promoduc,**  
91, faubourg Saint-Honoré,  
75370 Paris Cedex 08  
Tél. : (1) 44.71.35.28  
Fax : (1) 39.76.68.07

**Publication analysée par  
Chemical Abstracts Service**



# SOMMAIRE

## EDITORIAL

- ▲ Le chimiste et sa langue, par P. Caro

5

## ENSEIGNEMENT

- ▲ Réforme des 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycles universitaires : incidence sur l'enseignement de la chimie, par G. Montel  
Observations de la SFC, de l'UIC et du CNPF

7

- ▲ IX<sup>e</sup> Olympiades de la chimie, académie de Lyon

3

- ▲ Nécrologie : Gilbert Durand, par P. Laviolette

14

## RECHERCHE

- ▲ Interview : M. Che (1<sup>er</sup> Congrès européen sur la catalyse/EuropaCat I (Montpellier))

15

- ▲ L'alcool et les cancers, par M. Hubert-Habart, B. Kokel

17

- ▲ La matière organique dans l'espace, par F. Robert

24

- ▲ Strasbourg, capitale européenne de la recherche scientifique

29

- ▲ Présentez bien vos travaux : Les rétroprojections, par G.O.

32

- ▲ Fiche logiciel n° 2 : MAD

33

## INDUSTRIE

- ▲ Position de l'industrie sur l'interdiction des armes chimiques

35

- ▲ L'industrie chimique en Chine, par M. Helou

38

- ▲ Les échanges franco-allemands de produits chimiques : année 1992

41

- ▲ BASF : face à la récession, la diversification

42

- ▲ Rhône-Poulenc, résultats 1992

43

- ▲ Industries chimiques : un pessimisme contrôlé

44

- ▲ Interchimie 93

49

## ENVIRONNEMENT

- ▲ Les sites pollués, par N. Martin

51

- ▲ Interview : J. Demblans-Dechans. La dépollution de sites : naissance d'une nouvelle activité industrielle

54

- ▲ Le Hazard Ranking System (HRS)

58

- ▲ Le National Classification System (NCS) for Contaminated Sites

59

- ▲ Décontamination de sites : exemples d'intervention, par P.J. Philibert

60

- ▲ Petites annonces

48

- ▲ Index des annonceurs

66

# Le chimiste et sa langue

**L**avoisier, dans le "Discours préliminaire" de son fameux *Traité de Chimie* de 1789, insiste sur le rapport entre la science et le langage : c'est en perfectionnant celui de la chimie qu'il a conçu et construit son œuvre. Pourtant, deux siècles après, nous devons constater que ce langage si parfait de la chimie n'est pas du tout passé dans la culture commune, il est ignoré, il est craint, il est rejeté car il paraît enfermer un savoir caché et réservé. Comment se fait-il que cette langue claire, bâtie sur le modèle de l'algèbre, où les mots accompagnent des raisonnements parfaits et désignent toute chose précisément, fasse aussi peur ? On peut penser que le vocabulaire mal connu arrête et dérouté, que l'usage de la symbolique effraie. Ces

**“ Si l'on veut aujourd'hui vulgariser la chimie, il faut la romancer ou la poétiser ”**

facteurs comptent, mais il y a autre chose qui, au delà du cas de la chimie, affecte plus ou moins toutes les sciences.

En effet, le langage courant, la langue telle qu'elle est parlée ou écrite, assemblage de mots enchâssés dans une syntaxe, domestiqués par une grammaire, ne se laisse pas souvent cerner précisément au niveau du sens. Le langage véhicule spontanément du flou. Un discours peut être perçu d'une manière très différente par ses auditeurs selon leur humeur, leur culture, leurs préjugés. A travers ses relectures, un texte littéraire n'est jamais reçu d'une manière tout à fait identique par la même personne. Les commentateurs y découvrent toujours du nouveau. Les grandes œuvres se distinguent par la multiplicité du sens, capable de charmer une foule de lecteurs différents. Les briques brutes du langage, les mots ont souvent des significations variées, ils se prêtent à des jeux, à des glissements, ils évoquent, ils peignent, ils changent de valeur avec le contexte, avec l'intonation, avec l'allusion. "*Les mots sont des flèches qui n'atteignent pas toujours la même cible*" (F.G. Azenjo).

Dans le langage commun donc, souvent ce qui compte, c'est ce qui est entre les mots, le cortège d'images ou d'émotions que leur défilement suggère. Le discours séduit ainsi. Quel est donc le problème du langage scientifique ? Et bien, c'est qu'à côté de ses difficultés lexicales, il ne laisse rien pas-

ser entre les mots, il n'est qu'une suite d'expressions avec un sens précis, incontournable. La langue claire voulue par Lavoisier ne donne pas de prise à la dérive, elle est nette, elle est sèche. Les mots flèches désignent des cibles uniques dans un environnement rigoureusement cadré. En dehors du milieu professionnel, ils n'évoquent rien, à part le comique ou l'inquiétant du double jeu potentiel des sons des syllabes.

En conséquence, les textes scientifiques, d'ordinaire, ne font pas rêver. Ils ne se prêtent pas à des abandons aux délices de l'imaginaire, ils n'ont pas d'interstices dans lesquels puisse se loger la fantaisie du lecteur : ils commandent, ils obligent, ils exigent ; au mieux, ils ennuient. La science comme culture ne peut pas s'imposer par ce moyen. La culture passe toujours par les charmes de la romance, du récit, du conte, du fantasme. Ces fables exigent de l'auditeur la reconstitution d'un décor, d'une ambiance, la vision interne des acteurs d'un drame ou d'une comédie. Les mots ne servent qu'à mettre en place des images mentales. De là, le succès populaire de quelques trouvailles de la littérature scientifique comme la "théorie du chaos", la description des "structures dissipatives" ou les "représentations fractales".

Si l'on veut aujourd'hui "vulgariser" la chimie, la rendre aimable, il faut la romancer, ou la poétiser, la sortir de son "look" scolaire, inventer des récits, des comédies, des personnages, les rendre familiers, les insérer dans l'imaginaire du lecteur ou de l'auditeur. Déjà, du côté du sinistre, du drame, la chimie a quelques acteurs célèbres, habiles à manipuler l'émotionnel ou la colère (les pyralènes ou la dioxine, par exemple). Pour peser sur l'opinion, pour la séduire ou pour la faire réfléchir, il nous faut des caractères nouveaux, charmeurs, ou bien encore il faut, en manipulant des ressorts dramatiques, transformer peu à peu les méchants, incarnations de phobies collectives, en pas trop mauvais, montrer qu'après tout, en chimie comme ailleurs, les choses ne sont ni blanches ni noires. Finalement, comme pour le sens du vocabulaire, c'est une relation personnelle, non directive, des gens avec les concepts de la chimie qu'il faut tenter de construire parce qu'alors, grâce à la part de rêve ainsi ouverte, le discours des chimistes, aujourd'hui ignoré, aura une petite chance d'être entendu et, peut-être, compris.

Paul Caro  
Délégué aux affaires scientifiques  
de la Cité des Sciences et de l'Industrie

# BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Publication de la Société Française de Chimie

Le *Bulletin de la Société Chimique de France* publie des contributions originales et des articles de synthèse dans tous les domaines de la chimie moléculaire. 85 % de ses lecteurs résident hors de France : 37 % en Amérique du Nord, 30 % en Europe et 8 % au Japon.

En choisissant le *Bulletin de la Société Chimique de France* pour publier votre prochain article, vous êtes certain de toucher un public très large et international. Les manuscrits peuvent être soumis en français ou en anglais. Le *Bulletin de la Société Chimique de France* paraît 6 fois par an. Il n'y a aucun frais de soumission d'articles et 25 tirés à part gratuits sont remis aux auteurs. Les recommandations aux auteurs sont disponibles auprès de la rédaction.



Le *Bulletin de la Société Chimique de France*, publié depuis 1859, connaît un renouveau en 1992 :

- centré sur tous les aspects de la chimie moléculaire
- nouvelle équipe éditoriale
- nouveau conseil scientifique
- nouvelle politique de relecture (2 referees, dont un au moins réside hors de France)
- nouvelle couverture
- fac-simile d'articles historiques
- analyses de livres

## Rédacteur en chef

F Mathey,  
DCFG Ecole polytechnique,  
91128 Palaiseau Cedex, France

## Rédacteur consultant

J Seyden-Penne

## Rédacteurs associés

P Batail, G Bertrand, J Cossy,  
JY Lallemand,  
I Tkatchenko et  
D Ballivet-Tkatchenko

## Comité de parrainage

JM Lehn, Président  
M Julia, G Ourisson, P Potier

## Cité/indexé dans :

Biological Abstracts,  
Chemical Abstracts,  
CNRS/Pascal,  
Current Contents (Physical,  
Chemical and Earth Sciences),  
Science Citation Index

## Conditions d'abonnement

1993 - 6 numéros - France 2195 FF. ISSN 0037-8968

Pour plus d'information, contacter :



EDITIONS SCIENTIFIQUES  
**ELSEVIER**  
29 rue Buffon, 75005 Paris, France

# Réforme des 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycles universitaires : incidence sur l'enseignement de la chimie

Gérard Montel \*

Deux arrêtés du 20 janvier 1993, publiés au *Journal Officiel* du 17 février 1993, décrivent les nouvelles orientations et l'organisation des enseignements scientifiques et technologiques des 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycles universitaires, en vue de leur mise en application à la rentrée 1993.

Nous dégagerons, dans cet article de synthèse, les idées directrices de cette nouvelle réforme, et nous décrirons succinctement les différents cursus qui concernent directement la chimie, ou qui la font intervenir de façon appréciable.

## Les idées directrices de la nouvelle réforme

Plusieurs idées se dégagent des textes officiels :

1) S'inscrivant notamment dans la suite logique des nouveaux programmes de l'enseignement du second degré, et dans la perspective de la formation correspondante des professeurs des lycées et collèges, l'enseignement des disciplines scientifiques et technologiques doit être "en prise directe sur l'évolution des sciences et des techniques", exploiter "toute la richesse des démarches scientifiques", et mettre "en valeur les applications des disciplines et leurs interactions avec d'autres champs de connaissance".

Il s'agit en fait d'accentuer l'ouverture de l'enseignement de chaque discipline vers les autres disciplines et vers les entreprises, et de resserrer les relations entre les sciences et les technologies industrielles.

2) La "professionnalisation" des enseignements supérieurs scientifiques s'affirme par l'introduction, dans les programmes, de disciplines non scientifiques concernant

les langues vivantes et les principales composantes de la vie en entreprise.

3) Les enseignements technologiques occupent une place équivalente à celle des enseignements scientifiques, et de nombreuses possibilités d'interpénétration entre ces enseignements sont prévues.

4) Une diversification progressive des enseignements est organisée : cela permet d'offrir aux étudiants une grande souplesse dans la conduite de leurs études, de nombreuses passerelles leur permettant de changer d'orientation jusqu'à la fin du premier cycle, et même jusqu'à la fin de la licence.

5) Les universités disposent, dans le cadre des dispositions prises au niveau national, d'une autonomie pédagogique assez large tant dans la définition et l'organisation des cursus (qui ont tous un caractère modulaire), que dans les modalités de contrôle des connaissances.

Ce dispositif est conçu en vue de "permettre aux étudiants de construire leur projet de formation, en garantissant une bonne lisibilité des cursus proposés et de leurs débouchés, en veillant à leur articulation avec les formations dispensées en amont et en aval et en mettant en place un suivi des études".

## Les enseignements du premier cycle

Deux filières sont proposées aux étudiants scientifiques :

- un DEUG "sciences"
- un DEUG "technologies industrielles".

Chacun de ces DEUG comprend plusieurs mentions :

Le DEUG "sciences" en comprend cinq :

- 1) Mathématiques, informatique et applications aux sciences.
- 2) Sciences de la matière.
- 3) Sciences de la terre.
- 4) Sciences de la vie.
- 5) Mathématiques appliquées et sciences sociales.

Le DEUG "technologies industrielles" en comprend deux :

- 6) Génie des systèmes.
- 7) Génie des procédés.

La chimie et le génie chimique interviennent ou peuvent intervenir dans les sections 2), 3), 4), 7), et sont également inclus dans les enseignements scientifiques de base de la section 6) où figure la chimie physique.

## DEUG "sciences"

"Le DEUG "sciences" comporte 6 à 12 modules répartis en deux niveaux, la durée d'un module étant de 50 h au minimum et chaque niveau comportant au moins un module optionnel".

Le premier niveau est structuré en deux périodes. La durée des périodes est fixée par chaque établissement, les mentions n'étant mises en place qu'à l'issue de la première période. Les différents cursus de cette première période doivent être, en effet, conçus pour :

- "permettre aux étudiants déjà déterminés pour le choix d'une mention de s'y préparer de manière efficace.

- permettre aux étudiants qui n'ont pas encore effectué ce choix de se déterminer.

- permettre de larges choix d'orientation en fin de cette période, notamment parmi les mentions du DEUG sciences ou du DEUG technologie industrielle". Au début de la première période, l'étudiant a le choix entre plusieurs cursus, chaque cursus préparant à plusieurs mentions qui lui sont précisées par l'établissement. Il s'inscrit au cursus choisi.

"La seconde période du premier niveau et le second niveau sont organisés sur la base des différentes mentions. L'architecture des cursus et leur contenu présentent une diversification progressive et permettent aux étudiants d'effectuer, en fonction de leur projet de formation, de larges choix d'orientation en fin de second niveau. Ils permettent aussi aux étudiants qui le souhaitent de s'inscrire

dans une autre mention en fin de premier niveau", en se référant à des règles de correspondance définies par l'établissement : ces règles doivent permettre l'accès aux différentes mentions du DEUG sciences, non seulement aux étudiants qui ont suivi les enseignements des cursus du premier niveau de ce DEUG, mais aussi à des étudiants qui ont suivi les cursus du premier niveau du DEUG "technologie industrielle", et à des étudiants qui ont suivi différents modules de première année de médecine et odontologie ou de pharmacie.

L'ensemble de ce dispositif peut faire intervenir une aide pédagogique destinée aux étudiants qui le souhaitent (enseignements d'adaptation, de soutien, de reconversion...).

En ce qui concerne les différentes options du DEUG sciences, elles peuvent com-

porter des enseignements communs. "A l'inverse, les établissements peuvent diversifier les cursus de second niveau relatifs à une même mention, en fonction notamment des licences auxquelles conduit la mention considérée. Il peut ainsi apparaître une "majeure" et une "mineure" dans un profil de formation".

La durée totale des enseignements du DEUG sciences est au moins de 1 100 h, et les TD et TP y occupent, au moins, la moitié de la durée totale.

#### DEUG "technologie industrielle"

"Le DEUG "technologie industrielle" comporte 8 à 12 modules répartis en deux niveaux", la durée d'un module étant de 50 h au minimum".

## Observations du bureau de la Société Française

### Sur les formations scientifiques

Les formations présentées constituent un indéniable progrès par rapport aux programmes et à la réglementation actuels :

- Elles laissent une meilleure autonomie aux universités,
- Elles offrent aux étudiants la possibilité de mieux se prendre en charge et d'exercer une plus grande responsabilité dans leur formation,
- Elles incitent à relier davantage les disciplines à leurs applications, suivant le schéma adopté par le Comité national des programmes et les groupes techniques disciplinaires pour l'enseignement secondaire (...conformément à la démarche des Olympiades nationales de la chimie).

Les programmes proposés dans les domaines concernant la chimie semblent bien conçus, pour autant qu'on puisse en juger à partir d'indications nécessairement sommaires. Le deuxième cycle reconnaît la spécificité de la chimie physique à côté de la chimie et des sciences physiques, ce qui est très important car il y a deux façons d'aborder les phénomènes de la chimie : soit à partir des faits auxquels on apporte ultérieurement une explication, soit au contraire à partir d'une vision plus physique des phénomènes qui est ensuite illustrée par des faits analysés à la lumière de cette connaissance de base.

Il est de notre devoir d'insister sur ce point et de veiller à ce que, au cours des phases ultérieures d'élaboration des projets, cette distinction soit maintenue. La licence et la maîtrise des sciences physiques prévoient la mention physique et la mention chimie, ce qui paraît aussi une bonne chose, compte tenu de l'existence de deux agrégations séparées.

Seul point à souligner avec regret : la limitation du volume d'enseignement, entre 500 et 550 heures, est contestable. C'est souvent sur des arguments de ce genre que les employeurs s'appuient pour dire que les études universitaires ne sont pas sérieuses. Il conviendrait d'accorder le maximum d'attention et de temps au projet, en s'attachant à lui donner un caractère expérimental.

### Sur les formations technologiques

Dans ce domaine, trois questions sont à prendre en compte

#### - Adéquation aux besoins

Suivant les réflexions conduites au CADAS, les flux de formation d'ingénieurs en France sont globalement suffisants. Il conviendrait, toutefois, de mieux préparer certains ingénieurs aux activités de production, peut-être au détriment de leur formation générale.

Les formations technologiques envisagées pour les universités se situeraient dans la perspective de la formation d'ingénieurs de production à bac + 5 avec le DESS, même si une partie d'entre eux s'orientent vers le DEA. Mais, si elles sont lancées, il ne faudra évidemment pas augmenter les flux sortant des écoles d'ingénieurs, mais plutôt les réduire car, si elles s'ajoutaient aux formations en IUP et aux formations de type Decomps, on risquerait une surproduction d'ingénieurs et, par conséquent, des problèmes graves de débouchés professionnels.

En ce qui concerne les profils, les formations proposées s'inspirent du modèle de l'université de technologie de Compiègne. Toutefois, les étudiants seront de moins bon niveau, et leur formation, réduite à 550 h/an, sera beaucoup moins poussée. Qui plus est, la formation pratique (de l'ordre de 100 h/an) sera très insuffisante pour un futur cadre industriel, quel que soit le niveau de sortie (premier cycle, licence, maîtrise, DESS ou DEA).

L'intérêt de ces nouvelles formations se situe dans la perspective de la formation d'enseignants, où la pénurie est importante, notamment dans le domaine du génie des procédés. Dans les secteurs de production, une pénurie existe peut-être encore en électrotechnique-électronique de puissance et en génie des procédés.

#### - L'encadrement

Dans le domaine du génie des procédés, le plus proche de la chimie, nous devons faire face à une pénurie d'enseignants : le nombre de centres de formation de professeurs d'enseigne-

La structure des deux niveaux, leur articulation, leurs objectifs sont identiques à ceux du DEUG "sciences", mais les formations dispensées dans le cadre du DEUG "technologie industrielle" présentent des particularités : si la durée de ces enseignements est d'au moins 1 100 h, il est effet précisé :

- qu'au moins 40 % de la durée de ces enseignements portent sur les enseignements technologiques.

- que les TD et TP représentent au moins 50 % de la durée des enseignements, mais "qu'à chaque niveau, au moins 100 h sont consacrées aux travaux pratiques".

- qu'il s'ajoute à ces enseignements un stage, d'une durée globale minimale d'un

mois, pouvant prendre des formes diversifiées, et la réalisation d'au moins deux projets qui font l'objet d'un rapport.

Comme dans le cas du DEUG "sciences", il existe des règles de correspondance établies par l'établissement, qui peuvent permettre l'accès aux mentions du DEUG "technologie industrielle" à des étudiants issus du premier niveau du DEUG "sciences" ou d'une première année d'études en IUT.

#### Les enseignements du second cycle

Les licences et maîtrises sont réparties en différents domaines, qui sont eux-mêmes regroupés en un secteur "sciences" et un secteur "technologie".

#### Le secteur "sciences"

Dans ce secteur, les domaines concernés par la chimie sont les suivants :

##### . Le domaine des sciences de la matière

Ce domaine comprend les licences et maîtrises suivantes :

- Licence et maîtrise de physique, pouvant être assorties de la mention "physique et applications".

- Licence de sciences physiques.

- Maîtrise de sciences physiques, pouvant être assortie de l'une des mentions : physique, chimie.

- Licence et maîtrise de chimie physique.

- Maîtrise de science des matériaux.

- Licence et maîtrise de chimie.

## le Chimie (SFC) présentées en novembre 1992

ment supérieur est réduit (Toulouse, Nancy, éventuellement Compiègne), et il n'existe ni agrégation, ni CAPES ou CAPET de cette spécialité. Il conviendrait, avant toute chose, de développer les centres de formation existants, et de créer l'agrégation et le CAPET manquants ou, mieux, des options d'agrégation ou de CAPET.

- La part de l'enseignement pratique et professionnel

Les moyens dont dispose l'enseignement supérieur et l'abondance des étudiants sont tels qu'il n'est pas possible d'envisager une part d'enseignement pratique et professionnel suffisante : les TP ne représenteront guère plus de 3 à 4 h/semaine. Le projet de fin d'études semblerait se limiter à des études bibliographiques, et le stage de 8 semaines est bien court pour intéresser les industriels et contribuer efficacement à la formation.

#### Place des nouvelles formations dans l'ensemble du système éducatif

- Si les étudiants quittent la formation à la fin du DEUG technologique, ils seront certes mieux armés pour entrer dans la vie active que les actuels titulaires de DEUG scientifiques, mais ils seront en position défavorable par rapport aux titulaires d'un DUT ou d'un BTS. A cet égard, ils ne semblent pas correspondre à un besoin du marché de l'emploi.

- S'il sortent au niveau de la licence, leur bagage théorique sera peut être suffisant pour un "ingénieur technologue", mais leur formation pratique sera sûrement insuffisante. Il aurait reçu 10 % de formation en plus par rapport aux licences actuelles (550 h au lieu de 500 h), ce qui est insignifiant.

- S'ils sortent au niveau de la maîtrise, ils ne concurrenceront ni les ingénieurs, ni les techniciens supérieurs : on discerne mal leur place dans les entreprises. Seule la sortie avec le DESS semble pouvoir être intéressante, mais reste sans doute comparable au DESS actuel.

- L'accès aux ENSI à bac + 2 ou bac + 4 (en fait bac + 3) ne semble guère mieux adapté que celui qui est déjà possible aux titulaires actuels d'un DEUG ou d'une maîtrise scientifique.

Il créera une concurrence pour ceux-ci. Les écoles recrutent déjà, en 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> années, des étudiants d'université en nombre significatif en fonction de leur politique propre qui ne sera pas modifiée par ces nouvelles formations. Par contre, les MST et les IUP seront peut-être intéressés par ce recrutement.

#### Conclusion

Les formations technologiques universitaires ont le mérite de contribuer à une revalorisation de la technologie dans l'esprit des étudiants de nos universités. Peut-être inciteront-elles certains des meilleurs à s'orienter vers des spécialités susceptibles d'intéresser le marché de l'emploi.

Pour réussir, il faudrait qu'elles s'inspirent directement des licences et maîtrises d'électronique, électrotechnique, automatique (EEA), qui existent déjà.

Pour ce qui concerne la filière "génie des procédés", la plus proche de la chimie, il faut considérer que si l'industrie manque de cadres dans ce domaine, le système éducatif manque d'enseignants et de moyens pour assurer une formation pratique suffisante. La limitation à 550 h risque de la rendre peu crédible. Peut-être faudrait-il plutôt développer ces formations dans le cadre de la formation continue, en liaison avec les entreprises, les "stagiaires" disposant de l'acquis pratique et professionnel qui manque aux étudiants ; et, en vue de la formation d'un plus grand nombre de professeurs, en liaison avec les centres de recherche existants et les IUFM.

La meilleure perspective demeure celle d'une réduction notable du nombre de bacheliers et donc d'étudiants en université, avec, en contre-partie, une augmentation du nombre de titulaires d'un BEP ou de tout autre examen certifiant d'une réelle compétence professionnelle dont la formation bénéficierait d'une forte contribution des entreprises.

Ainsi, les universités pourraient consacrer davantage de moyens à leur mission socio-économique, c'est-à-dire à la formation d'étudiants motivés et aptes à suivre un enseignement véritablement supérieur.

**. Le domaine des sciences de la terre**

- Licence de sciences de la terre, pouvant être assortie de la mention géologie et biologie générales.
- Maîtrise de sciences de la terre, pouvant être assortie de l'une des mentions suivantes : géophysique, géochimie, géologie.
- Maîtrise de sciences de l'environnement.

**. Le domaine des sciences de la vie et de la santé**

- Licence de biochimie.
- Maîtrise de biochimie, pouvant être assortie de l'une des mentions suivantes : biochimie moléculaire et cellulaire, biochimie structurale.
- Licence de biologie, pouvant être assortie de l'une des mentions suivantes : biologie cellulaire et physiologie, biologie des organismes, biologie générale et sciences de la terre.
- Maîtrise de biologie cellulaire et physiologie, pouvant être assortie de l'une des mentions suivantes : génétique moléculaire et cellulaire, physiologie, biologie générale.
- Maîtrise de biologie des populations et des écosystèmes, pouvant être assortie de la mention environnement.
- Licence de sciences sanitaires et sociales.

- Maîtrise de sciences sanitaires et sociales, pouvant être assortie de la mention santé publique.

La licence comporte 4 à 8 modules, la maîtrise 2 à 6 modules, dont au moins un module optionnel.

Dans les deux cas, la durée totale des enseignements est comprise entre 500 et 550 h (550 h s'ils comportent une formation à l'environnement professionnel (stage à caractère scientifique, professionnel ou pédagogique, pratique d'une langue étrangère, techniques de communication, fonctionnement des entreprises et des institutions, économie, gestion, droit...)).

La licence peut comporter un travail d'étude, la maîtrise comporte un travail d'étude et de recherche (projet, étude bibliographique, travail expérimental...).

*Le secteur technologie*

Dans ce secteur, un seul domaine fait intervenir la chimie et le génie chimique :

**. Le domaine du génie des procédés**

Ce domaine comprend les licences et maîtrises suivantes :

- Licence de génie des procédés.
- Maîtrise de génie des procédés, assortie de l'une des mentions suivantes :

génie chimique, biotechnologie et bio-industrie, élaboration des matériaux, conversion des énergies.

La licence comporte 4 à 8 modules, la maîtrise 2 à 6 modules, un ou plusieurs de ces modules pouvant être optionnels.

La durée totale des enseignements y est de 550 h, les TD et TP représentant au moins 50 % des enseignements, 100 h au moins devant être consacrées aux TP.

Comme dans le secteur "sciences", la licence peut comporter la réalisation d'un travail d'étude, et la maîtrise comporte la réalisation d'un travail d'étude et de recherche. Mais, dans le secteur technologie, chaque cursus de licence et de maîtrise comporte une formation aux méthodes numériques ainsi que l'exploitation des méthodes informatiques.

**Description des enseignements et conditions d'accès aux licences et maîtrises**

Des annexes aux deux arrêtés décrivent succinctement, en précisant les disciplines ou sous-disciplines à prendre en compte dans les différents cursus, le contenu des mentions des DEUG, des licences et des maîtrises. Dans certains cas, une durée minimale d'enseignement est précisée pour certaines disciplines ou certains ensembles de disciplines.

**Observations de l'Union des Industries chimiques (UIC) présentées en novembre 1992**

**Formations technologiques**

- Contrairement à ce qui est dit au début de l'exposé des motifs, nous ne considérons pas que ces cycles universitaires, et particulièrement ceux qui concernent le génie des procédés, sont spécialement destinés à former des personnels pour notre industrie, entendue au sens de l'ensemble de nos métiers autres que la recherche (la formulation employée est d'ailleurs mauvaise, car elle laisse entendre qu'industrie et recherche sont deux mondes distincts). Il sont surtout intéressants pour former des enseignants et des chercheurs, à condition que ces derniers poursuivent en 3e cycle, mais pour tous nos métiers faisant appel à cette discipline du génie des procédés, autres que ceux de la recherche, nous ne recrutons que des DUT et des ingénieurs.

Le recrutement de nos écoles d'ingénieurs sur les DEUG est, d'autre part, marginal et peu satisfaisant et nous préférons qu'on améliore les classes préparatoires en les diversifiant ou en les intégrant dans les écoles. Reste le recrutement en 2e année d'écoles d'ingénieurs au niveau de la maîtrise, mais il restera limité.

- L'enseignement du "domaine du génie des procédés" doit comprendre des notions suffisantes de chimie physique, comme de chimie minérale et de chimie organique.

- Attention à ne pas trop insister sur les formations aux biotechnologies, dont les débouchés sont très limités.

**Formations scientifiques**

- Même remarque que plus haut : ces formations universitaires nous intéressent surtout si elles débouchent sur des 3e cycles pour former des chercheurs, ou dans la mesure où elles formeront des enseignants en sciences de qualité qui risquent de faire cruellement défaut dans les prochaines années.

- Attention aux formations plus ou moins orientées vers l'environnement que l'on retrouve dans les sciences de la vie ou les sciences de la terre, qui vont attirer beaucoup d'étudiants alors que les débouchés sont faibles.

Sous ces réserves, un certain nombre d'orientations de la réforme paraissent bonnes, dans la mesure où elles ne resteront pas au niveau du discours. La mention de la pratique d'au moins une langue étrangère est importante : il vaudrait mieux dire d'ailleurs de l'anglais et, si possible, d'une autre langue étrangère.

J.P. Parenteau  
Directeur du département scientifique  
et de la formation de l'UIC

Par ailleurs, des tableaux d'accès de plein droit aux licences et maîtrises des secteurs "sciences" et "technologie" à partir des différentes mentions des DEUG "sciences" et "technologie industrielle" font apparaître les parcours les mieux adaptés, ceux qui sont moins adaptés mais possibles, et enfin ceux qui impliquent d'avoir suivi, en DEUG, un enseignement d'adaptation portant sur les disciplines correspondant à la licence visée.

Ainsi, la mention "génie des procédés" du DEUG "technologie industrielle" permet-elle l'accès de plein droit aux licences de sciences physiques, de chimie physique, de chimie, de biochimie sans enseignement d'adaptation, bien que ce parcours ne soit pas le mieux adapté, tandis que la mention "sciences de la vie" du DEUG "sciences" ouvre l'accès de plein droit, avec un enseignement d'adaptation, aux licences de chimie physique et de chimie.

L'accès de plein droit aux maîtrises nécessite l'obtention de la licence correspondante, ou d'autres licences, ainsi :

- la maîtrise de sciences des matériaux est-elle accessible de plein droit aux titulaires de l'une des licences suivantes, assortie ou non d'une mention : physique, sciences physiques, chimie physique, chimie, génie des procédés.

- la maîtrise de génie des procédés est-elle accessible de plein droit, quelle que soit la mention, aux titulaires des licences de génie des procédés, de chimie physique, de chimie, de biologie assortie ou non d'une mention.

Enfin, les conditions d'accès aux nouvelles formations, des titulaires de diplômes relevant de dispositions réglementaires antérieures, sont précisées dans les arrêtés.

### Conclusions

Les nouvelles structures des enseignements scientifiques et technologiques universitaires présentent un intérêt certain pour les étudiants, du fait des nombreuses possibilités d'adaptation progressive des cursus qu'elles offrent et de leur ouverture vers les secteurs professionnels de l'industrie, de la recherche ou de l'enseignement. Elles permettent, en outre, des brassages d'étudiants venus d'horizons variés, qui peuvent apporter un enrichissement culturel intéressant.

Ces objectifs ne semblent toutefois accessibles qu'au prix d'une complexité qu'il ne sera sans doute pas toujours facile de gérer ; d'une articulation poussée des enseignements des différentes disciplines

doublée d'une polyvalence de ces enseignements qui nécessiteront une importante préparation ; et, en définitive, d'une "secondarisation" inévitable des enseignements supérieurs.

Il subsiste, en outre, une faiblesse qui marque depuis de nombreuses années les enseignements universitaires : il s'agit de l'insuffisance des moyens accordés aux universités, qui contraint à une limitation importante des durées d'enseignement, au plan expérimental notamment.

Si l'on considère, en particulier, la formation des futurs enseignants du second degré, qui auront à présenter de nouveaux programmes fortement marqués par les manipulations au laboratoire et les expériences de cours, et par la relation entre les sciences et leurs applications (suivant le modèle introduit par les Olympiades nationales de la chimie), on peut craindre que la volonté judicieusement exprimée dans les nouveaux textes ne puisse pas se traduire pleinement dans les faits.

Il faut espérer que l'investissement déjà observé des autorités régionales et des entreprises dans la formation des futurs cadres du pays contribuera à réduire ces difficultés. ■



## CNRSFormation

au service de l'Entreprise

du 11 au 15 octobre 1993 à BONDY (93)

**Spectrométrie d'absorption atomique. Initiation**

du 18 au 22 octobre 1993 à ORSAY (91)

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

du 25 au 29 octobre 1993 à SACLAY (91)

**Recherche par activation neutronique d'éléments en traces en chimie, géologie et biologie**

du 18 au 22 oct., et du 15 au 18 nov.  
ou du 29 nov. au 2 déc. 1993 à LYON (69)

**Formation de la Personne Compétente à la radioprotection  
Option IIA : sources scellées ou option IIB : sources non-scellées**

Catalogue, programmes et inscriptions :

**CNRSFormation**

1 place Aristide Briand - 92195 MEUDON Cedex

Tél. : (33-1) 45 07 56 72 - Fax : (33-1) 45 07 59 00

## Observations du Centre National du Patronat Français (CNPFF) présentées en novembre 1992

Les universités assurent des formations à caractères scientifiques ou technologiques appréciées des entreprises : IUT, écoles d'ingénieurs, maîtrises de sciences et technologies (MST), maîtrises de sciences de gestion (MSG), maîtrises d'informatique appliquée à la gestion des entreprises (MIA-GE), diplômes d'études supérieures spécialisées (DES) et diplômes d'études supérieures approfondies (DEA) qui constituent, par ailleurs, les bases nécessaires aux formations doctorales.

Dans certains secteurs comme la chimie, qui recrutent essentiellement des étudiants titulaires de DUT ou de titres d'ingénieurs, les autres formations scientifiques et technologiques universitaires telles que celles du domaine du génie des procédés n'intéressent les entreprises que dans la mesure où elles préparent à des troisièmes cycles destinés à former des chercheurs ou des enseignants de qualité qui risquent de faire défaut dans les prochaines années.

Certaines évolutions ou intentions apparaissant dans le projet présenté nous semblent positives (développement des capacités d'autonomie et de travail en équipe, pratique d'au moins une langue vivante, utilisation d'un outil informatique) dès lors que les moyens et compétences correspondants seront mis à disposition des établissements.

S'agissant des seconds cycles universitaires, il conviendrait de définir plus clairement les objectifs professionnels de ces formations. Nous constatons qu'aucune différenciation n'est faite dans les programmes et la pédagogie en fonction de l'objectif de la maîtrise (enseignement, industrie, recherche ou poursuite d'études).

Par ailleurs, nous sommes réservés sur le projet de création d'un DEUG de technologie industrielle :

1/ Il nous paraît très contestable, voire dangereux d'établir une distinction entre formations scientifiques et technologiques. Les connotations attachées, à tort, à ces deux épithètes dans l'esprit du public sont, en effet, de nature à reproduire une hiérarchie entre ces filières, telle que celle que l'on peut observer dans le second degré entre baccalauréats généraux et technologiques.

2/ Compte tenu des poursuites d'études prévues (IUP, 2<sup>e</sup> cycle, IUFM ou écoles d'ingénieurs), donc du niveau visé (bac

+ 4 minimum), les connaissances scientifiques de base ne doivent pas être sacrifiées au profit d'un enseignement technologique trop prépondérant et trop précoce.

3/ Ce DEUG n'attirera, vraisemblablement, en majorité que les bacheliers technologiques refusés dans les IUT, qui seront conduits à poursuivre des études supérieures sans toujours posséder les connaissances générales et scientifiques de base nécessaires. Les DEUG de technologie risqueraient de devenir une filière refuge pour des étudiants titulaires de baccalauréats technologiques qui ne parviendraient pas à accéder au second cycle universitaire. Ils seraient ainsi contraints d'entrer dans la vie active après le DEUG sans y avoir réellement été préparés (le DEUG technologique comporte 550 heures d'enseignement par an alors que le DUT en compte 900).

Le CNPFF souhaite que soit développée, en concertation avec les professions, dans le cadre de contrats d'objectifs, la capacité d'accueil des filières d'enseignement supérieur court existants, STS et IUT, et en particulier les départements d'IUT du secteur secondaire.

En lieu et place du DEUG de technologie, il conviendrait de développer des DEUG de sciences, ayant pour principal contenu des enseignements généraux et scientifiques de base nécessaires aux poursuites d'études visées, et une sensibilisation à la technologie qui permette de donner des éléments de choix pour l'orientation des étudiants. La mise en place d'un module d'accueil adapté aux bacheliers technologiques donnerait une chance à ces derniers de s'adapter au type de formalisation mathématique et physique et de raisonnement ayant cours à l'université et pour lesquels il n'ont pas été préparés dans l'enseignement secondaire technique.

Enfin, nous attirons tout particulièrement l'attention sur la nécessité de n'ouvrir des filières que dans les disciplines offrant des débouchés suffisants, ce qui n'est pas le cas dans les domaines de la biotechnologie et de l'environnement.

R. Poupard

Directeur de l'enseignement et la formation du CNPFF

## Fiches "Catalyse"

**L'Actualité Chimique a commencé en 1987 la publication d'un ensemble de fiches conçues par la division Catalyse. Dans une forme claire et concise, elles font le point sur les divers aspects des phénomènes catalytiques et sur leurs applications industrielles.**

### Dernières fiches parues

- N° 30 - Polymérisation du propylène
- N° 31 : Les enzymes fixées en catalyse hétérogène (mars-avril 1992).
- N° 32 : Aspects industriels de la nitration aromatique (mai-juin 1992).
- N° 33 : Le réformage catalytique des fractions pétrolières/Catalytic Naphtha Reforming (septembre-octobre 1992)
- N° 34 : Synthèse de l'acroléine par oxydation ménagée du propylène/Synthesis of acrolein by mild oxidation of propene (janv-fév 1993).

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

## IX<sup>e</sup> Olympiades de la chimie, académie de Lyon

Cent vingt-cinq candidats répartis dans six centres situés à Lyon ont préparé ce concours régional. La cérémonie de remise des prix s'est tenue le 17 février à la maison de la chimie de Rhône-Alpes. Seize élèves de terminale ont été primés. Deux d'entre eux (peut-être trois) sont sélectionnés pour les épreuves nationales. Donc, à suivre ...

"Les Olympiades constituent un bel exemple de partenariat entre élèves, enseignants et entreprises". Par cette introduction, Monsieur Gravatte (directeur des établissements Roussel-Uclaf de Neuville-sur-Saône et de Vertolaye) a résumé le sentiment partagé par tous les partenaires. La meilleure preuve (s'il en était besoin) est qu'il s'agit de la 9<sup>e</sup> édition de cette opération ! Le professeur Montel (président du comité de coordination) a rappelé que ces Olympiades ont été lancées par Louis Barboteaux (Elf-Aquitaine) récemment décédé. Un hommage particulier lui a été rendu à cette occasion.

Organisées pour la première fois durant l'année scolaire 1984-1985, à l'initiative de la société Elf-Aquitaine, sous le patronage du comité national de chimie, ces Olympiades rassemblent aujourd'hui davantage de partenaires.

### Bilan positif

Où en sont aujourd'hui ces Olympiades ?

Le professeur Montel en dresse un bilan très positif malgré quelques difficultés, notamment, un budget en baisse : "les efforts accomplis depuis neuf ans commencent à déboucher sur un certain nombre de résultats intéressants :

- une motivation pour la chimie beaucoup plus grande des élèves des lycées, mais aussi des IUT et des écoles de chimie,

- les Olympiades nationales constituent un vivier pour la participation aux Olympiades internationales. L'an dernier, la France y a obtenu deux médailles d'or, une médaille d'argent et s'est classée deuxième - l'animateur en France de ces Olympiades internationales est d'ailleurs un ancien lauréat des Olympiades nationales".

Un premier objectif est donc atteint avec une plus forte motivation qui se manifeste jusque dans les grandes écoles. Le professeur Montel illustre ici ces propos par des témoignages de l'École polytechnique et de l'École Normale Supérieure de Cachan.

Autre résultat notable : l'influence des Olympiades sur les nouveaux programmes de chimie de la 4<sup>e</sup> à la terminale prévus pour la rentrée 93. "Les succès sont extrêmement encourageants mais notre tâche n'est pas finie. Encore faut-il que les programmes soient appliqués" précise le professeur Montel. "Ils ne pourront pas l'être sans motivation des enseignants" voire "sans une formation supplémentaire de ces enseignants".

Jusqu'ici, rien de vraiment insurmontable. La partie paraîtrait même presque gagnée. Mais c'est sans compter sur un gros frein que n'a pas manqué de souligner le professeur Montel : l'équipement des lycées ! "Ils sont pauvres en matériel de laboratoire, en produits de manipulation ... Il faut espérer un financement de l'Etat mais aussi des régions". Puisse cet appel être entendu ...

Cette neuvième année constitue une bonne occasion de dresser un bilan. Elle apparaît comme étant une année charnière définie par le professeur Montel comme "le passage entre la phase de développement et la phase de pénétration dans les programmes".

Les Olympiades arrivent à maturité et se trouvent confrontées à leur véritable enjeu. D'où l'appel à la tâche et à la mobilisation de tous lancé par le professeur Montel avec, comme projet commun, "le développement de la chimie dans l'éducation".

Sont associés aux Olympiades : deux ministères - Éducation nationale et Agriculture -, l'Académie des Sciences, le CNRS, la Société Française de Chimie, l'Union des Physiciens, l'industrie chimique, par l'intermédiaire de l'Union des Industries Chimiques et le Comité National de la Chimie.

Pour la petite histoire, à quoi se destinent les lauréats ? Seront-ils tous chimistes ?

### Palmarès

*Prix régionaux  
Académie de Lyon*

Élèves sélectionnés pour les épreuves nationales (sous réserve de la sélection d'un troisième lauréat)

1<sup>er</sup> Laurini Olivier,  
Lycée du Parc

2<sup>e</sup> Campagna Sylvain,  
La Martinière Terreaux

Autres candidats classés à l'issue des épreuves régionales : 3<sup>e</sup> Pasquier David, La Martinière Duchère, 4<sup>e</sup> Julliard Vincent, Lycée du Parc.

Une chose est sûre, la chimie leur plaît et ils envisagent pour la plupart des professions qui en sont proches.

Ainsi, Olivier Laurini (1<sup>er</sup> prix) s'intéresse à tout, est bon en tout. Mais, il a du mal à faire un choix : "j'aime la chimie bien sûr mais j'aime aussi le grec". Profil très complet, une carrière dans l'enseignement lui plairait : "peut-être professeur de physique-chimie ?". Objectif, l'École Normale Supérieure.

Sylvain Campagne (2<sup>e</sup> prix) semble plus déterminé. Il envisage deux possibilités "soit l'IUT de chimie de Lyon, soit les classes préparatoires en vue d'intégrer une école d'ingénieurs chimistes".

David Pasquier (3<sup>e</sup> prix) est bien décidé à faire de la chimie son métier. Il hésite seulement sur le type de l'école "soit une école de chimie avec prépa-intégrée soit math-sup. puis concours ..."

Vincent Julliard (4<sup>e</sup> prix) se destine à Polytechnique.

Prochain rendez-vous : le concours national des Olympiades les 24-25 et 26 mars à Paris.

M. H.

*Vient de paraître*

### La sécurité en laboratoire de chimie et de biochimie

par André Picot, Philippe Grenouillet  
préface de Sir Derek Barton

Technique et Documentation - Lavoisier (Paris)

448 p., 1992

### NOUVELLES FORMATIONS D'INGÉNIEURS (NFI) : APPLICATION DES PRODUITS CHIMIQUES

Après le démarrage, début 1992, des deux NFI (filière Decomps) : "exploitations des procédés" et "instrumentation", ITC-Lyon, en collaboration avec ITECH-Lyon (Institut Textile et Chimique de Lyon), vient d'être habilité pour mettre en œuvre un troisième NFI "application des produits chimiques" (matériaux de structure, peintures, vernis et encres, détergents, produits pour l'agroalimentaire, cosmétiques, produits pour papier, cuir et textiles).

Ces filières ont été préparées à la demande de l'Union des Industries Chimiques (UIC) à partir de besoins exprimés par les entreprises.

Comme les précédentes, la filière "Application" s'adresse à des bac + 2, pouvant justifier de 5 années d'expérience professionnelle, et prépare des ingénieurs diplômés en deux ans par alternance. Une pédagogie toute particulière est utilisée qui s'appuie sur l'expérience des élèves ingénieurs. Par ailleurs, ces formations sont placées sous la coresponsabilité des établissements d'enseignement et des entreprises. La qualité des tuteurs et l'animation du corps tutoral sont une clé de la réussite. ITC-Lyon porte une attention toute particulière à cet aspect (visites en entreprises, réunions de formation-réflexion, aide à l'évaluation etc.).

La première promotion de cette filière application démarrera en janvier 1994. Comme pour les deux autres, elle a un recrutement national et elle peut accueillir 15 élèves ingénieurs.

*ITC-Lyon : Pierre Bourgogne et Christine Rocrelle Tél. : 78.70.00.40 (télécopie : 78.70.37.19).*

### UNE ÉCOLE D'INGÉNIEURS EN PLASTURGIE INDUSTRIELLE À ALENÇON

L'Institut Supérieur de Plasturgie d'Alençon (ISPA) ouvrira en octobre 1993, l'École d'Ingénieurs en Plasturgie Industrielle, ayant reçu l'agrément de la Commission nationale des titres d'ingénieur pour le diplôme d'ingénieur en plasturgie industrielle.

L'École d'Ingénieurs en Plasturgie Industrielle organisera son cursus de formation autour des axes suivants : matériaux polymères, procédés de transformation, sciences de l'ingénieur, gestion, environnement et recyclage, et langues vivantes.

Les futurs ingénieurs de l'ISPA, 30 dès la première promotion, 70 d'ici cinq ans, sont très attendus par l'ensemble de la profession.

La plasturgie est en effet l'un des rares secteurs industriels à créer actuellement des emplois. Elle fait preuve d'un grand dyna-

misme dans l'Ouest, qui représente, avec un millier d'entreprises, le tiers de la production nationale.

*Institut Supérieur de Plasturgie d'Alençon, Montfouillon, 61250 Damigny. Tél. : 33.31.08.97 (télécopie : 33.28.17.46).*

### FORMATION D'ANIMATEURS ET TECHNICIENS DE PRÉVENTION

L'ESSEL (École Supérieure de la Sécurité dans l'Entreprise) procède actuellement au recrutement de sa 25<sup>e</sup> promotion.

La formation dispensée s'adresse à ceux qui, dans l'entreprise ou dans des organismes privés ou publics, veulent se former ou se perfectionner en vue d'assurer des fonctions de techniciens animateurs de prévention.

À l'issue de leur formation, ils seront capables d'identifier les risques, de les analyser et de susciter les actions de prévention.

D'une durée totale de 1 200 heures réparties sur 9 mois (d'octobre 1993 à juin 1994), cette formation est sanctionnée par le diplôme de sécurité du travail homologué au niveau III (bac + 2).

*ESSEL, Chambre de Commerce et d'Industrie de Limoges, 43, rue Sainte-Anne, 87000 Limoges. Tél. : 55.31.67.22 (télécopie : 55.06.30.16).*

## Gilbert Durand n'est plus

Né en 1927, ingénieur agronome (Toulouse), docteur d'État (1965, microbiologie des sols), il avait ouvert, en 1967, l'option "biologie alimentaire" du département de chimie industrielle de l'INSA de Toulouse, puis transformé cette option en un département autonome dès 1974.

Quelques années après l'INSA de Lyon (département de biochimie), l'établissement toulousain prenait ainsi le parti de lancer sur le marché, une famille d'ingénieurs susceptibles de répondre à une demande, alors largement informulée, dans le secteur encore vierge des biotechnologies et des bioprocédés. C'était ainsi assurer l'originalité et la personnalité de ce département, caractéristiques toujours actuelles et très efficacement développées par les élèves et collaborateurs de G. Durand, qu'il s'agisse du génie enzymatique, des fermentations ou des techniques de cellules immobilisées.

La pertinence de son projet, la rigueur et l'opiniâtreté avec lesquelles il s'appliqua à le traduire aussi bien dans son activité de chercheur que dans ses responsabilités d'enseignant, eurent bien vite raison de la modestie fondamentale de son comportement. C'est ainsi que, dès 1979, il fût nom-

mé expert à la mission biotechnologie du MRT, avant de devenir secrétaire exécutif du programme Biotechnologie, et ce jusqu'en 1986. Depuis 1988, il présidait ce programme national. Les grands organismes de recherche avaient de leur côté apporté leur caution à son laboratoire, aussi bien le CNRS (URA 544) que l'INRA (équipe associée).

Gilbert Durand laisse derrière lui le souvenir d'un homme simple, profondément humain et dont le bon sens soulignait en toutes circonstances aussi bien les acquis scientifiques que les visions prospectives. Il était, plus que tout autre, convaincu que sous les apparences d'un fatras technologique trop souvent désordonné, l'homme, en cette fin de XX<sup>e</sup> siècle et en matière de génie biochimique alimentaire, était "tout juste sorti du néolithique".

Puisse cette leçon accompagner et éclairer ceux qui, dès aujourd'hui et surtout demain, auront à prendre le relais et à poursuivre le travail entrepris.

Pierre Laviolette

Délégué régional Rhône-Alpes de l'INRA

## I N T E R V I E W

**Michel Che\***  
*Professeur*

# 1<sup>er</sup> Congrès européen sur la catalyse

**L'Actualité Chimique** : Vous êtes président de la Fédération Européenne des Sociétés de Catalyse (European Federation of Catalysis Societies, EFCATS). Par qui et pourquoi cette fédération a-t-elle été créée ?

**Michel Che** : Nous avons pris conscience que, par le nombre et la qualité de ses chercheurs, la communauté européenne de catalyse représentait l'équivalent de celle rassemblée dans la Société Nord-Américaine de Catalyse. Une analyse de l'impact des différents groupes de catalyse européens ayant montré l'influence prépondérante de la catalyse française en Europe, il appartenait à la France de prendre l'initiative. Au nom de la division "Catalyse" de la Société Française de Chimie, et à l'aube du grand marché européen de 1992, nous avons ainsi invité au siège de la SFC, en juin 1990, les représentants des sociétés de catalyse des pays appartenant à la Communauté européenne. A l'origine, le souhait de tous était que les actions entreprises au niveau de la catalyse soient mieux coordonnées et que ceci soit effectué par des scientifiques ayant toute la confiance de leur communauté respective, c'est à dire élus par les sociétés nationales de catalyse de leur pays.

**AC** : Quels sont les pays qui sont actuellement membres de cette fédération ?

**M. Che** : Lors de la première réunion de Paris en juin 1990, neuf pays (Allemagne, Belgique, Danemark, Espagne, Irlande, Italie, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni) avaient répondu à notre appel. L'annonce de la création de cette fédération publiée dans plusieurs journaux eut un large écho. Lors des réunions suivantes au Royaume-Uni, en Italie, Hongrie et Belgique, d'autres pays de la Communauté Européenne, de l'Association Européenne de Libre Echange, d'Europe Centrale et de l'Est firent la demande de rejoindre notre fédération. Actuellement, celle-ci comporte vingt pays.



**AC** : Quels sont maintenant les objectifs précis et le fonctionnement de la Fédération Européenne des Sociétés de Catalyse ?

**M. Che** : Les objectifs sont les suivants :

- Mettre sur pied une Société Européenne de Catalyse. En attendant cette création, les sociétés nationales de catalyse constituent la Fédération Européenne des Sociétés de Catalyse (European Federation of Catalysis Societies, EFCATS).
- Organiser un grand congrès européen de catalyse tous les deux ans qui rassemble, en un même lieu et une même semaine, des réunions spécialisées existant déjà, qui évite la multiplication des réunions binationales et qui donne aux jeunes scientifiques du domaine la possibilité de participer activement à un grand congrès européen.
- Établir une plateforme européenne qui formule des propositions dans les domaines ayant trait à la catalyse.

Les membres des sociétés nationales de catalyse sont aussi membres de la Fédération européenne des Sociétés de Catalyse. Cette fédération, pilotée par un groupe de

travail formé des représentants élus des Sociétés Nationales de Catalyse des pays de la fédération, a élu le bureau exécutif suivant : M. Che (France) président, E.G. Derouane (Belgique) vice-président et trésorier et R.A. van Santen (Pays-Bas) secrétaire. Plusieurs cellules se sont constituées au sein de l'EFCATS pour étudier les questions importantes suivantes : éducation/enseignement, standardisation des catalyseurs (Eurocat), lettre d'information (Newsletters), relations avec la CEE, relations européennes Est-Ouest. Le groupe de travail se réunit deux fois par an et est accueilli chaque fois par une société de catalyse nationale différente.

**AC** : Dans les objectifs, vous mentionnez l'organisation périodique d'un Congrès européen sur la catalyse. Pouvez-vous nous dire quand aura lieu le premier ? En quoi diffère-t-il des autres réunions de catalyse qui ont déjà lieu périodiquement en Europe ?

**M. Che** : Lors de la deuxième réunion de l'EFCATS, à Londres en décembre 1990, il a été convenu que les Congrès européens sur la catalyse seraient organisés tous les deux ans sous le nom d'EuropaCat, abréviation de European Congress on Catalysis et que la France inaugurerait le cycle (pour éviter d'avoir la même année un Congrès européen sur la catalyse et le Congrès international de catalyse, il a été décidé de tenir les Congrès européens sur la catalyse tous les deux ans, années impaires). Le premier d'entre eux, EuropaCat-I, aura lieu du 12 au 17 septembre 1993 à Montpellier. F. Figueras assumera la responsabilité de l'organisation locale.

Des réunions de catalyse sont souvent organisées en Europe. Les seules qui cependant peuvent se prévaloir d'être véritablement européennes et périodiques sont les Conférences européennes sur la catalyse. Elles sont organisées sur un thème et sur le modèle des Research Gordon Conferences, c'est à dire sur invitation seulement avec une centaine de personnalités

\*Université P. et M. Curie, Laboratoire de réactivité de surface et structure, URA 1106, 4, place Jussieu, tour 54-55, 2<sup>e</sup> étage Paris Cedex 05.  
 Tél. : (1) 44.27.55.33 (télécopie : (1) 44.27.60.33).

environ. Elles ont lieu successivement en France, Allemagne et Pays-Bas, la quatrième année étant vacante pour éviter le recouvrement avec le Congrès international de catalyse qui a lieu tous les quatre ans.

EuropaCat-I est conçu comme la juxtaposition de plusieurs symposiums. Il permettra de réunir une communauté scientifique très large et de faire le point sur l'état actuel de la catalyse européenne.

Dix-sept thèmes scientifiques ont été retenus par l'EFCATS, et concernent : les catalyses homogène, hétérogène et enzymatique, les procédés industriels, les études mécanistiques, les procédés "propres" et la lutte contre la pollution, la science des surfaces et des matériaux, les nouvelles méthodes physiques.

La responsabilité de l'organisation scientifique de ces symposiums a été confiée à des personnalités de premier plan de la catalyse européenne. Le comité scientifique du Congrès rassemble les représentants de 20 pays d'Europe, ce qui garantit un large écho pour la réunion. Une conférence d'introduction (keynote lecture) doit permettre de présenter les évolutions récen-

tes, ou un aspect particulier dans chaque thème. Les conférenciers thématiques ont été naturellement choisis parmi les meilleurs experts européens dans le domaine : citons le Pr. Ertl (Berlin) pour la science des surfaces, le Pr. Wilke (Mulheim) pour la catalyse homogène, le Pr. van Santen (Eindhoven) pour la chimie théorique appliquée à la catalyse, le Pr. Dwyer (Manchester) pour la catalyse acido-basique, le Pr. Westerterp (Enschede) pour le génie chimique, le Pr. Gerischer (Berlin) pour la photocatalyse et le Pr. Gryaznov (Moscou) pour les réacteurs à membrane.

Quatre conférences plénières sont prévues pour lesquelles sont assurées les participations de Sir J.M. Thomas (Londres) sur "L'évolution de la catalyse" vue sous l'angle historique et fondamental, du Dr G. Martino (IFP) sur "La prospective dans le domaine du raffinage", du Dr I. Pasquon (Milan) sur "La prospective dans le domaine de la pétrochimie" et du Pr. J.M. Lehn (Strasbourg) sur "la catalyse supramoléculaire".

Comme le montre la liste des thèmes, la catalyse, au cœur de la chimie moderne,

est donc très fortement développée dans les pays industrialisés. Le congrès équivalent de la "Catalysis Society" nord américaine réunit environ 1 200 personnes. Une estimation réaliste pour le premier congrès européen, est d'environ 1 000 participants : les réponses à la deuxième circulaire sont au nombre de 954, venant du monde entier et environ 900 abstracts de plus de 30 pays ont été proposés laissant entrevoir qu'EuropaCat-I sera l'un des événements majeurs de la vie scientifique internationale.

Sur le plan scientifique, la coopération européenne commence à entrer dans les faits ; cette coopération nécessite une information réciproque et des contacts personnels, pour lesquels une réunion de ce type est irremplaçable. Parmi les actions qui permettront de concrétiser la volonté des européens de se réunir autour de projets communs, celles de l'EFCATS pourront se révéler décisives. Dans ce contexte, ce premier Congrès présente une importance particulière. Il est donc indispensable que ce soit un succès. ■

## EuropaCat I

Montpellier, 12-17 Septembre 1993

**Ce 1<sup>er</sup> Congrès européen est organisé par l'université de Montpellier. 17 thèmes scientifiques ont été retenus par l'EFCATS (European Federation of Catalysis Societies/Fédération Européenne des Sociétés de Catalyse), concernant :**

- les catalyses homogène, hétérogène et enzymatique,
- les procédés industriels,
- les études mécanistiques,
- les procédés propres et la lutte contre la pollution,
- la science des surfaces et des matériaux,
- les nouvelles méthodes physiques.

**124 communications seront réparties en cinq sessions simultanées et deux sessions de posters, de 6 h 30 chacune, sont prévues pour la présentation de 730 posters, regroupés par thèmes.**

Renseignements :

Dr F. Figueras, président du Comité local d'organisation, Dr B. Coq, secrétaire, Dr P. Graffin, trésorier, ENSCM, 8, rue de l'École Normale, 34053 Montpellier Cedex 1.

Tél. : 67. 14.43.48 - Fax : 67 14 43 49.

# L'alcool et les cancers

Michel Hubert-Habart\* et Bruno Kokel\*  
(chercheurs à l'Inserm)

Dans leur utilisation la plus courante, les expressions "boissons alcooliques" et "boissons alcoolisées" désignent respectivement des boissons naturelles, produites par la fermentation de jus de fruits ou de certaines céréales et des mélanges synthétiques constitués d'eau et/ou de jus de fruits et d'alcool. Dans ce contexte, le terme alcool est exclusivement synonyme d'éthanol, aussi appelé alcool éthylique, qui sont les noms chimiques du "liquide obtenu par la distillation du vin (esprit de vin) et, par extension, des boissons et jus fermentés" [1]. Alcool est, en chimie, le nom générique qui a été donné conventionnellement à l'ensemble des membres de la famille de composés naturels et/ou synthétiques représentés par la formule R-OH, possédant les propriétés chimiques que leur confère la présence d'un groupement hydroxyle dans leur molécule et désignés, comme le méthanol, l'éthanol, le propanol, le butanol, etc., par des noms qui se terminent par le suffixe ol.

L'éthanol est le seul alcool préparé industriellement à des fins alimentaires et légalement commercialisé sous forme de boissons allant de la bière de ménage, contenant environ 2 % d'éthanol, aux eaux-de-vie les plus concentrées qui en renferment environ 45 %, en passant par la plupart des bières, cidres, vins, apéritifs et spiritueux dont la concentration en alcool est intermédiaire.

La teneur en éthanol de ces boissons alcooliques et alcoolisées est usuellement indiquée par le degré qui exprime un pourcentage en volume. Ainsi par exemple, une bouteille de 75 cl de vin d'appellation d'origine contrôlée (AOC) à 12° contient 90 ml d'éthanol soit, compte tenu de sa densité (0,789), environ 71 grammes. De même, une canette de 25 cl de bière à 5° en contient environ 10 grammes. Il est utile de se rappeler qu'un verre de bière, de vin ou d'eau de vie servi au comptoir contient approximativement, compte tenu de leurs volumes respectifs, la même quantité d'alcool pur (tableau I).

Tableau I. - Teneur moyenne en alcool pur dans un verre

- Vin à 12°	10,0 g
- Bière (un demi)	12,0 g
- Pastis à 45°	12,0 g
- Apéritif à 18°	11,5 g
- Eau de vie ou de liqueur à 40°	10,5 g

## TOXICITÉ DE L'ÉTHANOL

### Effets somatiques et psychophysiologiques

L'alcool éthylique est généralement ingéré sous forme de boisson mais sa manipulation dans l'industrie, sous forme d'alcool absolu, d'alcool à 95 % (alcool bon goût) ou d'alcool dénaturé, de même que sa présence dans les préparations médicamenteuses et les cosmétiques, peut provoquer sa pénétration accidentelle dans l'organisme notamment par inhalation.

L'éthanol absorbé ou inhalé, diffuse rapidement dans l'organisme mais n'en est éliminé que très lentement. La teneur en alcool du sang, exprimée en grammes par litre, définit le taux d'alcoolémie légalement limité à 0,8 pour la conduite des automobiles et véhicules à moteurs. Ce dernier, qui est généralement maximal une heure après l'ingestion d'alcool, décroît à raison de 0,15 gramme environ par litre et par heure. Ainsi, un adulte à jeun, pesant 70 kg et buvant un litre de vin ordinaire, pourra avoir un taux d'alcoolémie égal à 1,5. Celui-ci, ne décroissant que de 0,15 unité par heure, restera par conséquent supérieur à la limite légale pendant environ cinq heures et ne redeviendra négligeable qu'après un total de 10 heures. Il sera moins important si la même quantité de vin est absorbée au cours d'un repas. Rappelons aussi, à consommations équivalentes et à corpulences comparables, que le taux d'alcoolémie est en général plus fort chez les femmes que chez les hommes.

Dans l'état actuel des connaissances et puisqu'il a été établi, entre autre, qu'une consommation modérée d'alcool pouvait favoriser la diminution des risques de maladies coronariennes [2], l'abstention totale de boissons alcoolisées n'est pas justifiée. Il est cependant instamment recommandé aux hommes de limiter leur consommation journalière à l'équivalent en alcool d'un demi-litre de vin à 10° et aux femmes à celui d'un tiers de litre.

Bien que la formation de cancers provoquée par l'abus de l'alcool soit maintenant prouvée de façon incontestable, les effets les plus évidents et parfois les plus dramatiques de l'alcoolisme restent cependant liés aux maladies somatiques comme les cirrhoses, les pancréatites, les encéphalopathies, etc., et aux désordres mentaux tels que dépressions, confusions, crises de violence, etc., qui sont observés dans la plupart des sociétés où la consommation de l'alcool n'est interdite ni par la loi ni par les croyances religieuses.

Les effets aigus psychophysiologiques liés à la présence d'éthanol dans le sang vont de l'euphorie, pour un taux d'alcoolémie compris entre 0,5 et 0,8 au coma pouvant entraîner la mort, pour un taux supérieur à 5,0, en passant par les troubles des réflexes qui peuvent donner lieu à des débordements spectaculaires et impressionnants chez les personnes dites en état d'ivresse et rendre, par exemple, la conduite automobile particulièrement dangereuse. Ces troubles du comportement dus à l'abus de l'alcool sont, en France, à l'origine de 18 % des accidents du travail et de 40 % des accidents de la route.

Outre ses multiples effets sur la santé et leurs conséquences sociales bien connues, l'éthanol est aussi responsable et/ou coresponsable de la plupart des cancers de la bouche, du larynx, du pharynx, de l'œsophage et du foie. En France, ces cancers dus

### Cancérogénicité

Outre ses multiples effets sur la santé et leurs conséquences sociales bien connues, l'éthanol est aussi responsable et/ou coresponsable de la plupart des cancers de la bouche, du larynx, du pharynx, de l'œsophage et du foie. En France, ces cancers dus

\* Institut Curie, section de physique et chimie, 11, rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 40.51.67.82(télécopie : 40.51.06.36)

à l'alcool causent chaque année, la mort d'environ 10 000 personnes soit 25 % de la totalité des décès provoqués par l'alcoolisme. En fait, les risques de cancérisation liés à l'éthanol sont plus insidieux que la plupart de ses autres effets toxiques car ce sont des risques à plus long terme, parfois de l'ordre de plusieurs décennies. Leur impact sur l'imagination du public et en particulier sur celle des jeunes, est par conséquent plus faible. Ces risques sont cependant indéniables et leur élimination devraient rester l'une des priorités de nos sociétés. Il est réconfortant, à ce propos, de noter que la consommation d'alcool en France entre 1950 et 1985 est passée de 25 à 17,5 litres par an et par adulte de plus de 15 ans [3], diminution qui n'est peut-être pas étrangère au fait que depuis 1982 les épidémiologistes constatent une baisse notable du nombre des cancers des voies aérodigestives supérieures et de l'œsophage [4].

### ■ DONNÉES ÉPIDÉMIOLOGIQUES

La certitude que l'éthanol est cancérogène provient essentiellement d'études épidémiologiques. Ces dernières ont pour origine des observations cliniques et la compilation de données statistiques, concernant la mortalité dans divers pays, qui font ressortir qu'environ 80 % des personnes atteintes d'un cancer de l'œsophage ou de la partie supérieure de l'estomac sont des alcooliques, et que les personnes employées à la production et à la distribution des boissons alcoolisées courent un risque élevé de mourir d'un cancer de la cavité orale, du pharynx, de l'œsophage ou du larynx. Par contraste, il est observé que ces types de cancers sont nettement moins fréquents, en terme d'incidence ou de mortalité, parmi les groupes religieux qui ne consomment que très peu ou pas d'alcool.

Le nombre et la variété des études épidémiologiques ayant pour objet divers aspects des relations entre l'alcool et les cancers sont impressionnants. Ces études, descriptives et analytiques, réalisées dans de nombreux pays dont la France sont rétrospectives dans leur majorité, et prennent en compte différents types de boissons et un ou plusieurs sites de cancérisation. Ont ainsi été étudiées les relations éventuelles entre la consommation régulière d'alcool et les cancers de la cavité orale, du pharynx, du larynx, de l'œsophage, de l'estomac, du colon, du rectum, du foie, du pancréas, des seins, des poumons, de la vessie, des reins, des ovaires, de l'utérus, du cerveau, de la prostate, de la thyroïde, des tissus mous, des testicules et des systèmes hématopoïétique et lymphatique. Les difficultés soulevées par la mise en place de telles études et par l'interprétation de leurs résultats sont nombreuses. Citons, par exemple, l'appréciation objective de la consommation alcoolique des groupes et des individus considérés et surtout l'intégration d'autres habitudes à effets cancérogènes pouvant exister simultanément, comme le tabac dont la consommation accompagne souvent celle de l'alcool, l'exposition professionnelle à d'autres cancérogènes, l'impact des comportements alimentaires, etc. Ainsi, il est souvent difficile de dissocier clairement les effets de l'alcool et du tabac en cancérogénèse humaine, tant l'usage de ces derniers correspond généralement à des habitudes communes aux mêmes personnes. Il a cependant été possible de démontrer que les effets combinés de l'alcool et du tabac sont bien plus tumorigènes pour l'homme que la somme des effets qui sont respectivement observés chez les fumeurs sobres et chez les non-fumeurs alcooliques. Ceci est particulièrement net dans le cas des cancers de l'œsophage (tableau II).

D'une étude critique de l'ensemble de ces travaux publiée par le centre international de recherche sur le cancer (International Agency for Research on Cancer, IARC) [5], il ressort que :

- L'abus de l'alcool provoque la formation de cancers de la cavité orale et du pharynx (figure 1). Ce risque de cancérisation augmente avec les quantités d'alcool absorbé mais est indépendant de la consommation tabagique.

**Tableau II - Effets combinés de l'alcool et du tabac pour les cancers de l'œsophage**

Consommation d'ALCOOL par jour	+	Consommation de TABAC par jour	×	RISQUES DE CANCER
		moins de 10 cigarettes		= 1
Moins d'1/2 litre de vin	+	10 à 20 cigarettes		× 3
		plus de 20 cigarettes		× 5
1 litre de vin	+	moins de 10 cigarettes		× 7
		10 à 20 cigarettes		× 8
	+	plus de 20 cigarettes		× 12
		moins de 10 cigarettes		× 18
Plus d'1 litre de vin	+	10 à 20 cigarettes		× 20
		plus de 20 cigarettes		× 44

- Les boissons alcooliques et alcoolisées provoquent la formation des cancers du larynx. Ce risque, proportionnel aux quantités d'alcool absorbé, est aussi très dépendant des habitudes tabagiques [6].

- La fréquence du cancer de l'œsophage augmente proportionnellement avec la consommation d'alcool même chez les non-fumeurs. Cependant, par effet de synergie, ce risque est beaucoup plus grand chez les fumeurs. Une carte établie pour la Commission des Communautés européennes par le Centre International de Recherche sur le Cancer, et éditée en 1989, met l'accent sur le record de mortalité chez l'homme par cancer de l'œsophage observé dans l'ouest de la France où la consommation d'alcool est particulièrement importante.

- En ce qui concerne le cancer du foie, le rôle de l'alcool a aussi pu être établi de façon indiscutable. Lorsque les effets du virus B de l'hépatite et de l'exposition aux aflatoxines sont inclus dans ces études, celui de l'alcool demeure évident. Comme dans le cas des cancers de l'œsophage, les risques de formation de cancers du foie sont nettement plus élevés chez les fumeurs.

- Les relations causales entre alcool et cancers ne semblent pas pouvoir être attribuées à un type de boisson alcoolisée ou alcoolique plutôt qu'à un autre.

- Des relations entre l'abus de l'alcool et la formation de cancers, autres que ceux qui sont mentionnés ci-dessus, sont possibles. Cependant, les travaux décrits ont le plus souvent conduit à des résultats dont l'interprétation est sujette à caution à cause du manque de cohésion entre les différentes données relevées et surtout à cause de l'insuffisance d'incorporation des facteurs socio-économiques et alimentaires susceptibles d'intervenir aussi sur les risques considérés. Ces difficultés sont particulièrement évidentes dans les essais d'appréciation du rôle éventuel de l'alcool sur l'incidence du cancer de l'estomac et du gros intestin. En réalité, si une relation semble exister entre la fréquence des cancers du sein et l'abus des boissons contenant de l'alcool, aucune n'a pu être démontrée dans le cas des cancers du poumon, du pancréas, de la vessie, des reins, des ovaires, de la prostate et des systèmes lymphatique et hématopoïétique. Le manque de données concernant les relations entre la consommation d'alcool et les cancers de l'utérus, de la vulve, des testicules, du cerveau, de la thyroïde, des tissus mous et de la peau ne permet aucune conclusion.

Il apparaît donc que l'abus des boissons alcooliques et alcoolisées est surtout responsable de l'incidence et du développement de cancers de la cavité buccale, de l'œsophage, du pharynx, du larynx et du foie.

## ■ DONNÉES BIOLOGIQUES

### Essais sur l'animal

L'action cancérigène avérée de l'éthanol chez l'homme a suscité un grand nombre de travaux ayant pour objet la mise en évidence de ses propriétés cancérigènes chez l'animal.

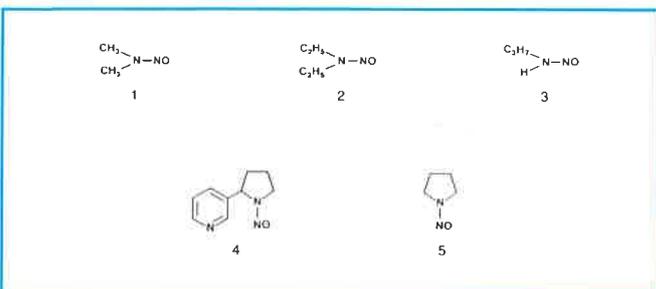
Plusieurs espèces d'animaux, notamment des souris, des rats et des hamsters, ont été utilisées. L'éthanol pur sous forme de boissons alcooliques et alcoolisées, seul ou en présence de composés connus pour leur pouvoir cancérigène, a été testé dans des expériences de badgeonnage ou d'administration orale à des animaux d'âges différents et à des femelles en gestation. Le but recherché était bien sûr de déterminer les propriétés cancérigènes et/ou cocancérigènes propres de l'éthanol sous toutes ses formes mais aussi de mettre en évidence ses éventuels effets cancérigènes transplacentaires et néonataux.

En fait, la plupart des essais d'évaluation du pouvoir cancérigène de l'éthanol se sont, dans leur ensemble, révélés inadéquats, les travaux correspondants étant, dans leur conception même, marqués d'insuffisances qui empêchent toutes interprétations satisfaisantes. Parmi ces insuffisances il faut mentionner, par exemple, que :

- les animaux témoins et les animaux traités ne sont pas soumis à des régimes alimentaires identiques en terme de calories, voire de qualité nutritive, facteurs connus pour le rôle important qu'ils jouent dans la formation de beaucoup de cancers chez l'animal et chez l'homme.
- la qualité de l'alcool utilisé et les quantités administrées ne sont pas toujours précisées.
- le nombre d'animaux testés est souvent insuffisant.
- l'examen histopathologique des tumeurs manque, le temps d'expérimentation est trop court.
- etc.

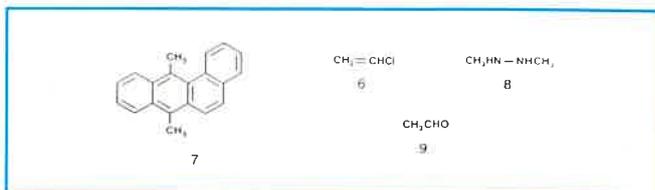
En dépit de ces lacunes, quelques expériences relatives à l'emploi d'éthanol comme milieu de transport de cancérigènes chimiques connus ont, cependant, permis d'observer une augmentation, chez la souris, du nombre de tumeurs de la cavité buccale induites par la N-nitrosodiméthylamine **1**, et de l'œsophage, de l'estomac et des poumons produites par la N-nitrosodiéthylamine **2** et la N-nitroso-n-propylamine **3**. De la même façon, l'administration, par voies classiques de cancérigènes connus, à des animaux de laboratoire absorbant de l'éthanol mélangé à leurs aliments, a montré que ce dernier augmente l'incidence des tumeurs par rapport à celle qui est observée chez les animaux témoins traités par les mêmes cancérigènes mais n'absorbant pas l'alcool. C'est le cas, en particulier :

- de rats traités par la N-nitrosornicotine **4** qui provoque la formation de tumeurs bénignes de la cavité nasale,
- de hamsters traités par la N-nitrosopyrrolidine **5** qui induit la formation des tumeurs de la cavité nasale et de la trachée, ainsi que la formation de nodules néoplasiques du foie.



- de rats exposés à des atmosphères saturées de chlorure de vinyle **6** qui génère des carcinomes hépatocellulaires et des angiosarcomes du foie.

En revanche, l'éthanol ne semble pas modifier le pouvoir cancérigène de composés chimiques comme le 7,12-diméthylbenz(a)anthracène **7**, la 1,2-diméthylhydrazine **8**, etc.



Si l'effet cancérigène de l'éthanol n'a pas pu être démontré de façon satisfaisante en laboratoire, son effet cocancérigène, bien établi chez l'homme, en particulier lorsqu'il est associé avec le tabac, a pu être reproduit chez plusieurs espèces d'animaux quoique dans des conditions expérimentales qui restent souvent assez éloignées des conditions d'absorption qui caractérisent généralement les habitudes alimentaires de l'homme. Il faut souligner, en effet, qu'en dehors du chimpanzé, les animaux ne sont pas, comme l'homme, spontanément attirés par l'alcool et par les boissons contenant de l'alcool, pas plus d'ailleurs qu'ils ne sont par le tabac. Les conditions de consommation d'alcool par l'homme, influencées par les phénomènes bien connus de tolérance et de dépendance, ne pouvant pas être convenablement reproduites au laboratoire, les essais expérimentaux correspondants ne peuvent être réalisés qu'avec des animaux ayant absorbé de l'éthanol par voies intraveineuse et intragastrique ou par exposition à des atmosphères saturées d'alcool.

Notons que l'acétaldéhyde **9**, produit d'oxydation et métabolite principal de l'éthanol, s'est avéré cancérigène chez l'animal en particulier chez le rat et le hamster.

### Essais sur les cellules

L'évaluation des propriétés clastogènes, mutagènes, mitogènes, etc., qui sont des indicateurs de potentialités tumorigènes, a été réalisée pour l'éthanol selon des procédures habituellement utilisées en cancérologie [7].

Elle montre que, par rapport à des sujets sobres, les alcooliques ont des lymphocytes périphériques qui présentent une fréquence inhabituelle d'aberrations chromosomiques et d'échanges de chromatides sœurs. Ces tests montrent aussi que l'éthanol :

- Provoque *in vivo*, une variété d'effets génétiques tels que formation de micronoyaux, échanges de chromatides sœurs, mutations létales dominantes et aneuploïdie de cellules d'embryons de souris et dommages génétiques aux spermatozoïdes.
- N'induit pas, en général, d'altération génétique dans les cellules humaines ou de mammifères en culture, mais provoque, par contre, des échanges de chromatides sœurs quand des systèmes exogènes de métabolisation sont ajoutés aux cellules en culture. Ainsi, par exemple, des échanges de chromatides sœurs dans les lymphocytes humains sont obtenus en présence d'alcool déshydrogénase. Cette observation s'accorde bien avec le risque de cancérisation encouru par les alcooliques, mais ne permet cependant pas d'en expliquer clairement le mécanisme.
- Ne cause chez les bactéries que des effets génétiques marginaux tels que ségrégations chromosomiques anormales chez *Aspergillus*, mutations chez la levure, aberrations chromosomiques, échanges de chromatides sœurs sur les extrémités de racine des plantes, perturbations de la méiose et formation de micronoyaux dans les tétrades de *Tradescantia paludosa*.

L'acétaldéhyde est actif pour de nombreux systèmes utilisés dans les tests de détection d'action mutagènes, y compris ceux qui sont basés sur l'utilisation des cellules eucaryotes *in vitro* et *in vivo*.

### COMPOSITION CHIMIQUE DES BOISSONS ALCOOLIQUES ET ALCOOLISÉES

L'eau, l'éthanol et parfois le sucre sont les principaux constituants des boissons alcooliques et alcoolisées. Celles-ci contiennent, par ailleurs, beaucoup d'autres composés chimiques parmi lesquels des agents organoleptiques dits volatils ou non volatils selon qu'ils sont ou non entraînés par les vapeurs d'eau et d'éthanol. Bien que, pour des raisons strictement commerciales, leur composition exacte soit généralement tenue secrète, plus de 1 300 constituants sont actuellement identifiés et, pour leur majorité, présents en proportions variables dans la plupart de ces boissons. Certains de ces composés sont cancérogènes ou fortement suspectés de l'être chez l'homme (tableau III).

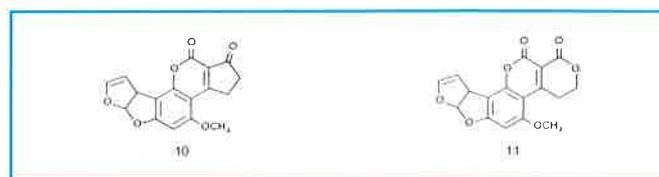
Tableau III. - Effets chez l'homme de quelques composés présents dans la bière, le vin et les spiritueux.

	bière	vin	spiritueux
<b>Composés cancérogènes</b>			
Benzène		+	+
Aflatoxines	+	+	
Arsenic		+	
Amiante	+	+	+
Chrome hexavalent		+	
Nickel			+
<b>Composés probablement cancérogènes</b>			
Formaldéhyde	+	+	+
N-nitrosodiméthylamine	+	+	+
N-nitrosodiéthylamine	+	+	+
Benzo (a) anthracène			+
Benzo (a) pyrène			+
Benzo (b) fluoranthène			+
Cadmium		+	
<b>Composés éventuellement cancérogènes</b>			
Acétaldéhyde	+	+	+
Carbamate d'éthyle (uréthane)		+	+
N-nitrosopyrrolidine	+		
N-nitroso-di-n-propylamine		+	+
Styrène	+	+	+
Dichlorobenzène			+
Ethylène thiourée		+	
Plomb inorganique		+	
Chloroforme		+	

Parmi les produits avérés cancérogènes chez l'homme, la chrysotile et/ou l'amphibole, qui sont des fibres d'amiante, ont été détectées dans des bières, des vins et des spiritueux en quantités non négligeables puisque de l'ordre de 1,7 à 12, 13 à 24 et 2 à 64 millions de fibres par litre respectivement. Ces fibres provien-

draient des filtres utilisés pour la clarification des boissons et de l'eau et pour leur fabrication, elles-mêmes circulant dans des tuyaux de ciment amianté. Il faut cependant souligner que ces fibres sont aussi présentes dans les boissons non alcoolisées. Ainsi, les boissons connues sous l'appellation sodas en contiennent autant que les bières, soit de 1,7 à 12,2 millions par litre [8]. En 1985 la concentration en amiante dans les circuits d'alimentation d'eau de 41 villes aux États-Unis, dépassait 10 millions de fibres par litre [9]. S'il paraît difficile d'imputer l'action cancérogène des boissons alcoolisées à la présence de ces fibres d'amiante, il convient d'en tenir compte lors de l'étude des effets cancérogènes conjugués associés à ce type de boisson. Il n'est peut être pas inutile de noter que l'emploi d'amiante dans la constitution des filtres à usage alimentaire est interdit en France depuis 1980.

La présence des aflatoxines B 10 et G 11, composés fortement cancérogènes, a parfois été détectée à raison de 0,5 à 2,5 microgrammes par litre dans des bières et des vins. Elles proviendraient de raisins et d'orges souillés par la moisissure *Aspergillus flavus* qui produit ces micotoxines. Cette contamination garde cependant un caractère exceptionnel.



La recherche systématique de benzène dans les boissons a permis d'en déceler dans certains vins et spiritueux. L'eau de consommation courante en contient généralement de 0,1 à 0,3 microgramme par litre.

L'emploi de certains types de fongicides dans les vignes peut provoquer la présence de taux élevés d'arsenic dans les raisins et, par conséquent, dans les vins. La teneur naturelle en arsenic des vins est généralement estimée à environ 0,003 mg par litre mais a parfois pu atteindre 1,0 mg par litre en raison de l'emploi de pesticides et d'insecticides à haute teneur en arsenic.

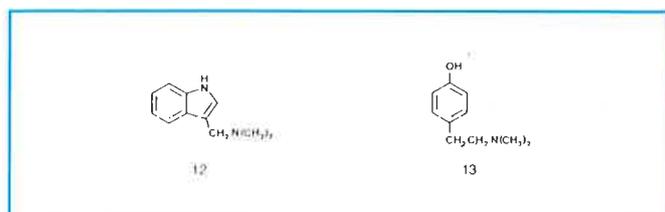
La plupart des travaux relatifs à la recherche d'oligo-éléments dans les boissons alcooliques et alcoolisées ont été effectués sur les vins. Parmi ceux dont la présence est établie, le chrome et le nickel sont considérés comme cancérogènes chez l'homme. Cependant, les quantités détectées, comprises entre 0,01 et 0,81 mg par litre pour le chrome, par exemple, sont généralement trop faibles pour jouer un rôle déterminant dans la relation incontestable qui existe entre l'abus d'alcool et la formation des cancers.

Contrairement à l'acétaldéhyde, le formaldéhyde est un constituant mineur parmi les divers composés carbonylés qui sont présents dans les boissons à base d'alcool. Certaines bières n'en contiennent jamais plus de 0,3 mg par litre alors qu'elles peuvent parfois renfermer de 3,3 à 9,8 mg d'acétaldéhyde.

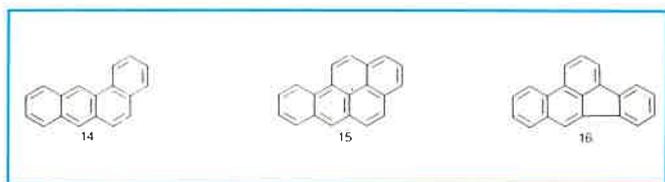
Les quantités de nitrosamines, comme la nitrosodiméthylamine (NDMA) et la nitrosodiéthylamine (NDEA) dosées dans la bière, le cidre, le vin et dans certains alcools concentrés comme le calvados, semblent varier très fortement d'un échantillon à l'autre (tableau IV). Elles varient aussi en fonction des moyens qui ont été utilisés pour les éliminer après que l'origine de leur formation ait pu être déterminée. Ainsi, c'est en modifiant les techniques de séchage et d'étuvage des malts utilisés pour la fabrication de la bière, que les concentrations en nitrosodiméthylamine ont pu être abaissées dans les proportions importantes. Les précurseurs de la nitrosodiméthylamine, présente dans la bière, sont la diméthylamine, la triméthylamine, la gramine 12 et l'hordénine 13 qui se forment pendant la germination des orges.

**Tableau IV.** - Teneur en nitrosamine de certaines boissons alcoolisées

nombre d'échantillons	concentrations en microgrammes/litre	
	NDMA	NDEA
Calvados 120	< 0,05 - 10,0	< 0,05 - 2,0
Cidre 21	0,05 - 1,8	0,05 - 2,2
Vin 33	0,05 - 0,6	0,30 (un éch.)
Bière 40	0,05 - 8,6	0,05 - 0,8



Les méthodes de détection des hydrocarbures polycycliques condensés tels que les benzo (a) anthracène **14**, benzo (a) pyrène **15** et benzo (b) fluoranthène **16** ont atteint un tel degré de sensibilité que même des traces peuvent maintenant être dosées. Ces types de composés sont présents dans certains spiritueux, mais les quantités qui s'y trouvent sont tellement faibles qu'il est impossible de les prendre en compte.



La présence de cadmium a été recherchée dans la plupart des vins européens. Sa concentration est comprise entre 0,2 et 3 microgrammes par litre.

L'acétaldéhyde est présent, de façon dominante par rapport aux autres composés carbonylés, dans les bières, les vins et les spiritueux.

## ACTION CANCÉROGÈNE ET MÉTABOLISME DE L'ÉTHANOL

Les composés cancérigènes ou probablement cancérigènes, cités ci-dessus (tableau III), ne peuvent pas, étant donné les faibles concentrations impliquées, être considérés comme les seuls responsables des cancers provoqués par l'abus de la bière, du vin et des spiritueux.

L'interprétation de l'action cancérigène de l'éthanol est rendue difficile en raison de la composition complexe des boissons alcooliques et alcoolisées et aussi à cause des déséquilibres nutritionnels importants qui sont généralement associés à l'alcoolisme. Son rôle cocancérigène, qui ressort d'un certain nombre de données épidémiologiques et qui a été observé chez l'animal, est cependant bien établi.

En réalité, le mécanisme de la cancérisation par l'éthanol demeure très incertain et nous sommes loin, en fait, du schéma classique, le plus documenté expérimentalement, de l'action

directe d'un cancérigène ou de ses métabolites initiant le processus de formation d'un cancer par substitution électrophile de l'ADN moléculaire.

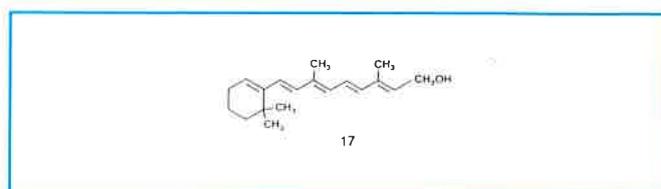
Diverses hypothèses sur l'intervention de l'éthanol dans la genèse tumorale ont été avancées. Ainsi, outre ses propriétés solubilisantes qui favoriseraient la dissolution des composés cancérigènes et leur pénétration *in situ*, l'éthanol agirait aussi par :

- son effet irritant,
- son pouvoir inducteur d'enzymes microsomiales capables de transformer certains cancérigènes chimiques en leur métabolites responsables de l'effet tumorigène,
- son rôle dans la diminution des réponses immunitaires,
- sa toxicité au niveau du foie provoquant, entre autres, une diminution des capacités d'élimination naturelle des métabolites cancérigènes du corps humain,
- les déséquilibres nutritionnels qu'il peut créer entraînant en particulier l'apparition d'avitaminoses,
- etc.

L'éthanol est rapidement absorbé par l'organisme où il est progressivement métabolisé, essentiellement par le foie, et transformé en acétaldéhyde puis en acétate. Ce dernier, entraîné par le courant sanguin, est converti dans le tissu périphérique en gaz carbonique et en eau [10]. Les hépatocytes métabolisent l'éthanol soit par l'intermédiaire de l'alcool déshydrogénase des cytosols, soit par oxydation microsomiale, au niveau du système réticuloendoplasmique, soit par la catalase de leurs peroxyosomes.

L'un des effets de la consommation d'éthanol est d'augmenter l'activité des enzymes microsomiales ce qui déclenche une accélération de la métabolisation de composés exogènes tels que l'éthanol lui-même et divers médicaments d'où la nécessité de ne pas absorber d'alcool pendant certains traitements pharmacologiques et d'adapter les posologies destinées aux alcooliques. De la même façon, l'hépatotoxicité au tétrachlorure de carbone est renforcée chez les alcooliques du fait de l'accroissement des capacités métabolisantes des microsomes de leurs cellules hépatiques. En ce qui concerne l'action cancérigène de l'éthanol, il faut rappeler que plusieurs catégories de cancérigènes chimiques ne sont effectivement actifs qu'après catabolisation par intervention des systèmes microsomiaux cellulaires. L'augmentation de l'activité de ces derniers par la présence d'éthanol pourrait rendre compte, en partie du moins, de l'incidence accrue de certains cancers qui est constatée chez les alcooliques.

L'éthanol affecte aussi le métabolisme de certaines vitamines parmi lesquelles la vitamine A **17**. Cette dernière joue un rôle essentiel dans la croissance et la différenciation cellulaire des tissus épithéliaux. Un déficit en vitamine A, lié à une absorption abusive d'alcool, pourrait favoriser le développement des tumeurs dans les tissus épithéliaux exposés à l'action de cancérigènes. Sa carence chez l'animal s'est révélée capable d'induire des tumeurs expérimentales dans divers organes. Des études épidémiologiques suggèrent d'ailleurs une relation causale entre les carences en vitamine A et l'incidence des cancers du poumon en Norvège et de l'œsophage en Iran.

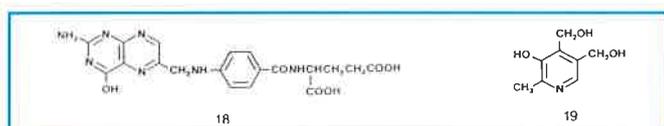


La possibilité d'un pouvoir dissolvant de l'éthanol, qui faciliterait la pénétration dans l'organisme des cancérigènes chimiques et l'acheminement de ces derniers vers des cibles intracellulaires, ne correspond pas à ce qui a pu, jusqu'à maintenant, être observé expérimentalement.

Par contre, l'intervention de l'éthanol au niveau des systèmes enzymatiques de métabolisation et de détoxification est beaucoup plus plausible. Ainsi, en ce qui concerne l'œsophage, par exemple, il a été montré que l'éthanol a un effet d'activation nettement plus important sur la métabolisation dépendant du cytochrome P-450, pouvant mener à la formation intracellulaire de cancérogènes ultimes, que sur la détoxification par l'acide UDP glucuronique transférase et par la glutathion transférase [11]. Chez l'animal, l'action de l'O6-méthylguanine transférase, qui est une enzyme de réparation de l'ADN protégeant les cellules contre les effets cancérogènes des agents méthylants et éthylyants, est inhibée *in vivo* par l'éthanol pour des concentrations correspondant à celles qui sont observées dans le sang des alcooliques ou d'animaux de laboratoire ayant absorbé de l'éthanol [12].

Les déséquilibres alimentaires créés par l'abus d'alcool peuvent participer à l'effet cancérogène de celui-ci. Le manque de fer et de riboflavine a, en particulier, été invoqué pour expliquer la plus grande susceptibilité à la cancérisation de l'œsophage chez les alcooliques.

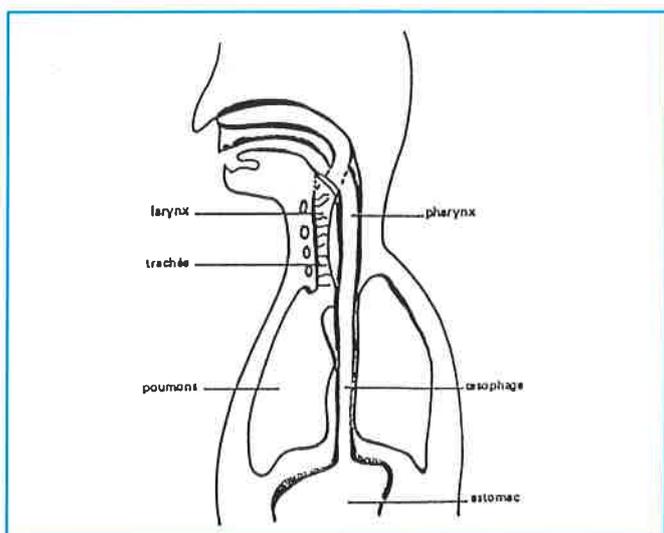
La consommation abusive des boissons alcoolisées et alcooliques est associée, par ailleurs, à une diminution de la réponse immunitaire qui pourrait contribuer à l'effet cancérogène de l'éthanol. La relation entre absorption régulière d'alcool et la diminution des défenses immunitaires semble due à l'insuffisance de folate et de pyridoxine qui est fréquente chez les alcooliques. L'acide folique **18** est, en effet, connu pour interférer avec l'immunité cellulaire et humorale tandis que la pyridoxine **19** joue un rôle important dans la production d'anticorps.



\*  
\* \*

Paradoxalement, dans cette situation où il est prouvé qu'il existe une relation entre l'abus des boissons alcoolisées et l'incidence de certains cancers, on ne peut encore préciser un mécanisme satisfaisant de cet effet et ceci en dépit des tentatives d'interprétations qui ont été faites, sur la base de nombreux travaux expérimentaux, et des indications intéressantes auxquelles ces derniers ont conduit.

Figure 1 - Schéma des zones à risques pour les cancers dus à l'alcool



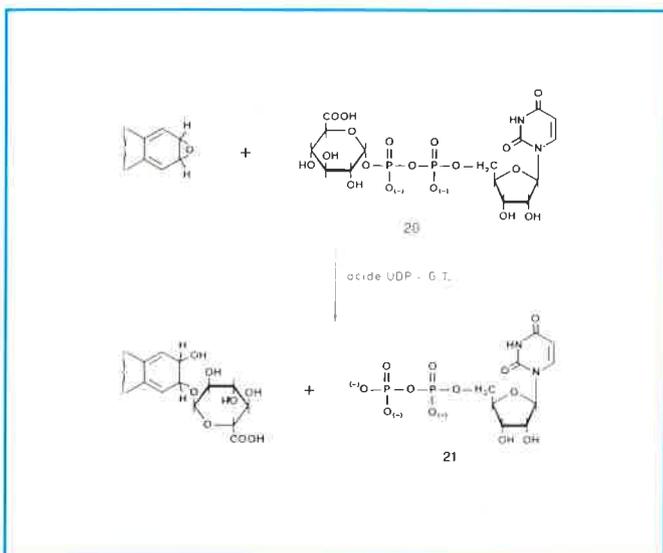
L'aspect multifactoriel des événements exogènes et endogènes qui interviennent dans le phénomène de cancérisation et le caractère multiphasique de l'expression de celui-ci font qu'il se prête mal à une compréhension claire et complète de ce simple constat écologique que l'abus de l'alcool favorise la cancérisation chez l'homme. Cette situation d'accumulation d'observations scientifiques, intéressantes en elles-mêmes mais parfois difficiles à resituer dans l'événement global considéré, ici la cancérisation de tissus humains, est cependant courante [13]. D'un point de vue pratique, ces travaux devraient, au moins dans l'immédiat, favoriser la mise en place d'une discipline de prévention efficace.

## RÉFÉRENCES

- [1] Le Petit Robert, Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française, Société du Nouveau Littré, 1972, 41.
- [2] E.B. Rimm, E.L. Gionannucci, W.C. Willett, G.A. Colditz, A. Asherio, B. Rosnen, M.J. Stampfer, Prospective study of alcohol consumption and risk of coronary disease in men, *The Lancet*, 1991, 338, 464-468.
- [3] M. Tubiana, La mortalité par cancer. Tendances évolutives, *Bulletin du cancer*, 1991, 78, 401-403.
- [4] H. Sancho-Garnier, Inserm, U. 287, Villejuif, communication personnelle.
- [5] IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, alcohol drinking, volume 44, International Agency for Research on Cancer, Lyon, 1988, 416 p.
- [6] M. Hubert-Habart, B. Kokel, Tabac et cancers. Acquis et perspectives, *L'Actualité Chimique*, novembre-décembre 1991, 403-417.
- [7] G. Obe, D. Anderson, Genetic effects of ethanol, *Mutat. Res.*, 1987, 186, 177-200.
- [8] IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks of chemicals to man, Asbestos, volume 14, International Agency for Research on Cancer, Lyon, 1977, 106 p.
- [9] National toxicology program, "Toxicology and carcinogenesis studies of chrysotile asbestos in F 344 rats (feed studies), NIH publications n° 86.2551, Washington, DC, Department of Health and Human Services, Public Health Service, 1985.
- [10] C.S. Lieber, E. Baraona, M.A. Leo, A. Garro, Metabolism and metabolic effects of ethanol, including interaction with drugs, carcinogens and nutrition, *Mutat. Res.*, 1987, 186, 201-233.
- [11] F. Farinati, C.S. Lieber, A.J. Garro, the effects of chronic ethanol consumption on carcinogen metabolism in rat upper alimentary tract, *Gastroenterology*, 1985, 88, 1378.
- [12] A.J. Garro, N. Espina, F. Farinati, M. Salvagnini, The effects of chronic ethanol consumption on carcinogen metabolism and on O6-methylguanine transferase-mediated repair of alkylated DNA, *Alcoholism, Clin. Exp. Res.*, 1986, 10, 73s-77s.
- [13] J.-C. Salomon, Le mythe de la connectivité ou comment échapper au piège de l'analyse, in *Le tissu déchiré*, propos sur la diversité des cancers, éditions du Seuil, 27, rue Jacob, Paris VI, 1991, 230-232.

**GLOSSAIRE**

- Acide UDP-glucuronique transférase (acide UDP-GT) : enzyme de détoxification qui catalyse la formation de glucuronides d'époxydes et de phénol, par exemple, à partir de l'acide UDP-glucuronique **20**, avec libération d'uridine diphosphate (UDP) **21**.



- Alcool déshydrogénase : enzyme qui catalyse la transformation de l'éthanol en acétaldéhyde.

- Aneuploïdie : perte ou gain d'un seul des chromosomes de l'ensemble (génome) qui constitue le matériel génétique caractéristique d'une cellule et de l'organisme auquel elle appartient.

- *Aspergillus* : moisissure qui se développe sur des substances végétales ou animales en décomposition, les substances sucrées et parfois les bronches. Appartient à l'embranchement des champignons, la classe des ascomycètes, l'ordre des moisissures et au genre *Aspergillus. Flavus* (jaune en latin) est une de ses variétés.

- Catalase : enzyme hémoprotéique qui catalyse la décomposition de l'eau oxygénée en oxygène et eau.

- Chromatide sœur : copie d'un chromosome produite lors de sa réplication.

- Clastogène : capable de provoquer des cassures de chromosomes.

- Cocancérogène : substance chimique non cancérogène mais qui, appliquée en même temps qu'un composé cancérogène, augmente l'effet de ce dernier.

- Cytochrome P 450 : hémoprotéine qui contient un groupe prosthétique qui est un complexe fer-porphyrine. Il fonctionne comme transporteur d'électrons dans les microsomes. Il intervient dans les réactions d'hydroxylation.

- Cytoplasme : substance constitutionnelle de la cellule à l'exception du noyau et de la membrane cellulaire.

- Cytosol : fraction soluble du cytoplasme.

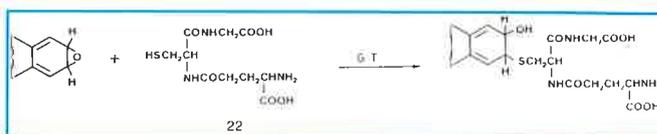
- Différenciation : processus par lequel les structures et les fonctions des cellules d'un organisme vivant se mettent en place progressivement et leur permettent de se spécialiser.

- Enzymes microsomiales : enzymes isolés à partir de la fraction subcellulaire, appelée "microsomes" et constituée de ribosomes et du réticulum endoplasmique.

- Eucaryote : organisme supérieur dont les cellules possèdent un noyau entouré d'une membrane nucléaire et qui contient le matériel génétique pouvant former des chromosomes multiples.

- Gastrula : forme embryonnaire des animaux qui succède à la blastula et où l'embryon est constitué de deux feuillettes (endoderme et ectoderme) entourant une cavité centrale.

- Glutathion transférase (GT) : enzyme de détoxification qui catalyse la réaction d'addition d'époxydes aliphatiques et glutamyl-cystéinyl-glycine **22**, coenzyme jouant un rôle d'antioxydant.



- Hématopoïèse : formation des globules sanguins. Les organes hématopoïétiques comprennent la moelle osseuse, le thymus et le tissu lymphoïde : rate, appendice, etc.

- Hépatocyte : cellule du foie.

- Malt : nom donné aux céréales (surtout l'orge) germées artificiellement et séchées puis débarrassées de leurs germes, avant d'être utilisées sous forme de moût pour la fabrication de la bière.

- Méiose : Division du noyau des cellules germinales des organismes à reproduction sexuelle durant laquelle le nombre des chromosomes est réduit de moitié.

- Mitogène : qui stimule la division cellulaire par mitose.

- Mutagène : qui élève la fréquence des mutations.

- Mycotoxine : substance toxique produite par l'activité métabolique de champignons.

- Oligo-élément : élément présent à l'état de trace dans un produit naturel ou artificiel et qui exerce une action, pas toujours élucidée, sur ses propriétés mécaniques, chimiques et/ou biologiques.

- Organoleptique : propriétés capables d'impressionner les récepteurs sensoriels du goût, de l'odorat, du toucher et de la vue.

- Peroxysomes : vésicules intracytoplasmiques de 0,1 à 1,0 micron de diamètre qui abritent un nombre important d'enzymes oxydatives, mais aussi de la catalase.

- Promoteur : composé non cancérogène qui, appliqué de façon répétitive après l'application d'un composé cancérogène, accélère la manifestation des propriétés de ce dernier.

- Réticulum endoplasmique : réseau membranaire situé dans le cytoplasme. Il est formé de lamelles et de tubes et est souvent accroché aux membranes cellulaires et nucléaires.

- Tétrade : groupe de quatre cellules ayant généralement la forme d'un tétraèdre, et produit par divisions successives d'une cellule mère. C'est la résultante de la deuxième étape des divisions successives d'un zygote.

- Tissus épithéliaux : tissus de recouvrement qui ont la particularité de provenir de l'ectoderme ou de l'endoderme, deux des couches germinales de la phase de gastrulation du développement embryonnaire.

- Tradescantie : éphémère de Virginie. Herbe d'Amérique de la famille des commélynacées.

- Zygote : œuf fécondé produit de l'union des gamètes. ■

# La matière organique dans l'espace

François Robert\*  
(directeur de recherche)

## I - LES ORIGINES DE LA DÉCOUVERTE : L'ENRICHISSEMENT EN DEUTÉRIUM DE LA TERRE

Le rapport isotopique de l'hydrogène (D/H avec D désignant le deutérium) est d'un intérêt considérable en cosmochimie et en astrophysique. Dans les théories modernes de la nucléosynthèse, les étoiles ne peuvent pas produire de deutérium ; au contraire, il est totalement converti en  $^3\text{He}$  par les premières réactions thermonucléaires au cœur des étoiles jeunes. Le soleil actuel ne contient donc aucune trace de deutérium. Le deutérium a été fabriqué dans sa quasi-totalité au cours du big-bang et son abondance permet de tester les théories de l'expansion de l'univers. La valeur du rapport D/H est donc un paramètre très contraignant dans les modèles de genèse des objets astronomiques. Par exemple, la présence du deutérium dans les planètes implique que leur hydrogène n'a jamais été recyclé dans les étoiles.

Dès 1972, Geiss et Reeves ont remarqué que les planètes géantes (Jupiter et aujourd'hui Saturne) présentaient des rapports D/H dans leur haute atmosphère (seule région accessible aux mesures spectroscopiques réalisées depuis la Terre) comparables aux rapports observés dans le milieu interstellaire. Les océans terrestres, principal réservoir d'hydrogène de la planète, sont, vis-à-vis des planètes géantes, enrichis en deutérium par un facteur  $\approx 6$  (D/H sur Terre  $\approx 1,5 \cdot 10^{-4}$  et D/H (protosolaire)  $\approx 3 \cdot 10^{-5}$ ; cf. fig. 1). Sachant que la composition chimique élémentaire de Jupiter est voisine de celle du Soleil, ce rapport isotopique de la planète géante doit représenter une bonne estimation de la composition isotopique de la nébuleuse protosolaire. C'est à partir de cette nébuleuse protosolaire que se seraient condensées les planètes du système solaire. Ce gaz, de composition solaire, contenait essentiellement de l'hydrogène et de l'hélium qui sont les deux plus abondantes espèces chimiques de l'univers. Donnons quelques exemples : H/Si =  $2,72 \cdot 10^4$ , He/Si =  $2,18 \cdot 10^3$ , O/Si = 20,1 et C/Si = 12,1. L'enrichissement isotopique en deutérium de l'eau terrestre peut s'expliquer par un échange, à basse température, entre la vapeur d'eau et d'hydrogène dans la nébuleuse protosolaire :

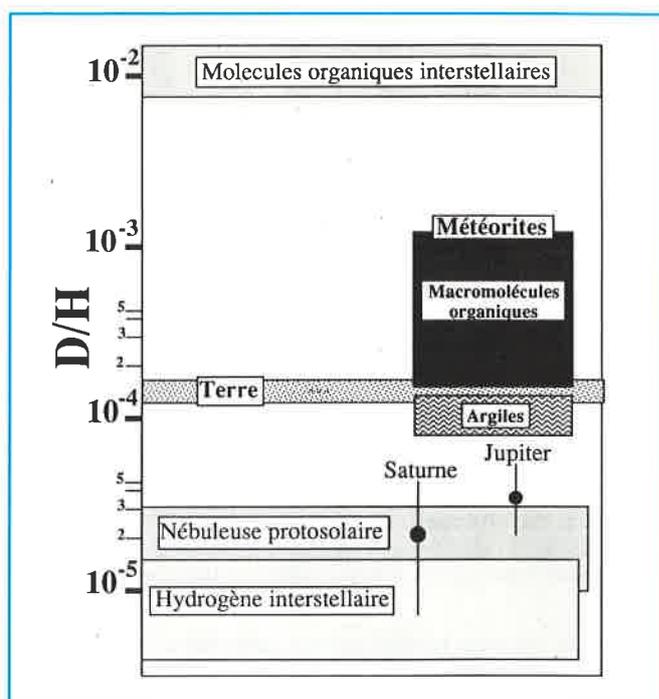
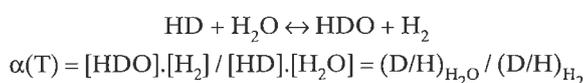


Figure 1. - Distribution du rapport isotopique de l'hydrogène (D/H) dans le système solaire. Contrairement aux planètes gazeuses, on remarque l'enrichissement en deutérium de la Terre et des constituants organiques des météorites vis-à-vis de l'hydrogène primordial (nébuleuse protosolaire).

La constante  $\alpha(T)$  - que l'on appelle souvent le "coefficient de fractionnement isotopique" - ne dépend que de la température. A 240 K, cette constante d'équilibre est voisine de 6. Avec un rapport D/H dans l'hydrogène primordial comparable à celui préservé dans l'atmosphère de Jupiter (D/H  $\approx 3 \cdot 10^{-5}$ ), il faut donc que ces deux espèces aient cohabité vers 200 K dans la nébuleuse durant un temps suffisamment long pour que cet équilibre soit atteint. Toutefois cette réaction est très lente et la durée de vie de la nébuleuse ne peut excéder  $10^7$  ans. Les limites temporelles de ce modèle ont été examinées : il n'est pas aujourd'hui réaliste

\* Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de minéralogie, URA CNRS 736, 61, rue Buffon, 75005 Paris. Tél. : (1) 40.79.35.42 (télécopie : (1) 40.79.35.24).

Cette conférence a été présentée au cours du Colloque "Chimie-Espace" organisé par la Fondation de la Maison de la Chimie à Paris.

de supposer qu'un tel enrichissement isotopique puisse dépasser de beaucoup ce facteur 6. Le modèle de Geiss et Reeves reste donc plausible, mais ce facteur 6 doit être considéré comme une limite supérieure, au-delà de laquelle l'échange isotopique ne peut plus se réaliser.

Après son équilibration avec l'hydrogène moléculaire, cette eau aurait été soustraite du gaz, via sa condensation sous forme de glace ou via sa réaction avec des minéraux anhydres. Ces minéraux constituent le réservoir potentiel des océans terrestres et sont observés couramment sous la forme d'argiles dans les météorites carbonées. Durant le dégazage de l'atmosphère terrestre et la mise en place des océans, le rapport isotopique de l'hydrogène n'a pas pu être grandement modifié ; il existe de nombreuses observations expérimentales et théoriques qui renforcent les modèles où le rapport isotopique des océans terrestres est considéré comme une bonne image de ce qu'il était il y a 4,55 milliards d'années, c'est-à-dire lors de la formation de la planète.

Afin de déterminer si la composition isotopique de la Terre devait être considérée comme une exception dans le système planétaire, l'analyse de l'eau chimiquement liée aux minéraux des météorites était un test déterminant. Ces analyses furent entreprises par les géochimistes à partir de 1975.

## II - DES MOLÉCULES ORGANIQUES INTERSTELLAIRES QUI POMPENT LE DEUTÉRIUM

Avant d'examiner les travaux concernant le système planétaire, nous résumons, dans ce chapitre, les étapes d'une découverte importante dans les nuages de gaz et de poussières de la Galaxie que l'on désigne sous le terme de nuages moléculaires denses. Le problème de la lenteur des réactions d'échanges isotopiques va trouver, à partir de 1973, un nouveau développement grâce à l'observation astrophysique de molécules organiques interstellaires. Nous entendrons, dans ce qui suit, par "molécules orga-

### Principales molécules organiques détectées dans le milieu interstellaire

Nitriles, dérivés de l'acétylène et molécules voisines :

PN	HC <sub>3</sub> N	CH <sub>3</sub> CN	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> CN
HCN	HC <sub>5</sub> N	CH <sub>3</sub> C <sub>2</sub> CN	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> CN
HNC	HC <sub>7</sub> N	CH <sub>3</sub> C <sub>4</sub> CN	HNCO
HCCH*	HC <sub>9</sub> N	CH <sub>3</sub> CCH	HNCS
CCCO	HC <sub>11</sub> N	CH <sub>3</sub> C <sub>4</sub> H	CCCS

Aldéhydes, alcools, esters et amides :

H <sub>2</sub> CO	CH <sub>3</sub> OH	HCOCH <sub>3</sub>	HCONH <sub>2</sub>
H <sub>2</sub> CS	CH <sub>3</sub> SH	HCOOH	H <sub>2</sub> CNH
H <sub>2</sub> CCO	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	HCOOCH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> NCN
HCOCH <sub>3</sub>	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O ?	HCOC <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ?	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>

Molécules cycliques :

C <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	SiC <sub>2</sub>	Ions :	HN <sub>2</sub> <sup>+</sup>
		CH <sup>+</sup>	HOCO <sup>+</sup>
		H <sub>2</sub> D <sup>+</sup> ?	HCNH <sup>+</sup>
		H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ?	HCS <sup>+</sup>
		HCO <sup>+</sup>	SO <sup>+</sup>
		HOC <sup>+</sup> ?	

Radicaux :

CH	C <sub>3</sub> H	CN	CCS
OH	C <sub>4</sub> H	C <sub>2</sub> N	SO
HCO	C <sub>5</sub> H	NO	
CCH	C <sub>6</sub> H	NS	

niques" toutes les molécules qui procèdent de la chimie du carbone. Jefferts *et al.* constatèrent des enrichissements en deutérium énormes dans la molécule organique HCN qui avait été décelée quelques années auparavant dans le nuage moléculaire dense d'Orion. Cet enrichissement est de l'ordre de 1 000 par rapport à l'hydrogène du milieu interstellaire moyen :

$$\alpha = (D/H)_{\text{HCN}} / (D/H)_{\text{Interstellaire}} = 1\ 000$$

Rapidement d'autres molécules organiques ont été repérées et toutes présentent des enrichissements isotopiques,  $\alpha$  variant d'un facteur 10<sup>2</sup> à 10<sup>4</sup>. Aujourd'hui, plus de cinquante de ces molécules organiques sont recensées dans plusieurs nuages moléculaires de la Galaxie (*cf. encadré*). Ces milieux sont le siège d'une chimie très inhabituelle sur la Terre et, de ce fait, certaines de ces molécules n'ont jamais pu être synthétisées en laboratoire. Leur spectre n'est donc pas mesuré en laboratoire. Il a fallu développer des modèles théoriques afin d'attribuer à des molécules organiques précises, les raies spectroscopiques observées dans le milieu interstellaire.

Les remarques que nous avons faites dans la présente introduction sur la nucléosynthèse du deutérium sont essentielles pour comprendre les enrichissements considérables en deutérium que l'on observe dans ces nuages moléculaires denses. En effet, une origine stellaire étant exclue pour le deutérium, la concentration de cet élément dans les molécules organiques se réalise impérativement via des réactions chimiques de transfert isotopique. Dès 1973, Watson décrivit le mécanisme qui concentre ce deutérium dans les molécules organiques : ce sont les réactions ion-molécule à basse température. Contrairement aux réactions mettant en jeu des espèces neutres, ces réactions n'ont pas de barrière de potentiel. Elles sont rapides, même aux basses températures régnant dans ces nuages (-200 °C). Voici l'exemple le plus classique de ces réactions d'échange du deutérium :



Avec  $\Delta E/k \approx 450$  K, on juge facilement de l'ampleur du fractionnement isotopique que l'on peut atteindre au-dessous de 100 K. Plusieurs auteurs ont réalisé des calculs très détaillés, mettant en jeu plus d'un milliard de ces réactions, et ont conclu qu'il fallait environ 10<sup>5</sup> à 10<sup>6</sup> ans pour parvenir aux enrichissements observés dans les nuages interstellaires. C'est une durée tout à fait compatible avec les temps de vie moyens estimés pour ces nuages. Ce modèle est donc parfaitement satisfaisant et fait l'objet aujourd'hui d'un consensus scientifique.

## III - LES PREMIÈRES ANALYSES DES MÉTÉORITES. L'ANALOGIE AVEC LES MOLÉCULES INTERSTELLAIRES

Les météorites de pierre se divisent en plusieurs groupes dont les chondrites ordinaires et les carbonées. Parmi ces deux classes, il existe des représentants très primitifs de ces objets, c'est-à-dire des roches n'ayant subi (presque) aucune différenciation chimique depuis leur formation : elles n'ont jamais été fondues depuis l'accrétion planétaire. Les exemples les plus classiques de ces "fossiles" sont

- 1) les chondrites ordinaires de type LL 3 (LL désigne un type d'association minéralogique qui se caractérise par son état d'oxydo-réduction et 3 est le degré de l'intensité d'un réchauffement secondaire),
- 2) les chondrites carbonées de type CI, riches en argiles, en carbone et en gaz rares, qui, contrairement aux LL3, n'ont jamais subi le moindre métamorphisme secondaire.

Les compositions chimiques des météorites carbonées représentent un échantillonnage des abondances chimiques élémentaires dans la nébuleuse primitive. Ces abondances météoritiques sont parfaitement analogues aux abondances mesurées dans le Soleil. Les réactions chimiques ne modifiant que très peu les abondances isotopiques, ces météorites primitives ont nécessairement les compositions isotopiques de la nébuleuse.

De telles compositions chimiques sont tout à fait exceptionnelles pour un échantillon naturel. Il n'existe sur Terre aucune roche qui renferme des compositions élémentaires voisines de celles du Soleil. En effet, depuis la formation de la Terre, les mécanismes majeurs de la différenciation planétaire ont irrévérablement redistribué les éléments chimiques. Par exemple, au cours de la formation du noyau de la Terre, les éléments sidérophiles - ceux qui ont une forte affinité pour le bain-métallique - ont été en partie extraits du manteau silicaté de la Terre et concentrés dans le noyau de fer-nickel. À l'inverse, depuis leur formation, les météorites dites "chondritiques" présentent un parfait état de conservation de leurs phases minérales comme de leurs compositions chimiques. Dans le cas des chondrites carbonées - qui sont une catégorie à part des chondrites ordinaires -, leur ressemblance chimique avec le Soleil indique que la nébuleuse gazeuse s'est totalement condensée sous la forme de ces roches. On peut donc supposer que les grains solides qui pouvaient exister dans le gaz protosolaire ont, eux aussi, été enfermés dans les chondrites carbonées en formation. Cette hypothèse a été largement confirmée depuis une dizaine d'années par des études de compositions isotopiques des grains réfractaires qui sont tous interprétés comme des constituants présolaires. Les premières déterminations des rapports D/H ont donc été réalisées sur ces chondrites carbonées et LL3.

En 1979, un enrichissement isotopique considérable ( $D/H \approx 8.10^{-4}$ ) en deutérium est détecté dans la météorite Chainpur (de type LL3). À cette époque, les très faibles concentrations en composés organiques mesurées dans cette roche ne permettent pas d'établir une relation entre les valeurs élevées du rapport D/H et la présence éventuelle de molécules interstellaires. Un an plus tard, le groupe anglais de Pillinger confirme et étend cette observation en analysant d'autres météorites appartenant à cette même classe, mais sans qu'il soit réellement possible de déterminer l'origine de l'effet. Le groupe de UCLA remarque qu'un traitement à l'ozone des météorites carbonées provoque une diminution du rapport D/H des échantillons : il conclut que c'est l'oxydation de la matière organique (sous forme de  $CO_2$  et  $H_2O$ ) qui entraîne le départ du deutérium en laissant intact l'hydrogène des argiles (sous forme de groupes hydroxyyles). Ces mesures ne seront pas convaincantes car, au cours de l'oxydation avec l'ozone, la température de surface de l'échantillon s'élève énormément et les argiles sont dégazées.

La même année (en 1980), deux observations vont s'avérer cruciales :

a) Après une attaque HF-HCl de ces météorites carbonées, un résidu riche en carbone, insoluble, est très enrichi en deutérium ( $D/H \approx 3.10^{-4}$  à  $5.10^{-4}$ )

b) Conjointement, le profil d'extraction de l'hydrogène de ce résidu est bimodal en fonction de la température, ce qui caractérise l'hydrogène d'origine organique. L'hydrogène organique est donc enrichi en deutérium. Cette dernière observation qui établit clairement la liaison entre l'organosynthèse interstellaire et les molécules organiques dans les météorites, va être largement confirmée par plusieurs équipes.

La structure de cette matière organique riche en deutérium a été peu étudiée dans la littérature : c'est un assemblage de macromolécules aromatiques ( $C/H \approx 1,5$ ), insolubles dans les acides et les solvants organiques habituels, et qui ne représentent aucune séquence répétitive. Ces macromolécules sont extraites des roches par une dissolution HF-HCl des silicates. Elles se concen-

trement avec les oxydes et les sulfures, dans les résidus de l'attaque acide, et représentent 85-90 % du carbone organique total des météorites carbonées qui contiennent aussi d'autres composés organiques solubles : les acides aminés, les acides gras et les hydrocarbures. Ces derniers sont souvent considérés comme des produits secondaires résultant d'un hydrothermalisme de basse température ( $25^\circ C$ ) à la surface du corps parent des météorites carbonées ; cet hydrothermalisme serait à l'origine des argiles qui renferment 90 % de l'hydrogène total (sous forme -OH) d'une météorite carbonée. Plusieurs auteurs ont imaginé que ces molécules organiques simples étaient les produits de l'hydrolyse des macromolécules. Néanmoins ce modèle n'est toujours pas étayé par des observations expérimentales claires et l'hydrolyse de ces macromolécules n'a pas été étudiée en laboratoire.

Les études se sont ensuite recentrées sur les météorites de types LL3 afin d'interpréter leurs enrichissements isotopiques qui sont encore plus considérables que ceux mesurés dans les macromolécules insolubles, extraites des météorites carbonées.

#### IV. L'UBIQUITÉ DES MOLÉCULES RICHES EN DEUTÉRIUM

Deux problèmes se sont rapidement posés :

1) Le rapport isotopique des macromolécules est plus petit que celui des molécules organiques interstellaires ( $D/H \approx 8.10^{-4}$  et  $2.10^{-2}$ , respectivement). Doit-on en conclure qu'il existe dans les météorites, des composés beaucoup plus riches en deutérium que nous ne le mesurons ? Leur hydrogène aurait été dilué par de l'hydrogène isotopiquement "normal", soit via la contamination des résidus durant les traitements chimiques, soit via sa faible concentration dans une matière organique isotopiquement solaire. Dans ces deux cas, le mélange d'un constituant isotopiquement terrestre, pauvre en deutérium, avec un constituant interstellaire, très enrichi en deutérium, produirait les compositions isotopiques intermédiaires mesurées dans les résidus d'attaque acide (voir fig. 1). Mais, en d'autres termes, le rapport isotopique mesuré dans les météorites est-il fiable ?

2) Même en admettant que les rapports isotopiques mesurés représentent une bonne estimation de la composition initiale des macromolécules, il est difficile d'envisager qu'un tel enrichissement isotopique ait pu se dérouler dans la nébuleuse protosolaire. En effet, la nébuleuse est un gaz dense, opaque aux UV, beaucoup plus dense que les nuages moléculaires. Ces UV sont à l'origine de la production des ions dans les réactions ion-molécule et, en leur absence, les fractionnements isotopiques sont inhibés. Au contraire, il faut admettre que la nébuleuse solaire a hérité de molécules synthétisées avant la formation du système planétaire, dans des conditions comparables à celles observées dans les nuages moléculaires denses.

La recherche des réponses à ces deux questions a constitué l'activité centrale de notre groupe. Ces deux questions ont été résolues par l'étude de systèmes chimiques différents mais toujours en utilisant la propriétés et la répartition dans le système solaire des réservoirs isotopiques. Nous détaillons ci-dessous ces réponses.

#### Question 1

Une étude très fine du profil de dégazage de l'hydrogène des météorites LL3 a démontré qu'il n'existe pas de molécules organiques ultrariches en deutérium, mélangées à de l'hydrogène isotopiquement normal (fig. 2). Ces analyses sont réalisées à partir d'échantillons non traités par les acides, afin d'éliminer toute contamination de l'hydrogène au cours des traitements chimiques. Ce problème de la contamination chimique est examiné plus loin. Ces profils (fig. 2) sont établis à partir d'une série discontinue de mesures : toutes les 30 secondes, la concentration et

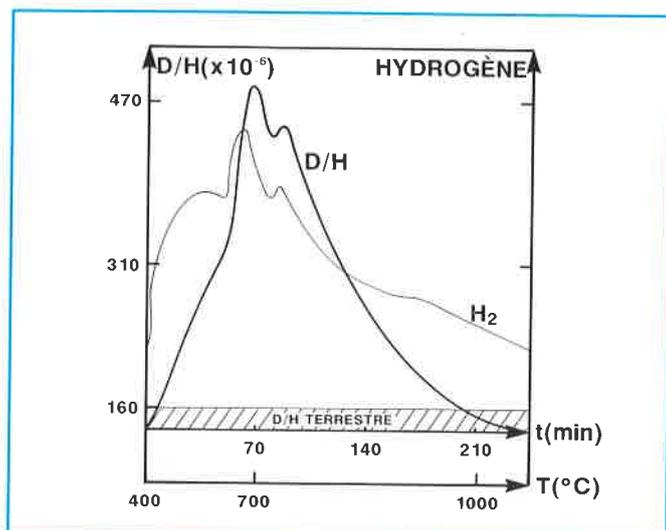


Figure 2. - Profil de pyrolyse, en concentration et en rapport isotopique, des composants hydrogénés extraits d'une météorite riche en deutérium (LL3, cf. § IV). On remarque le dégazage bimodal du constituant riche en deutérium, dégazage qui se superpose au composant dont la composition isotopique est "normale" (c'est-à-dire semblable aux constituants terrestres).

la composition isotopique de l'hydrogène qui est extrait de la roche, sont mesurées. L'augmentation de la température de l'échantillon est une fonction du temps et nous avons donc rapporté, sur le même axe, la durée de l'expérience et la température de la roche.

Ce profil de concentration, bimodal en fonction de la température et/ou du temps, est identique au profil mesuré sur les résidus d'attaque acide des météorites carbonées. Sur la fig. 2, la composition isotopique de l'hydrogène (courbe notée D/H sur la figure, exprimée en valeurs du rapport D/H) et sa concentration (courbe notée H<sub>2</sub>, exprimée en unités arbitraires) sont rapportées en fonction :

- i) de la température de pyrolyse (exprimée en degrés C) de la météorite,
- ii) de la durée de l'expérience (exprimée en minutes).

La zone hachurée (voir fig. 2) représente le domaine de variations des compositions isotopiques dans les roches terrestres les plus communes. L'évolution de la composition isotopique en fonction du temps est toujours semblable pour toutes les météorites étudiées : de l'hydrogène de type terrestre est recueilli au début et à la fin de la pyrolyse et un second composant hydrogène, enrichi en deutérium, vient se superposer à l'extraction du composant "normal". On distingue bien le profil bimodal (en concentration et en rapport isotopique) qui caractérise les macromolécules organiques. Ce profil permet de préciser la concentration et le rapport isotopique de l'hydrogène riche en deutérium qui se mélange avec un constituant isotopiquement terrestre. Il est possible en effet de soustraire point par point la contribution de l'hydrogène "normal" dont la fonction de dégazage est calculée à partir des régions où le D/H reste ou retourne dans le domaine terrestre. L'hôte du deutérium dans les carbonées, les macromolécules insolubles, est donc très semblable à celui piégé dans les météorites de type LL3. Par cette méthode de soustraction, son rapport D/H dans les LL3 a été évalué avec précision :  $1,2 \cdot 10^{-3}$ .

La source de l'hydrogène, dont le rapport isotopique rappelle les compositions observées sur Terre (fig. 1), est vraisemblablement l'argile. Les macromolécules sont intimement mélangées à ces argiles mais leurs relations exactes n'ont pas été étudiées par les

techniques classiques de micro-analyse car le carbone organique est toujours difficilement dosable conjointement aux éléments chimiques majeurs organisés en minéraux. En particulier, plusieurs auteurs voudraient voir dans ces argiles des catalyseurs possibles des réactions de polymérisation. Cette idée reste en suspens...

Les expériences de pyrolyse, illustrées par la fig. 2, ont été renouvelées sur des échantillons de météorites LL3 qui renferment toujours les plus grands enrichissements en deutérium. Jamais ces météorites n'ont révélé la présence d'un constituant dont le rapport isotopique excède  $1,2 \cdot 10^3$ . Par conséquent, il n'y a aucune trace de rapports isotopiques typiquement interstellaires dans les météorites.

L'évaluation de la contamination des acides sur la composition isotopique des macromolécules a été réalisée très précisément en renouvelant la préparation des résidus avec plusieurs acides marqués industriellement en deutérium. Le comportement théorique de ces expériences est connu depuis longtemps et a permis de conclure que 1) la contamination est négligeable ( $\leq 7\%$ ) et 2) il n'y a aucune indication d'un composé ultrariche en deutérium - de type interstellaire - présent à l'état de trace.

La différence d'un ordre de grandeur entre la composition isotopique des molécules organiques interstellaires ( $D/H \geq 2 \cdot 10^{-2}$ ) et des macromolécules organiques météoritiques ( $D/H \leq 1,2 \cdot 10^{-3}$ ) est donc bien réelle. La conclusion s'impose : si ces molécules interstellaires ont existé au début de la formation du système solaire, elles n'ont pas subsisté à la formation planétaire. Par contre, la synthèse des macromolécules organiques ne résulte pas de la polymérisation de ces molécules simples de type interstellaire. En effet, les fractionnements isotopiques qui accompagnent la polymérisation sont bien connus et les compositions isotopiques des précurseurs interstellaires auraient été préservées. Il doit donc exister des voies de synthèse qui conduisent directement à cette polymérisation mais à partir de précurseurs beaucoup moins enrichis en deutérium que ceux observés dans les nuages moléculaires denses. Ces réactions spécifiques ne sont, pour l'instant, pas connues.

Tous ces travaux sur le rapport isotopique de l'hydrogène ont donc permis de répondre à la première question.

## Question 2

La question de l'origine solaire ou non-solaire de ces macromolécules a été réglée par l'étude de trois isotopes de l'oxygène organique. Cette détermination est particulièrement décisive : tous les corps du système solaire, issus de la même région de la nébuleuse primitive, se placent sur les droites de pente 1/2 dans un diagramme des variations des compositions isotopiques des trois isotopes de l'oxygène, variations exprimées en valeurs relatives. Sur la figure 3, les variations des rapports isotopiques de l'oxygène ( $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$  et  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) sont rapportées en valeurs relatives (unités  $\delta$  sur la figure), exprimées en pour mille, par rapport aux compositions isotopiques des océans terrestres prises arbitrairement comme références (elles sont à l'origine des axes). Chacune de ces droites de pente 1/2 représente le lieu géométrique d'une abondance constante en oxygène 16. Hormis la nucléosynthèse stellaire, il est admis qu'aucun mécanisme physico-chimique ne peut faire varier cette abondance dans différents composés issus d'un réservoir isotopiquement homogène. Par exemple sur Terre, les océans, l'atmosphère, les roches et les plantes se placent tous sur une corrélation unique de pente 1/2. C'est la loi du fractionnement de masse. Les météorites, suivant leur classe, définissent plusieurs corrélations (cf. Orgueil et les météorites carbonées) reflétant ainsi l'inhomogénéité en oxygène 16 de la nébuleuse primitive. Certains minéraux de la météorite d'Allende définissent une corrélation de pente 1 qui serait due à l'injection dans la nébuleuse, peu de temps avant la forma-

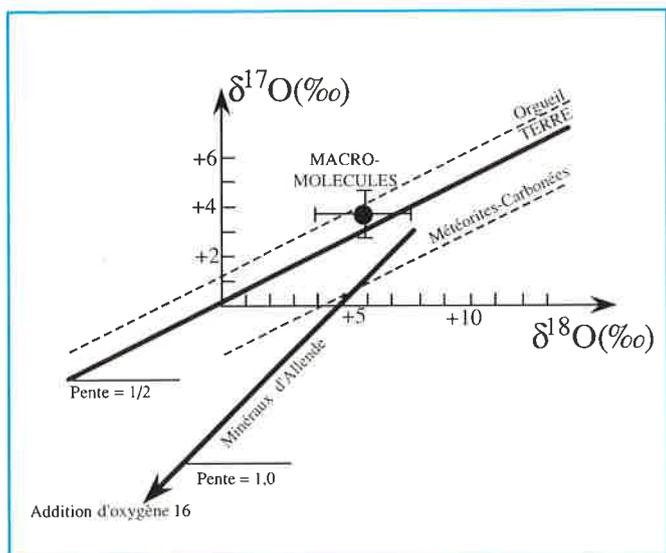


Figure 3. - Rapport isotopique  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$  en fonction de  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  (exprimés en variations relatives : unités  $\delta$ ). Contrairement aux grandes variations observées dans la Galaxie, la composition des macromolécules extraites des météorites est indistinguable de celle de la majorité des objets du système solaire. Ces constituants organiques ont donc été synthétisés dans le gaz solaire qui est à l'origine du système planétaire (cf. § IV).

tion des planètes, d'oxygène très enrichi en isotope 16, synthétisé lors de l'explosion d'une supernovae. Le milieu interstellaire étant très inhomogène chimiquement, ces inhomogénéités se sont donc préservées dans la nébuleuse protosolaire.

L'oxygène organique a donc été extrait de la météorite d'Orgueil (une chondrite carbonée) et ses deux compositions isotopiques en oxygène ont été déterminées. De plus, les pollutions possibles par les acides ont été estimées par les mêmes techniques utilisées pour l'hydrogène. Le résultat global de ces déterminations est rapporté sur la figure 3 : l'oxygène organique a une composition isotopique identique à la majorité des objets mesurés jusqu'à présent dans le système solaire. Ce test est sans ambiguïté : les macromolécules, riches en deutérium, ont été synthétisées dans la nébuleuse solaire à partir du même gaz où l'ont été les planètes. Il nous faut donc admettre que le système solaire, à sa formation, est passé par un stade semblable à ce qui est observé dans les nuages moléculaires denses. Des macromolécules y ont été synthétisées et sont encore préservées dans les météorites les plus primitives. Nous avons donc répondu à la seconde question.

L'ensemble des données sur le rapport isotopique D/H dans le système solaire est résumé dans la figure 1. Sur cette figure on distingue deux grandes régions : la région qui correspond à des rapports isotopiques supérieurs à  $3 \cdot 10^{-2}$  et inférieurs à  $3 \cdot 10^{-5}$ . Il s'agit, respectivement, des régions qui caractérisent les compositions isotopiques des molécules organiques interstellaires et celle de la nébuleuse protosolaire. Notons que la composition isotopique de l'hydrogène interstellaire est aujourd'hui sensiblement plus faible que  $3 \cdot 10^{-5}$ . Ce petit écart est attribué à la consommation du deutérium par les étoiles qui n'a cessé depuis 4,55 milliards d'années, date de la formation du système solaire. Remarquons aussi que les planètes géantes (Jupiter et Saturne), qui n'ont pas perdu leur atmosphère primitive, conservent un rapport isotopique semblable à celui du milieu interstellaire moyen. Dans le grand rectangle, nous avons rapporté l'ensemble des variations isotopiques mesurées dans les argiles et dans les macromolécules des météorites. Les molécules interstellaires fragiles, très enrichies en deutérium, ne sont pas présentes dans

les météorites. Apparemment elles n'ont pas survécu à la formation planétaire. Elles ne sont pas non plus à l'origine des macromolécules car sinon, à cette échelle, les macromolécules devraient présenter des compositions indistinguables des molécules organiques interstellaires. Ensuite, si l'on dresse un bilan des rapports D/H dans le système solaire, on observe la position intermédiaire de la Terre : elle est systématiquement plus riche en deutérium que les argiles des météorites et systématiquement plus pauvre que les macromolécules. Une nouvelle conclusion semble s'imposer : la Terre primitive a hérité de ces molécules organiques qui ont enrichi l'exosphère de la Terre en deutérium.

## V. LES MACROMOLÉCULES DES MÉTÉORITES DANS LE MILIEU INTERSTELLAIRE ?

Tout ce travail pose le problème de la présence de telles macromolécules dans le milieu interstellaire. En fait, plusieurs auteurs ont détecté, dès le début des années 80, des structures organiques aromatiques dans le milieu interstellaire. Mais ces molécules n'ont pas été repérées dans les météorites. En 1986, un groupe d'astrophysiciens a obtenu un spectre dans le domaine de l'infrarouge, révélant la présence de molécules aliphatiques simples dans le milieu interstellaire. Plus précisément, il s'agit du milieu interstellaire diffus qui s'observe dans la direction du centre de la Galaxie (vers une source nommée IRS7). Toutefois, plusieurs tentatives pour reproduire ce spec-

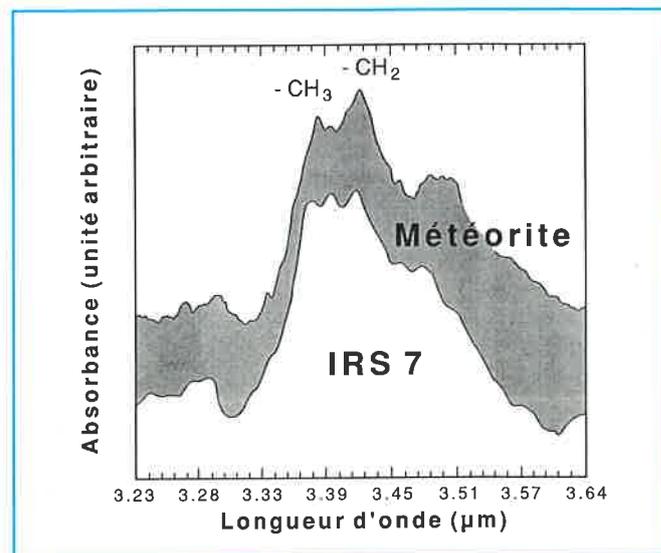


Figure 4. - Le spectre infrarouge des macromolécules organiques extraites des météorites reproduit presque parfaitement l'observation réalisée dans la direction du centre de la Galaxie (noté IRS 7). Ces spectres caractérisent les radicaux  $-\text{CH}_2$  et  $-\text{CH}_3$  des chaînes carbonées aliphatiques. Des molécules organiques interstellaires auraient donc été préservées intactes dans les météorites carbonées (cf. § V).

\* La structure précise des macromolécules météoritiques n'a, malheureusement, pas été étudiée en laboratoire et seules leurs compositions élémentaires sont connues :  $\text{C}/\text{H} = 1,8 \pm 0,3$ ,  $\text{C}/\text{N} = 12 \pm 3$  et  $\text{C}/\text{O} = 30 \pm 10$ . Les barres d'erreur sur ces valeurs - qui sont très supérieures à la précision sur les mesures - représentent leur domaine de variation. Ces variations attestent de la grande hétérogénéité du matériel organique dans les diverses classes de météorites.

tre en laboratoire, à partir de molécules industrielles ou naturelles, se sont révélées infructueuses.

Nous avons comparé ce spectre interstellaire avec un spectre obtenu en laboratoire à partir de deux séries de macromolécules extraites de deux météorites carbonées différentes (fig. 4). Ces matières organiques météoritiques\* reproduisent presque parfaitement l'observation réalisée dans le milieu interstellaire. Ce spectre caractérise les radicaux  $-CH_2$  et  $-CH_3$  de ponts aliphatiques qui existent entre les cycles. En fait, les macromolécules sont très condensées, et une analyse chimique globale montre qu'il y a, en moyenne, 8 cycles saturés pour 2 chaînes aliphatiques contenant environ 3  $-CH_2$ . Ces cycles aromatiques ne produisent aucune signature spectrale car les raies correspondantes aux aliphatiques sont beaucoup plus intenses.

Une comparaison détaillée avec les spectres fournis par des macromolécules d'origine biologique (terrestre) montre clairement le caractère unique de la matière organique du milieu interstellaire. La matière organique d'origine biologique se dégrade sur le sol ou le fond des océans mais une petite partie est enfouie sous la forme de kérogènes. Ces kérogènes vont évoluer en fonction du degré d'enfouissement de la roche mère et vont donc subir une évolution thermique qui dégrade leurs structures et modifie leurs compositions chimiques. Les spectres infrarouges de ces kérogènes ont été analysés autour de  $3,3 \mu m$  afin de mieux juger des différences entre les signatures spectrales de ces macromolécules terrestres et celles du milieu interstellaire. Il est particulièrement frappant de constater que les spectres météoritiques et interstellaires sont uniques avec des rapports d'intensité des radicaux  $CH_2$  et  $-CH_3$  d'environ 1, ce qui corres-

pond à un rapport  $-CH_2/-CH_3$   $\approx 0,66$  (fig. 4). Des expériences de pyrolyse ont montré que ce rapport est très sensible à la température : chauffées à  $200^\circ C$ , les macromolécules perdent une grande quantité d'hydrogène et la quasi-totalité de leur azote. Passé  $200^\circ C$ , leur spectre ne présente plus une ressemblance aussi marquée avec le spectre interstellaire. La fragilité thermique des chaînes aliphatiques est probablement à relier avec la présence d'une liaison azote entre le carbone de la chaîne et celui du cycle. L'azote, très abondant dans ces macromolécules météoritiques, serait donc à l'origine de la ressemblance avec la matière interstellaire.

A partir des spectres de laboratoire, nous avons estimé que 50 % du carbone total du milieu interstellaire est sous la forme de ces macromolécules. Il n'y a donc rien d'étonnant à retrouver ces structures organiques dans le nuage qui a donné naissance au système solaire. Il est plus étonnant de les retrouver intactes dans les météorites.

L'analogie entre les spectres météoritiques et interstellaires n'a pu être réalisée qu'autour de  $3,5 \mu m$ . Au-delà de  $6 \mu m$ , d'autres groupements organiques apparaissent dans le spectre météoritique établi au laboratoire. Malheureusement, il n'est pas possible d'examiner, à partir des mesures réalisées depuis la Terre, ces régions du spectre interstellaire. Les autres groupements organiques, qui apparaissent au-delà de  $6 \mu m$  dans le spectre météoritique, n'ont donc pas pu être comparés avec ceux des molécules interstellaires. Ce sera chose faite en 1993 avec le satellite ISO qui établira, dans la direction d'IRS7, un spectre infrarouge complet entre 1 et  $15 \mu m$ . Nous en aurons alors le cœur net. ■

## STRASBOURG, CAPITALE EUROPÉENNE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Les 22-23 avril 1993, Strasbourg accueille la 2e session plénière du Comité national de la recherche scientifique sur le thème "Perspectives européennes de la recherche scientifique". Près d'un millier de scientifiques européens sont attendus dans la capitale de la communauté. Les débats seront animés par 63 scientifiques internationaux représentant 10 pays européens.

La recherche scientifique est un atout pour l'Europe et, l'Europe, un atout pour la recherche. Encore faut-il que cette Europe soit mise en place en tenant compte des avis et propositions des scientifiques qui en sont les acteurs et qu'elle réponde aux grands problèmes de société qui se posent aujourd'hui.

La conjoncture actuelle, liée à l'adoption du traité de Maastricht et à la préparation du 4e programme cadre, a amené le CNRS, premier organisme de recherche fondamentale en Europe, à organiser cette session avec un double objectif :

- mener une réflexion rigoureuse et de qualité sur les grands sujets d'actualité,
- aboutir à des propositions concrètes et dynamisantes pour une Europe scientifique toujours plus efficace.

Six tables rondes sont au programme :

- 1 - Modes de concertation et d'intégration de la recherche en Europe (préciser ce qui peut singulariser une recherche européenne, proposer des procédures de concertation et d'intégration, évaluer l'importance du contexte et le poids des spécificités françaises).
- 2 - Laboratoires et réseaux en Europe (composante européenne dans un organisme de recherche national, les relations avec le monde industriel, problèmes humains et juridiques, un cas vécu de création d'un laboratoire européen associé).
- 3 - Communication, vie associative, publications, langues (envisagées sous l'angle espace européen, le cas des sociétés savantes, la circulation de l'information).
- 4 - Évaluation de la recherche en Europe (évaluation des coopérations et de la recherche).
- 5 - L'Europe des hommes : carrière et mobilité (statut du jeune chercheur, statut et carrière des chercheurs, lieux d'échange).
- 6 - Les relations internationales de l'Europe avec le monde (définir les propriétés thématiques, évolution des relations,

impact économique, moyens à mettre en œuvre).

Ces six tables rondes sont organisées sur deux demi-journées et seront suivies par des propositions concrètes présentées par Alain Costes, directeur du Laboratoire d'automatique et d'analyse des systèmes (CNRS-Toulouse), rapporteur général de la session.

Rappelons que la 1re session plénière "Carrefour des sciences" s'est tenue les 12 et 13 février 1990 à l'Unesco, à Paris, et était consacrée à l'interdisciplinarité.

Le Comité national de la recherche scientifique du CNRS se compose de 40 sections de 21 membres renouvelés tous les 4 ans dont le rôle principal est d'évaluer les programmes de recherche, de faire des propositions sur la création, la suppression et le renouvellement des laboratoires ainsi que sur la promotion des chercheurs ; à cette tâche d'évaluation s'ajoute une mission de réflexion et de prospective.

Le CNRS participe à la vie scientifique internationale :

- par le biais des grands équipements européens (CERN, ESO, ESA),

- par des accords directs de collaboration entre organismes,

- par l'ouverture aux équipes étrangères des installations gérées dans un cadre national (le grand accélérateur national d'ions lourds : GANIL, le Laboratoire pour l'utilisation du rayonnement électromagnétique (LURE, ...), par la création d'antennes situées à l'étranger pour des actions très importantes avec l'Europe de l'Ouest, avec :

. les programmes internationaux de coopération scientifique (PICS) pour des actions

pluriannuelles entre partenaires bien identifiés,

. les laboratoires européens associés (LEA) avec des groupes de recherches européens,

. le Club des organismes de recherche associés (CLORA), créé avec d'autres organismes et la direction de l'enseignement supérieur des télécommunications, qui fonctionne avec un "réseau Europe" mis en place dans les départements scientifiques, dans les PIR (programmes interdis-

ciplinaires de recherche) ou dans les délégations régionales,

. les groupements de recherche européens (GDRE) qui permettent à un véritable réseau européen de coopérer autour d'un projet bien défini et évalué,

- et aussi par des initiatives avec l'Europe centrale et orientale et avec la Communauté des Etats Indépendants (CEI) : avec des missions d'évaluation souvent suivies par des séminaires sur l'organisation de la recherche et le jumelage de laboratoires

### DES BIOMACROMOLÉCULES À RÉSISTANCE CHIMIQUE EXCEPTIONNELLE

L'étude des parois cellulaires de certaines microalgues a montré la présence de macromolécules, les algaénanes, caractérisées par une résistance aux attaques chimiques exceptionnelles pour des composés biologiques.

Etant donné l'inertie des algaénanes, leur structure chimique a été essentiellement étudiée par pyrolyse (dégradation thermique par chauffage en absence d'oxygène). L'identification des produits de pyrolyse a montré que les algaénanes sont constituées d'un réseau de longues chaînes hydrocarbonées. Ces chaînes sont reliées par des ponts éther ; on note également la présence de groupes esters et, dans certains algaénanes, amides. Ces biomacromolécules comportent donc des liaisons qui sont, en principe, facilement coupées par des attaques acides et/ou basiques. L'inertie des algaénanes envers de telles attaques résulte en fait de la protection fournie, à ces liaisons, par le réseau de chaînes hydrocarbonées. Ce réseau empêche l'accès des réactifs de coupure aux zones potentiellement fragiles, en particulier aux ponts éther qui relient les chaînes et assurent la cohésion de la structure macromoléculaire.

Par ailleurs, des analyses sur la matière organique fossile- le kérogène - de divers roches mères pétrolières ont montré que celles-ci dérivent de la préservation de ces mêmes constituants macromoléculaires de parois de microalgues (par préservation sélective). Ces biomacromolécules ont donc pu subsister, sans aucune altération, à des périodes d'enfouissement allant jusqu'à plusieurs centaines de millions d'années. De plus, étant donné leur structure basée sur un réseau de chaînes hydrocarbonées, elles conduisent à un matériau

fossile possédant un potentiel pétrologène extrêmement élevé.

Ces travaux interdisciplinaires ont été effectués par deux équipes associées au CNRS, chimistes de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris (ENSCP) et "microscopistes" de l'École Normale Supérieure de Paris ; elles ont également bénéficié du soutien de la société Elf Aquitaine.

*Claude Largeau, ENSCP, 11, rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 43.29.51.02.*

*Claire Berkaloff, ENS, 45, rue d'Ulm, 75005 Paris. Tél. : (1) 44.32.35.25.*

### LE CENTRE DE BIOCHIMIE STRUCTURALE INAUGURÉ À MONTPELLIER

Le Centre de Biochimie Structurale (CBS) a été inauguré en février dernier par M. Hubert Curien, ministre de la Recherche et de l'Espace. Il s'agit d'une unité mixte de recherche CNRS-université Montpellier 1. Côté CNRS, il dépend du département des Sciences chimiques. Il a été créé dans le cadre du programme interdisciplinaire Imabio (Ingénierie des macromolécules biologiques), afin de regrouper et développer en un seul site les moyens et les compétences nécessaires à l'analyse structurale des macromolécules biologiques, les protéines en particulier, par les méthodes physiques - la résonance magnétique nucléaire (RMN) à très haute résolution et la cristallographie par diffraction des rayons X - associées à la modélisation moléculaire informatisée. Montpellier prend ainsi place parmi les pôles français privilégiés par le CNRS pour le développement de la biologie structurale.

Les chercheurs regroupés au CBS, qui ont déjà établi des structures de protéines, participent à de nouveaux projets portant

sur les protéines du muscle lisse et de la contraction, les peptides hormonaux agissant sur les protéines du cycle cellulaire ou sur certains oncogènes impliqués dans les processus de cancérisation.

Le CBS a également vocation à l'enseignement et à la formation dans des disciplines en rapide évolution, aussi importantes pour les sciences fondamentales que pour leurs applications en biotechnologie et en pharmacologie.

La création du CBS représente une opération exemplaire de régionalisation, reconnue par le CIAT. Elle est fortement soutenue par la région Languedoc-Roussillon et les programmes intégrés méditerranéens. L'effectif, à ce jour, d'une vingtaine de chercheurs, universitaires et doctorants, devrait rapidement atteindre une trentaine de personnes.

Les investissements atteindront fin 1993 environ 14 MF, principalement consacrés à l'acquisition des équipements mi-lourds. La faculté de pharmacie a offert des locaux (surface initiale de 300 m<sup>2</sup>) et l'université Montpellier I les a rénovés.

*Jean-Marc Lhoste, Centre de Biochimie Structurale, Faculté de pharmacie, 15, av. Charles Flahaut, 34060 Montpellier Cedex. Tél. : 67.04.34.30.*

### RAPPORT DE CONJONCTURE 1992 DU CNRS

Le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) a présenté en février dernier, son 2<sup>e</sup> rapport de conjoncture qui fait le point sur l'état actuel de la science, ses perspectives, les voies nouvelles qui s'ouvrent à elle et qu'elle se doit d'explorer (c'est en 1988 que le Comité national a entrepris la rédaction de son premier rap-

port, organisé par thème et non pas, comme les années précédentes, par discipline).

Ce rapport établi sous la responsabilité de Michel Crozon, directeur de recherche au CNRS, est organisé autour de 24 thèmes transdisciplinaires (thèmes repris ou voisins de ceux de 1988) avec, comme nouveautés à signaler, deux thèmes consacrés aux outils de recherche : les instruments et l'instrumentation d'une part, et la modélisation et la simulation d'autre part.

Signalons l'existence, pour le grand public, d'une synthèse intitulée "Les chemins de la science. Regards sur la recherche", parue sous forme d'un supplément au numéro de février de la revue *La Recherche*.

En publiant tous les quatre ans son rapport de conjoncture, l'objectif du CNRS est de faire le point sur la recherche française des dernières années, la situer dans un contexte international, dessiner des perspectives et proposer des recommandations aux décideurs. Une innovation, le texte de cette 2e édition a été soumis à des industriels, aux clubs CRIN en particulier. Cette initiative sera à l'origine de certaines inflexions du schéma stratégique.

Oeuvre collective qui rassemble une multitude de résultats scientifiques, le rapport permet de dégager quelques tendances : les chercheurs ont, aujourd'hui, à faire face à des problèmes de plus en plus complexes, mais ils disposent désormais, notamment grâce à l'augmentation de puissance des ordinateurs, de moyens pour les résoudre. La recherche actuelle a, par ailleurs, un souci croissant des applications et une conscience vive de l'urgence de faire profiter la collectivité des résultats de son travail. Enfin, l'interconnexion entre les disciplines, dont il est de plus en plus malaisé de cerner les frontières, est devenue pour beaucoup la réalité de tous les jours.

## SOCIÉTÉ POLONAISE DE CHIMIE

La Société polonaise de Chimie est manifestement heureuse d'annoncer que, "après avoir subi le contrôle du gouvernement central, elle a restauré son indépendance et assume désormais une totale responsabilité sur l'édition et la diffusion" du *Polish Journal of Chemistry*, anciennement *Roczniki Chemii* (1921-1977).

Toute correspondance, notamment envoi de manuscrits ou abonnements, doit être envoyée au professeur B. Baranowski, *Polish Journal of Chemistry*, ul. Kasprzaka 44/52, PL - 01-224 Varsovie, Pologne. Prix de l'abonnement 1993 (12 numéros) : 250 dollars américains.

La Société Chimique Polonaise est actuellement présidée par le Professeur Z. Galus.

Son dernier congrès (Bialystok, septembre 1992), consacré à la chimie et l'environnement, a connu un succès remarquable (plus de 800 participants). Le prochain congrès annuel se tiendra à Torun du 8 au 11 septembre 1993. Il sera plus particulièrement consacré à la chimie des matériaux.

## 250<sup>e</sup> ANNIVERSAIRE DE LA NAISSANCE D'HAUÏ

L'Association Française de Cristallographie commémore, en 1993, le 250<sup>e</sup> anniversaire de la naissance de l'abbé René Just Hauÿ, considéré comme le créateur de la cristallographie. La réunion annuelle de l'association, qui s'est tenue les 6-8 avril était organisée avec le concours du CNRS (Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales, laboratoire d'optique électronique) pour favoriser la rencontre des chercheurs qui développent et approfondissent les concepts et les techniques de la cristallographie avec ceux qui les utilisent dans leurs travaux en chimie du solide et en chimie inorganique moléculaire.

## LOGICIEL POUR L'ABSORPTION ATOMIQUE

Le logiciel Elite de GBC présenté par Phira (Bussy Saint-Georges) offre de nombreux perfectionnements.

Le sous-programme, IQC (contrôle intelligent de la qualité analytique), propose une procédure automatique de validation des résultats. Il prévoit l'insertion d'échantillons de contrôle et d'échantillons blancs et le réétalonnage périodique au cours de la procédure d'analyse. En four graphite, il réalise des ajouts dosés et calcule le taux de récupération. En cas de dérive des mesures ou de résultats hors normes, il met en œuvre la procédure appropriée à l'incident survenu : reprise de la mesure, analyse d'un contrôle ou d'un blanc, réétalonnage ou arrêt de l'appareil. Enfin, il édite un rapport BPL complet, comportant toutes les informations qui permettent de garantir la qualité et l'authenticité des résultats.

Utilisé avec l'accessoire de rotation automatique du brûleur, il permet d'étendre la gamme dynamique de mesure d'un facteur 25, sans avoir à changer de longueur d'onde, à intervenir sur l'appareil ni à diluer les échantillons.

Le sous-programme de correction automatique de la sensibilité permet de corriger, *a posteriori*, les résultats analytiques de l'influence d'une dérive éventuelle de la

sensibilité observée entre deux étalonnages.

Ce logiciel permet de paramétrer l'accès aux positions des tubes du passeur, de mémoriser les séquences élémentaires fréquemment utilisées et d'attirer l'attention de l'analyste sur les résultats hors normes, en différenciant leur aspect à l'écran comme à l'impression du rapport. Enfin, avec le four graphite, il prévoit l'addition éventuelle d'un second modificateur de matrice.

## GUIDE LOGICIEL POUR L'ACQUISITION DE DONNÉES

Gratuit et en français, DAQ Designer (version 1993 réactualisée) est un logiciel d'aide à la sélection des composantes de systèmes d'acquisition de données sur PC. Interactif, il interroge l'utilisateur à l'aide d'une interface graphique (un écran VGA est nécessaire). Les réponses aux questions posées permettent de caractériser l'application (types et nombres de signaux et de capteurs en jeu, besoins en conditionnement de signaux, etc.). DAQ Designer recommande alors des cartes d'E/S enfichables, des produits de conditionnement, des accessoires de câblage, et des logiciels adaptés à l'application. Le but d'un tel guide logiciel est d'éliminer la tâche fastidieuse de recherche dans les catalogues, et les risques d'erreurs de choix. Il assure en plus l'interopérabilité des éléments sélectionnés.

## KIT DE DÉMONSTRATION DE LABVIEW POUR WINDOWS

Le kit de démonstration de la nouvelle version de LabView pour Windows est disponible, gratuitement et en français. Il se compose de deux disquettes et d'un guide de 60 pages permettant de découvrir la programmation graphique et ses nombreuses applications dans le domaine de l'acquisition de données et du contrôle d'instrumentation de mesure. L'utilisateur explore un instrument virtuel (VI) complet, puis bâtit lui-même un VI en partant de zéro, pour enfin découvrir diverses capacités de LabView, sous forme d'exemples.

Cette démonstration nécessite au moins un PC 386 équipé d'un coprocesseur, de 8 Mo de RAM, d'un écran VGA, et de Windows 3.1.

National Instruments France, Centres d'affaires Paris-Nord - BP 217 - 93153 Le Blanc Mesnil. Tél. : (1) 48.65.33.70 (télécopie : (1) 48.65.19.07).

# Présentez (bien) vos travaux :

## *Les rétroprojections*

Des recommandations déjà anciennes \*, sous la même signature anonyme, ont donné quelques conseils de bon sens pour la présentation des exposés scientifiques, pour la préparation des diapositives, et pour celle des posters \*\*. Il me manquait alors l'expérience des rétroprojections (= transparents \*\*\*). Je l'ai acquise peu à peu, et crois pouvoir vous la communiquer : les précédentes recommandations, même si elles ne sont pas toujours suivies aveuglément, ont été considérées par certains comme utiles puisqu'elles ont été traduites en anglais, allemand, espagnol, chinois, russe, etc.

De plus en plus souvent, nous utilisons nos excellentes imprimantes-laser, photocopieurs et projecteurs pour préparer (souvent au dernier moment) des transparents à projeter - le résultat est parfois franchement mauvais. Un transparent n'est pas une diapositive, mais un moyen différent de transmettre les messages, et il faut les utiliser différemment. Bien sûr, les recommandations qui suivent ne s'adressent pas aux artistes de la rétroprojection ; si vous avez su vous donner un style efficace de présentation, n'en changez pas, mais envoyez à *L'Actualité Chimique* vos propres conseils.

### ■ AVANT DE COMMENCER

Si vous devez parler devant plus de 100 personnes, utilisez des diapositives, sauf si vous êtes certain de pouvoir disposer de l'un des superbes rétroprojecteurs à arc à xénon parfois disponibles dans les centres de congrès de luxe (j'ai moi-même pu, dans une salle de 2 500 places, en utiliser deux en parallèle avec des résultats spectaculaires).

N'engagez pas de projectionniste. Ceci vous priverait de l'avantage majeur des transparents sur les clichés : la possibilité de révéler peu à peu leur contenu, ligne par ligne, paragraphe par paragraphe, formule par formule, équation par équation, en faisant glisser une feuille de papier sur le transparent, ou de les superposer.

Ne cherchez pas à restreindre le nombre de transparents, malgré leur prix ridiculement élevé : il est essentiel que chacun d'entre eux ne contienne que peu d'information, mais qu'elle soit très facile à lire. Par exemple, sur une feuille A-4 (21 x 29,7 cm), n'utilisez qu'une surface de 18 x 24 cm au maximum, n'écrivez que 6-8 lignes de texte, et utilisez de très grands caractères comme, par exemple :

## Helvetica gras 25 ou 30 pt

Vérifiez vous-même votre projecteur avant la conférence :

Où est l'interrupteur ? Quel est le côté sous le vent du ventilateur (pour éviter les envois intempestifs de vos documents) ? Le réglage est-il correct ? Le champ n'est-il pas trop grand pour l'écran ? L'optique est-elle propre (n'essayez *jamais* le miroir, aluminisé sur sa face extérieure, mais les lentilles méritent souvent un sérieux coup de torchon) ? Bien sûr, tout ceci devrait avoir été fait par les organisateurs, mais s'il y a des incidents, ce sera vous qui en souffrirez.

Ne conservez pas vos transparents dans des enveloppes en plastique, d'où ils sortent avec difficulté, et n'intercalez pas pour les séparer du papier pelure, mais du bon 80 g ordinaire : vous aurez moins d'ennuis avec l'électricité statique.

Si vous pensez avoir à écrire sur vos transparents pour ajouter de l'information en cours de route, ou pour souligner un point important, apportez votre jeu de marqueurs (en choisissant selon les cas "soluble à l'eau" si vous voulez pouvoir nettoyer vos transparents, ou les "permanent").

### ■ PENDANT VOTRE EXPOSÉ

Ne faites pas d'ombre chinoise en vous plaçant dans le faisceau du projecteur : vérifiez de temps en temps que vous restez bien discrètement en dehors du champ.

Utilisez toujours la technique de révélation progressive mentionnée plus haut, en faisant glisser une feuille de papier sur le transparent \*\*\*\*.

Si vous utilisez deux projecteurs, cherchez à les "spécialiser" : par exemple l'un pour le texte, l'autre pour les structures ou les équations ou les diagrammes.

Essayez de ne pas mélanger les transparents après usage : vous risquez d'en avoir besoin pendant la discussion.

Utilisez soit un laser sur l'écran, soit un crayon sur le transparent lui-même ; la seconde technique est préférable, mais vérifiez bien de temps en temps que vous ne cachez pas l'écran.

Bon laïus ! ■

G.O.

\* "Présentez bien les résultats de vos recherches. Aide-mémoire destiné aux chimistes participant activement aux réunions internationales de chimie", *L'Actualité Chimique*, mars 1981, 27-30.

\*\* *J'ai lutté pour que poster [pouster] = affiche f se dise affiche ; j'ai renoncé depuis que nos ministres disent poster [po'ster].*

\*\*\* Gardons "transparents" jusqu'à ce que nos ministres disent overheads.

\*\*\*\* Réfléchissez : on vient de me dire que cette technique débouche parfois sur des excès. Évitez de tomber dans le ridicule.

# Fiche logiciel n° 2

## MAD

Auteurs et/ou diffuseurs : **CRPF et Aquitaine Systèmes**

### RESSOURCES

MAD est opérationnel sur :

- IBM PS/2 - Système : UNIX
- IBM 30XX, 43XX et 93XX - Système : S/370 VM ou MVS
- IBM 6150 et RISC 6000 - Système : UNIX
- Silicon Graphics toute gamme et HP 9000, 300, 800 - Système : UNIX

Logiciels nécessaires : compilateur Fortran, librairie graphique PHIGS

Périphériques : écran graphique haute définition, souris, tablette, rotateur.

### RÉALISATION

Auteurs :

Dr R. Lahana (Centre de recherche Pierre Fabre - Castres), Pr G. Grassy (UPS, faculté de pharmacie - université de Toulouse), Dr J.M. Lefour (École polytechnique - Palaiseau), Dr B. Maigret (CNRS, Strasbourg), Pr J.L. Rivail (LCT - université de Nancy), Pr B. Roux (UCB, université de Lyon).

Langage utilisé : Fortran

Volume des instructions : supérieur à 200 000 lignes

Org. ayant participé au financement : CNRS, IBM, CR Pierre Fabre + Aquitaine Systèmes

Date de la dernière version : janvier 1991

Etat du logiciel : progiciel

Version de démonstration : version bridée

Dév. prévus : dynamique moléculaire (interfaçage Amber), macromolécules, cristallographie.

### DIFFUSION

Contactez Christophe Chamfeuill à la société Aquitaine Systèmes. Tél. : (1) 47.44.40.80

Nature de la diffusion : commerciale

Support de diff. : disquette ou cartouche magnétique

Format : binaire

Suivi du produit : assistance, maintenance et formation assurées. Une version par an. Collaborations envisageables

Conditions financières : les prix sont fonctions de la puissance de la machine. Prix spécial pour les universitaires

Obligations de l'acquéreur : licence d'utilisation, usage à but non lucratif.

Particularités techniques d'installation : installation assurée par la société ou l'utilisateur.

Réf. d'installation : - France : Servier, Delagrangé, CNET, Guerbet, universités...

- Etranger : Rotta Pharma, Lepetit, Himont, IQB, IQS, universités...

Nombre d'installations : supérieur à 60.

### DOCUMENTATION

Guide utilisateur, vidéo de démonstration, plaquette de présentation, jeux de tests.

Accueil possible des personnes intéressées au Centre de recherche Pierre Fabre.

### ADRESSES

Centre de recherche Pierre Fabre, 17, avenue Jean Moulin, 81106 Castres, tél. : 63.71.42.41

Aquitaine Systèmes, Département scientifique, Tour Elf, 2, place de la Coupole, Cedex 45, 92078 Paris la Défense. Tél. : (1) 46.14.16.00

# Fiche logiciel n° 2 - suite

## MAD

### MOTS CLÉS

Modélisation moléculaire  
Graphique moléculaire  
Chimie quantique  
Propriétés physico-chimiques

### DÉFINITION

Développé à partir de collaborations impliquant des laboratoires privés et universitaires, MAD est un outil modulaire de modélisation moléculaire. Le module de base permet la construction et la manipulation de molécules, ainsi que des outils permettant la réalisation d'analyses conformationnelles, et le calcul de propriétés telles que la lipophilie, la répartition de charges.

Le module :

MAD Tsar traite des relations structure/activité,  
MAD Chimiste concerne les calculs de chimie quantique,  
MAD Macro permet la prédiction des structures secondaires (protéines)

### DESCRIPTION

Les différents modules du logiciel fonctionnent dans un environnement "multifenêtrage" de type X-Windows, ce qui confère au produit un niveau de convivialité appréciable.

#### Description des modules

*MAD module de base :*

- construction et manipulation de molécules (organiques, protéines, polynucléotides)
- analyse conformationnelle (mécanique moléculaire), la fonction MCA permet l'exploitation aisée des résultats
- calcul de grandeurs physico-chimiques (lipophilie, potentiels électrostatiques)

*MAD chimiste :*

- calculs de chimie quantique à partir de pré- et postprocesseurs graphiques
- méthodes semi-empiriques améliorées à partir des méthodes CNDO/2, MNDO, MINDO, AM1, PM3

Il permet, entre autres, la simulation de spectres Raman et infrarouge, l'analyse des modes normaux de vibration et la visualisation des niveaux d'énergie ainsi que des orbitales

*MAD Tsar (tools for structure-activity relationships) :* relations structure/activité :

génère et analyse des données à partir d'un jeu de molécules dont on essaye d'expliquer le comportement

L'information créée automatiquement contient les indices de Kier, l'analyse topologique, la reconnaissance de forme, la négentropie et la flexibilité, ainsi que diverses propriétés moléculaires (LogP, charges, RM, inertie, volume, etc.)

Toutes ces données sont ensuite transmises à un ensemble de méthodes statistiques multivariées pour extraire des modèles efficaces et prédictifs (ACP, analyse discriminante, analyse factorielle, autocorrélogrammes, classification automatique, régressions)

*MAD macro :*

Ensemble de méthodes d'analyse théorique de protéines comprenant aussi bien les diverses prédictions de structure secondaire avec évaluation de leur score que des chromatogrammes simulés

MAD est également un logiciel ouvert :

- une version de développement est disponible pour interfacer tout logiciel externe avec MAD
- des touches spéciales sont utilisées pour personnaliser MAD sans avoir recours au code source.

Catalogue ANL (Agence Nationale du Logiciel), BP 239, 54506 Vandœuvre Cedex.

Tél. : 83.91.21.58 (télécopie : 83.27.76.43).

## Position de l'industrie sur l'interdiction des armes chimiques

Les principaux producteurs mondiaux de l'industrie chimique ont exprimé fermement leur soutien en faveur du traité de l'ONU visant à l'interdiction des armes chimiques.

Lors d'une conférence de presse, M. Jacques Puéchal (président du CEFIC, le Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique) s'est exprimé au nom de l'International Council of Chemical Associations (ICCA), qui représente les industries chimiques américaine, européenne, canadienne, japonaise et australienne.

Il a notamment précisé : "l'industrie chimique ne fabrique pas d'armes chimiques en tant que telles, mais nos usines fabriquent des produits civils tout à fait légitimes qui peuvent être utilisés à mauvais escient et détournés de leur fonction d'origine pour devenir des "précurseurs" chimiques (également appelés produits chimiques à double usage). Pour cette raison, ce traité est d'une importance primordiale pour notre branche d'activité" a-t-il insisté. "Nous pensons que le traité, s'il est rigoureusement observé, empêchera tout détournement d'une technologie pacifique à des fins d'armement militaire".

En effet, la convention sur les armes chimiques (CAC) interdit la production, le stockage, la commercialisation et l'utilisation d'armes chimiques et exige de toutes les nations la destruction de tout stock existant de toxiques de guerre.

Elle soumet également, et ce pour la première fois dans l'histoire, toutes les usines de produits chimiques à des procédures de contrôle définies comme les plus rigoureuses auxquelles on soit jamais parvenu.

### Vérifications prévues par la CAC

Ces procédures s'appliquent aux différentes catégories de produits chimiques mentionnées dans le traité.

**Catégorie 1 :** les unités de production des produits chimiques de catégorie 1, qui sont de réelles armes chimiques, sont soumises à un régime très strict. Ces produits ne sont pas fabriqués dans les usines chimiques civiles. Sous réserve de vérifications très poussées, la CAC permet à certaines unités de production à petite échelle d'utiliser des produits de catégorie 1 à des fins de recherche expérimentale.

**Catégorie 2 :** les produits chimiques de catégorie 2 sont des produits considérés comme étant des précurseurs directs des produits de catégorie 1. Ils sont utilisés par l'industrie chimique civile dans toute une série d'applications allant des encres aux produits pharmaceutiques. Le régime de contrôle des produits de catégorie 2 est très détaillé et très rigoureux et prévoit, pour toutes les unités de production concernées, un système de déclarations initiales contenant des informations d'ordre tant qualitatif que quantitatif sur les installations et les produits chimiques utilisés. Ces unités devront également fournir des déclarations annuelles et notifier par avance tout changement prévu dans la production ou l'utilisation des produits traités ou fabriqués.

Un système très poussé de contrôles sur site a été également prévu pour les produits de catégorie 2. Ces inspections visent à vérifier que les installations mentionnées dans les déclarations ne sont pas utilisées pour fabriquer des produits de catégorie 1 et que les quantités de produits de catégorie 2 qui y sont fabriquées correspondent à celles qui ont été déclarées. Les inspections sur site sont limitées aux installations fabriquant des quantités de produits de catégorie 2 supérieures à certains seuils déterminés, ne doivent pas durer plus de 96 heures et sont limitées à deux par an pour chaque installation individuelle.

**Catégorie 3 :** les produits chimiques de catégorie 3 comprennent les précurseurs et certains autres produits chimiques (phosphore, soufre ou fluor) fabriqués à grande échelle. Le régime de contrôle de la catégorie 3 prévoit une déclaration initiale et des déclarations annuelles, ainsi qu'un contrôle des informations par le secrétariat international. Des inspections "surprise" sur site pourront être effectuées dans les unités produisant plus de 200 tonnes par an d'un produit de la catégorie 3.

Inspections exceptionnelles : les procédures de contrôle de la CAC s'accompagnent en outre d'un système d'inspections permettant de contrôler les installations soupçonnées de se livrer à des activités non autorisées. Ces procédures prévoient la notification préalable de la partie qui doit faire l'objet d'une inspection exceptionnelle, la définition d'un périmètre de sécurité autour des installations suspectes et l'accès ultérieur à ces mêmes installations. Il s'agit des procédures les plus strictes et les plus étendues.

### Le point de vue de la profession

*Une grande partie des efforts déployés par les industriels de la chimie lors de la négociation de la CAC visait à la création de procédures de contrôle efficaces. En effet, seuls des programmes de contrôle conçus de manière adéquate permettront de limiter les risques d'intrusions excessives dans des activités de production chimique tout à fait légitimes, tout en optimisant l'efficacité de la CAC. Un certain nombre d'entreprises ont d'ailleurs volontairement proposé de mettre leurs installations de production à disposition de la CAC afin de tester les procédures d'inspection envisagées. Par ailleurs, en juin 1991, les professionnels ont avancé le concept de "vérification surprise" des installations qui a été finalement retenu comme base du régime d'inspection des installations civiles convenu dans le cadre de la CAC. Les professionnels travailleront en collaboration étroite avec la commission préparatoire afin d'élaborer les règles de mise en œuvre des activités de vérification et de contrôle.*

Les procédures prévues par le traité en vue d'inspecter les usines chimiques civiles reprennent en fait la proposition de l'industrie elle-même, faite en juillet 1991 par ses représentants américains, canadiens, japonais, australiens et européens, selon laquelle toutes les usines de produits chimiques civiles devaient être soumises à un droit de regard extérieur, et ce "en tout lieu et à tout moment".

Depuis 1978, l'industrie chimique a apporté son soutien direct aux négociations préparatoires. L'élaboration des différentes clauses, notamment celles concernant les procédures d'inspection, a été menée à bien avec l'aide d'experts de l'industrie chimique.

L'industrie chimique européenne s'est, de longue date, engagée dans la lutte contre les armes chimiques (voir ci-après).

### Mesures prises par l'industrie chimique européenne

**1987.** Au début de l'année, un groupe d'experts est spécialement constitué au CEFIC pour suivre de près l'élaboration du projet de conventions de l'ONU. Des principes communs sont adoptés entre les représentants industriels de plusieurs pays en vue de l'audition des experts par les diplomates de Genève, qui a lieu en juin. En décembre, un premier courrier du

CEFIC, apportant une série de commentaires sur le champ d'application, les questions de confidentialité, les inspections et les contrôles prévus par le projet de convention, est communiqué aux diplomates.

**1988.** Un échange de vues avec les associations américaine et japonaise a lieu en janvier afin d'adopter, dans la mesure du possible, des positions communes. Plusieurs documents sont ensuite préparés par les experts des associations nationales de l'industrie chimique à l'occasion d'une seconde réunion avec les diplomates de Genève, en juillet. Une nouvelle consultation est organisée par le CEFIC et la CMA (Chemical Manufacturers Association - États-Unis) au siège de l'ONU à New York. L'industrie fait part à cette occasion de requêtes spéciales portant sur le respect de la confidentialité et propose des mesures d'inspection qualitative des sites.

**1989.** Cette année est placée sous le signe d'événements de toute première importance dus à l'utilisation d'armes chimiques dans le conflit Iran-Irak. Le premier de la série a lieu en janvier avec la conférence gouvernementale réunissant, à Paris, 149 pays qui manifestent leur soutien aux négociations de Genève. Le second événements est la conférence gouvernements-industrie qui se réunit en septembre à Canberra (Australie). Le CEFIC et d'autres associations décident d'y participer en y envoyant représentants et experts. A cette occasion, l'industrie chimique affirme officiellement son soutien et offre son assistance technique aux diplomates de l'ONU pour les aider à adopter rapidement un texte exploitable pour la convention.

**1990.** Après la conférence de Canberra, le groupe d'experts du CEFIC se trouve renforcé et devient le groupe de travail "lutte anti-armes chimiques". Le travail de ce groupe est matérialisé par plusieurs documents dont certains sont communiqués aux diplomates lors de la traditionnelle session de juin ; il s'agit de trois documents portant sur les questions de confidentialité, les inspections ad hoc et la classification des produits chimiques.

**1991.** L'accélération du rythme des négociations de Genève exige de l'industrie des efforts de plus en plus grands pour s'attaquer à des problèmes majeurs. En juin, de nouvelles positions du CEFIC sont adoptées, en accord, cette fois-ci, avec la CMA (positions également soutenues par les associations japonaise, canadienne et australienne) et portant sur les inspections de contrôle, les procédures de déclaration/vérification de l'industrie chimique et la définition des produits à faible concentration. En décembre, à la suite d'une consultation informelle avec les diplomates concernés, un document commun CEFIC/CMA présente les commentaires de ces

associations sur une nouvelle proposition du groupe des diplomates des pays occidentaux portant sur le processus de contrôle de l'industrie chimique.

**1992.** Une consultation informelle a lieu en janvier en présence de diplomates du "groupe occidental" : les experts du CEFIC et de la CMA y exposent leurs vues sur le processus de contrôle de l'industrie chimique. De nouveaux documents CEFIC/CMA confirment, en février, leurs positions.

Depuis mars, grâce au VCI (Verband der Chemischen Industrie - association de l'industrie chimique en Allemagne) et à l'action d'autres représentants du groupe de travail du CEFIC, la nouvelle présidence allemande du comité ad hoc peut bénéficier de la présence constante d'experts de l'industrie chimique à Genève. Les positions du CEFIC sur les nouvelles propositions de l'article VI (portant sur les activités de l'industrie chimique) sont présentées aux diplomates en tant que bilan de la présence des experts à Genève et des contacts bilatéraux établis entre les différentes associations nationales et leurs gouvernements respectifs. Le texte définitif de la convention est satisfaisant. Le CEFIC et la CMA ainsi que les autres associations de l'ICCA adressent, à la fin du mois d'août, une lettre de félicitations à M. l'ambassadeur von Wagner dans laquelle ils demandent expressément que l'industrie chimique demeure un partenaire de la commission préparatoire.

#### Commission préparatoire de la CAC

La commission préparatoire est l'entité provisoire de la convention sur les armes chimiques. Le traité (*cf. encadré ci-contre*) prévoit la constitution d'une commission préparatoire dans les jours suivant sa ratification par 50 états. La commission préparatoire est chargée d'établir le cadre de mise en application de la CAC et de préparer son entrée en vigueur (180 jours après sa ratification par un 65<sup>e</sup> pays, mais pas moins de 2 ans après le début des signatures).

Au cours des deux à trois années d'existence de la commission préparatoire, son personnel est destiné à devenir peu à peu partie intégrante de la CAC. La commission préparatoire se composera notamment d'un secrétariat technique chargé de préparer les procédures de publication d'informations, d'archivage et de contrôle prévues aux termes de la CAC.

Un certain nombre de domaines ne sont abordés par la CAC que d'une manière générale, notamment en ce qui concerne les dispositions prévues pour les contrôles dans l'industrie chimique. L'une des tâches importantes de la commission préparatoire consistera donc à établir des procédures plus détaillées. Ses autres fonctions recourent pour l'essentiel :

#### Le traité

Le comité *ad hoc* sur les armes chimiques de la conférence de Genève a mené son travail à bien. Un projet de convention a été présenté par le président du comité le 22 juin 1992. Le résultat était équilibré : ce projet de texte prenait en compte les exigences finales des représentants des états membres à Genève. Il a ensuite été diffusé dans toutes les capitales concernées pour que les gouvernements des états membres puissent donner leur avis, ce qui n'a donné lieu qu'à des amendements mineurs. Une version révisée du texte a été rédigée puis approuvée par le comité ad hoc et par la conférence sur le désarmement.

Ce projet de convention a été soumis à l'Assemblée générale des Nations Unies, le 3 septembre 1992. L'étape suivante fut la signature du traité par 50 états lors d'une conférence à Paris, le 13 janvier 1993. Dans les 30 jours suivant la signature du traité, le secrétaire général des Nations Unies devait convoquer en première session une commission préparatoire ayant pour fonction d'élaborer des mesures préparatoires à la mise en oeuvre de la convention.

La convention entrera en vigueur 180 jours après la réception de la ratification par un 65<sup>e</sup> état, mais au plus tôt deux ans après le début des signatures.

Une fois la convention entrée en vigueur, une organisation d'interdiction des armes chimiques sera constituée ; elle aura pour fonction de veiller à ce que les déclarations d'intention et les inspections soient conformes aux dispositions de la convention.

- la constitution d'une infrastructure permettant la mise en oeuvre de la convention (bureaux, laboratoires et/ou accords contractuels) ;
- l'embauche et la formation du personnel et le développement des méthodes de formations ;
- la définition d'une structure analytique destinée aux opérations de contrôle, avec acquisition d'outils et de procédures analytiques préexistants ou conçus spécifiquement à cet effet, ainsi que des échantillons adéquats, et normalisation de ces techniques ;
- la définition des procédures d'inspection, y compris la réalisation d'inspections-tests ;

- la préparation de procédures de traitement et de publication des informations, y compris de mesures destinées à assurer la protection des informations professionnelles confidentielles.

*Le point de vue de la profession*

*L'existence de la commission préparatoire et les mesures de mises en œuvre au niveau national sont les deux facteurs principaux qui permettront de définir l'impact de la CAC sur l'industrie chimique. Pendant toute la négociation de la CAC, les professionnels ont été continuellement invités à prodiguer des conseils techniques et à transmettre leurs commentaires à leurs délégations nationales respectives. La réussite de la CAC ne saurait se concevoir sans poursuite de la participation des représentants de l'industrie chimique. Pour cette raison, les professionnels recommandent que la commission préparatoire accorde à leurs représentants le statut d'observateurs non gouvernementaux auprès d'elle et auprès de l'entité qui lui succédera.*

**Informations professionnelles confidentielles**

Une attention particulière sera accordée, dans le cadre de la CAC, à la protection des informations professionnelles confidentielles. Le traité demande instamment au secrétariat international de "prendre toutes les mesures nécessaires pour protéger la confidentialité des informations relatives aux activités et installations civiles et militaires dont il pourra avoir connaissance à l'occasion de la mise en œuvre de la présente convention..."

Les informations professionnelles confidentielles recouvrent une grande variété de données et d'informations et compren-

nent notamment les secrets industriels et commerciaux et autres "savoir-faire" non brevetables. Il peut s'agir par exemple de l'utilisation d'un matériel particulier dans un processus de production donné, d'informations issues de recherches, de catalyseurs originaux, de matières premières ou de coûts de production, ou encore d'informations relatives aux marchés ou aux clients. Ces informations confidentielles, qui sont le fruit d'importants investissements consacrés à la recherche et au développement, ont permis à un grand nombre d'entreprises chimiques d'asseoir un avantage concurrentiel sur leurs marchés respectifs. Il serait injuste que d'autres producteurs puissent détourner à leur profit des informations de ce type fournies aux différents gouvernements et au secrétariat international.

La CAC contient en conséquence une annexe consacrée de manière spécifique à la protection des informations professionnelles confidentielles. Celle-ci définit les principes généraux applicables à leur traitement, ainsi que les procédures de recrutement et le code de déontologie des membres du secrétariat technique, les mesures destinées à empêcher la divulgation de données relatives aux installations sensibles et d'informations confidentielles lors des vérifications sur site, et enfin les procédures relatives à la gestion d'informations confidentielles.

*Le point de vue de la profession*

*La protection des informations professionnelles confidentielles était l'une des principales priorités des industriels de la chimie civile. D'une manière générale, les professionnels sont satisfaits du degré de protection élevé offert par la convention. Ils ont*

*l'intention d'aider la commission préparatoire à élaborer de nouvelles procédures de protection des informations fournies au secrétariat technique. La commission préparatoire devra également envisager des procédures appropriées de dédommagement des pertes causées par la divulgation éventuelle d'informations professionnelles confidentielles.*

**Ça ne fait que commencer...**

Selon les propos de M. Puéchal tenus à cette même conférence de presse "l'industrie chimique a joué un rôle primordial lors des négociations visant à l'élaboration de ce traité international, mais, en réalité, le rôle des industriels ne fait que commencer. Nous espérons pouvoir travailler main dans la main avec le secrétariat technique lors de la phase de mise en application du traité". Ce secrétariat, basé à la Haye, aura pour fonction d'aider les gouvernements et les industriels à mettre en œuvre la convention.

Une fois que cette dernière aura pris effet, les entreprises chimiques devront impérativement présenter chaque année une déclaration détaillant leur production, l'utilisation et la consommation de produits chimiques à double usage. Les relations commerciales avec les pays non-signataires de la convention s'en trouveront limitées pour ce type de produits. Les contrôles à l'exportation en vigueur entre les différents pays occidentaux devraient être harmonisés dans les sens de la convention. Les inspections de sites tant civils que militaires commenceront dans les deux ans qui suivront la signature.

(Source : ICCA)

**Destruction des produits chimiques de combat : action de l'IUPAC**

Le 1<sup>er</sup> Congrès du groupe de travail de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (IUPAC), sur les aspects scientifiques de la destruction des produits chimiques de combat, s'est tenu du 22 au 24 février 1993. Des experts français, allemands, italiens, polonais, russes, anglais et américains participaient à ce congrès patronné par la Fondation de défense chimique et biologique (Chemical and Biological Defense Establishment, CBDE) à Porton Down, près de Salisbury (Grande-Bretagne). Le congrès était présidé par le Professeur J. Bunnett de l'université de Californie (USA) et par R. Manley (CBDE).

Ce groupe de travail - un sous-comité de la division Chimie organique de l'IUPAC - essaie :

- d'identifier les questions scientifiques liées à la destruction des produits chimiques de combat qui nécessitent des recherches,
- d'obtenir et de disséminer l'information sur les processus potentiels de destruction.

Il a pour but d'aider les autorités qui ont à faire face aux problèmes de destruction de munitions chimiques.

Le travail du groupe comportera des visites d'entrepôts de gaz moutarde et de gaz asphyxiant, d'installations pilotes ou industrielles de destruction de ce gaz.

Un document d'information sur ce groupe de travail est disponible au bureau d'information de l'IUPAC.

Les informations concernant les activités de ce groupe seront publiées dans la revue *Chemistry International* de l'IUPAC et ses conclusions et recommandations le seront dans le *Journal de l'IUPAC Pure and Applied Chemistry*.

Renseignements : Dr Michael Freemantle, Information Officer, IUPAC Secretariat, Bank Court Chambers, 2-3 Pound Way, Templars Square, Cowley, Oxford OX4 3YF Grande-Bretagne. Tél. : +44 (865) 747744 (télécopie : +44 (865) 747510).

## L'industrie chimique en Chine

Le principe de l'économie de marché est sur le point d'être inscrit dans la constitution chinoise. La Chine a connu une croissance supérieure à 12 % en 1992. Cette croissance devrait, selon certains experts, se maintenir à plus de 10 %/an au cours de la décennie à venir. La Chine fait l'objet d'investissements massifs de la part de Hong Kong et Taïwan... Accumulation de signes caractéristiques d'expansion économique

Dans ce contexte, la chimie a été retenue comme secteur prioritaire de développement. La Chine s'ouvre donc aux investisseurs étrangers et, parmi ceux-ci, les Français se placent très correctement.

Bonne occasion pour le CFCE (Centre Français du Commerce Extérieur) de faire le point sur l'industrie chimique chinoise.

Bruno Rabouille (attaché commercial du CFCE à Pékin) insiste particulièrement sur "les faits nouveaux survenus en Chine depuis un an". Parmi ceux-ci, il cite :

- l'accélération du développement économique consécutif au discours de Deng Xiaoping dans les provinces du sud, "phase d'emballage intéressante car ouvrant des opportunités d'affaires intéressantes".
- l'éclatement du cadre de travail : libération des prix, notamment des produits chimiques ; pans entiers de services administratifs chargés de rentrer dans le domaine compétitif ; centre de recherches transformés en centres de profits...
- diminution du rôle du Plan et émergence d'un office de l'économie et du commerce.
- le désir de la Chine d'adhérer au GATT et de "se comporter de façon plus conforme aux usages des règles internationales". Exemples : il devient possible de protéger la propriété industrielle (brevets...) ; il existe un règlement administratif de protection de molécules à usage agricole, "malheureusement imparfait car il ne s'applique que s'il existe des accords bilatéraux avec les pays d'origine".

Tableau I - Les principales productions (en millions de tonnes)

PRODUIT	1990*	1990/1989 (%)	1990/1985(%)
Pyrite	12,745	4,5	86,9
Minerai de phosphate	21,551	7,9	209,0
Carbonate de sodium	3,793	25,2	88,7
Soude caustique	3,352	4,5	42,7
Acide sulfurique	11,969	3,8	78,2
Acide nitrique concentré	0,318	-3,1	16,1
Ammoniaque	21,29	2,9	24,1
Engrais chimiques	18,80	4,8	42,2
Pesticides	0,226	9,6	94,8
Benzène	0,656	11,9	51,5
Méthanol	0,640	8,3	44,4
Acide acétique	0,359	37,5	92,2
Carbure de calcium	2,281	-7,3	18,0
Colorants	0,136	7,1	51,4
Peintures	0,846	8,8	10,1
Pneus (en millions d'unités)	32,095	-0,8	66,7

(Source : CFCE)

### Un tiers d'entreprises non rentables

La chimie représenterait 12 % de la production industrielle mais selon l'étude de Bruno Rabouille "1/3 des entreprises seulement sont conformes à la réglementation, 1/3 perdent de l'argent et sont soutenues par le budget de l'État et cette industrie est confrontée à d'énormes problèmes généraux : prix de l'énergie, infrastructures de production d'énergie non adaptées aux besoins de la Chine.."

Les principales productions et les productions par secteurs sont rassemblées dans les tableaux I et II.

### Les secteurs de la chimie chinoise

#### Minerais chimiques

Les principaux minerais chimiques extraits en Chine sont le phosphate et la pyrite et, dans une moindre mesure, le bore, l'alunite et la pierre à chaux.

Les projets ont été financés en partie grâce à des prêts de la Banque mondiale. Les Chinois sont décidés à intégrer à leurs mines des complexes de production d'engrais chimiques. Ainsi, la mine de pyrite de Yunfu étudie la faisabilité d'implantation d'une usine de superphosphate triple de capacité annuelle de 400 000 tonnes avec un prêt de la Banque mondiale).

#### Engrais chimiques

La Chine importait encore en 1990 plus de 24 millions de tonnes d'engrais standard,

principalement d'URSS et de Hong-Kong. Le secteur a particulièrement souffert du surstockage (estimé à 5,4 millions de tonnes fin 1990, soit +81 % de progression par rapport à 1989).

Durant le 7<sup>e</sup> plan quinquennal, 12 projets de grande ou moyenne importance ont été réalisés dans le secteur des engrais.

En ce qui concerne l'azote, il existerait plus de 1 000 unités de production de très petites tailles qui produisent du bicarbonate d'ammonium "instable, polluant, peu efficace sur le plan organique". Il faut savoir que pour le riz "la forme azotée la plus efficace est l'urée". Le ministère essaie donc de transformer les unités de production de bicarbonate en production d'urée. Dix millions de tonnes d'urée seraient produites par an, alors qu'il en faudrait 15 millions de tonnes de plus, soit "la production de 30 usines de grande taille".

Les phosphates sont essentiellement produits sous des formes simples. Pour passer à des formes plus efficaces, cela impliquerait "une production supplémentaire de 3 à 4 millions de tonnes d'acide phosphorique!"

#### Acide sulfurique

En 1990, la production d'acide sulfurique a frôlé les 12 millions de tonnes. L'acide est à plus de 80 % produit grâce au minerai local de pyrite. La technique utilisant des gaz de fonderie ne fournit que 16 % de la production nationale d'acide sulfurique. Près de 70 % de l'acide sulfurique sont utilisés dans la fabrication d'engrais.

Le projet de construction d'une unité de 200 000 tonnes par an sur le site de production de phosphate d'ammonium de Tongling a été confié à la firme canadienne Chemetics.

#### Carbonate de sodium

3,8 millions de tonnes de carbonate de sodium ont été produites en 1990. Plus de la moitié de la production provient de cinq grands complexes.

En 1989, trois nouvelles grandes usines ont été mises en marche (capacité allant de 10 000 à 400 000 tonnes par an par usine). On notera qu'il existe plus d'une cinquantaine de petites unités de production de carbonate de sodium dispersées sur le territoire. Le procédé "Solvay" d'hydratation en phase solide a été retenu dans les trois derniers projets.

#### Soude caustique et chlore

En 1990, la production de soude caustique aura atteint les 3,5 millions de tonnes. La technique de l'électrolyse par diaphragme est très largement répandue : près de la moitié de la production est assurée par 22 grandes usines.

Les principaux produits chlorés restent le chlore liquide, l'acide chlorhydrique et le PVC avec des productions respectives de 820 000 tonnes, 2,6 millions de tonnes et 758 millions de tonnes. La commande d'une nouvelle unité de 200 000 tonnes par an de PVC sur le complexe de Shanghai devrait augmenter les chiffres de production des produits chlorés dans les prochaines années.

La Chine aura, lors du septième plan quinquennal, importé les unités clé en main suivantes :

- oxyde de propylène : 40 000 t/an
- polyéthylène chloré : 4 000 t/an
- chlorure de chaux : 15 000 t/an
- tétrachlorure de carbone : 10 000 t/an
- tétrachloroéthylène : 5 000 t/an

#### Sels minéraux

La production des 24 principaux sels minéraux a atteint 3,29 millions de tonnes, en 1990.

Les principaux projets qui ont abouti dans ce secteur, en 1990, sont les unités de production de 10 000 t/an d'hydroxyde de potassium, de 12 000 t/an de carbonate de potassium (technique importée), de 10 000 t/an de chlorate de potassium (procédé finlandais), de 10 000 t/an de métasilicate pentahydrate de sodium (joint-venture entre l'usine de silicate de sodium de Zingdao et l'américain Occidental Petroleum Corp.)

#### Pesticides chimiques

La politique de développement de la production agricole conduit les autorités chinoises à soutenir parallèlement le développement des pesticides chimiques. Ainsi, en 1990, la production de pesticides aura atteint les 10 000 tonnes, soit une progression de près de 10 % par rapport à 1989. Désormais, la Chine se trouve être le 3<sup>e</sup> pays producteur de pesticides au monde, mais elle importe encore près des 2/3 de sa consommation.

Cependant, "aucune construction nouvelle n'est envisagée, seulement des modernisations. La meilleure façon pour un fabricant de produits phytosanitaires de s'implanter sur le marché chinois reste de créer une joint-venture avec l'État chinois (ministère de la chimie) ou avec une municipalité pour mettre en place une usine de formulation dans le pays.

#### Pétrochimie

La pétrochimie chinoise est, depuis 1983, sous le contrôle de China Petro-Chemical Corporation (SINOPEC). SINOPEC est une entité transrégionale qui contrôle 72 unités incluant les 16 grandes entreprises chinoises de raffinage et de la pétrochimie, qui exploitent 37 raffineries, 21 usines de produits chimiques organiques de base, 15 usines de fibres synthétiques, 5 fabriques de caoutchouc synthétique, 3 de résines synthétiques, 8 de plastiques, 13 d'engrais chimiques ainsi que 5 compagnies de construction et de prospection, 7 instituts de recherche et développement, 10 écoles techniques et 6 autres entreprises spécialisées.

Sinopec a des bureaux de représentation au Japon, aux États-Unis, en Allemagne, en Thaïlande, en Équateur, à Hong Kong, et a conclu de nombreuses joint-ventures sino-étrangères.

Elle emploie 630 000 personnes dont 75 000 techniciens et ingénieurs et opère sur plus de 900 sites de production pour plus de 1 500 variétés de produits. En 1990, SINOPEC réalisait un chiffre d'affaires de 65,3 milliards de RMB (1 RMB : environ 1 FF).

Les Chinois se disent maintenant en mesure d'assurer l'ingénierie complète pour des unités de production d'éthylène, de polypropylène, d'éthylène glycol d'urée... Le génie chimique chinois a mis au point sa propre unité de craquage catalytique principalement utilisée pour la production de polypropylène.

#### Colorants

L'industrie chimique chinoise a produit, en 1990, plus de 135 000 tonnes de colorants pour un montant global de 2 milliards de RMB.

L'industrie chimique des colorants chimiques qui, jusqu'à ces dernières années,

trouvait de multiples débouchés sur la zone asiatique, doit aujourd'hui faire face à l'autosuffisance du Pakistan, de la Thaïlande, de l'Inde, de la Corée du Sud et de Taiwan.

En 1990, la Chine aura quand même exporté pour près de 50 000 tonnes de colorants pour un montant global de 175 millions de US\$. En 1992, la Chine prévoit de construire une unité de dioxyde de titane de 4 000 t/an près de Jinan dans la province de Gansu.

#### Peintures et vernis

En 1990, la production de peintures et vernis aura atteint les 846 000 tonnes (près de 9 % de plus qu'en 1989).

Pendant la même période, la production de pigments divers aura été de 508 tonnes (à 98 % des pigments minéraux)

#### Caoutchouc

En 1990, près de 850 000 tonnes de caoutchouc synthétique auront été produites en Chine.

L'industrie du caoutchouc rapporte beaucoup de devises à la Chine par ses exportations. La Chine est passée maître au niveau mondial dans la production de chaussures en caoutchouc (180 millions de paires exportées en 1990).

#### Les projets

Au cours de cette seconde année du 8<sup>e</sup> plan quinquennal, la chimie chinoise a continué d'investir dans un ambitieux programme de développement. L'énorme coût des projets force les autorités locales à non seulement négocier des prêts allégés, mais aussi à utiliser des agents locaux, à négocier des rabais et à organiser des joint-ventures.

Le gouvernement chinois a retenu trois grands secteurs prioritaires de développement :

- l'agrochimie,
- la pétrochimie,
- la chimie fine.

Ainsi, pour la seule pétrochimie, le 8<sup>e</sup> plan prévoit d'augmenter la capacité de production annuelle d'éthylène de 2,2 millions de tonnes, celle des résines synthétiques de 2,46 millions de tonnes, celle des fibres synthétiques monomères de 0,34 million de tonnes, celle des fibres synthétiques polymères de 0,2 million de tonnes, celle du caoutchouc synthétique de 0,15 million de tonnes et enfin celle des autres produits chimiques organiques de 1,44 million de tonnes.

Le 8<sup>e</sup> plan a retenu 4 grands sites de développement pour la pétrochimie (tableau II).

Tableau II - Sites de développement pour la pétrochimie (capacités en kt/an)

Projet	Capacité	Projets	Capacité
<b>Maoming Petrochemical</b>		<b>Lanzhou Chemical</b>	
- Ethylène	300	- Ethylène (extension)	+200
- PEbd	100	- PEbd	100
- PEbd/PEhd	140	- Polystyrène	100
- Éthylène glycol	100	- Styrène momomère	120
		- Polypropylène	70
		- Acrylonitrile	50
<b>Yangzi Petrochemical</b>		<b>Liaoyang Petrochemical/fibre</b>	
- Ethylène	300	- Acide adipique	100
- Ethyléneglycol	100	- Nylon 6,6	50
- Styrène monomère	180	- Para-xylène (isomérisation)	
- Polypropylène	70	- PTA	225
- Polystyrène	140	- PET	200
- PEbd	160		

En ce qui concerne l'agrochimie, il est prévu de faire passer la capacité annuelle de production d'engrais de 110 millions de tonnes à 150 millions de tonnes d'ici l'an 2000, ce qui permettra à la Chine de s'affranchir de ses importations encore massives (plus de 15 millions de tonnes en 1990 incluant 7,8 millions de tonnes d'urée, 2,6 millions de tonnes de phosphate d'ammonium, 2 millions de tonnes de chlorure de potassium, 1,3 million de tonnes de NPK et près de 600 000 tonnes de sulfate de potassium ; ces chiffres n'incluent pas les quantités importées indépendamment par les provinces).

Les principaux pays investisseurs dans le secteur de la chimie en Chine sont le

Japon, les États-Unis et l'Allemagne. La Chine envisage de mobiliser les financements extérieurs à hauteur de 10 milliards de dollars/an à la fin du 8<sup>e</sup> Plan quinquennal.

En ce qui concerne la France, Thierry Crespel (Attaché sectoriel chimie CFCE) signale que "Speichim a signé récemment un contrat de 400 millions de francs pour la construction d'une usine de fibres polyester et Rhône-Poulenc pourrait investir entre 800 millions et un milliard de francs dans cinq projets au cours des cinq prochaines années". Il indique aussi, parmi les sociétés françaises installées à demeure à Pékin : AEC, Impex, Sorpomo, Technip, L'Air Liquide. Selon son étude, "de

plus en plus de sociétés chinoises désirent représenter et distribuer le matériel étranger".

Speichim, présent en Chine depuis trente ans, délivre quelques conseils précieux pour tout candidat intéressé par la Chine : "le marché chinois présente quelques particularités incontournables : les règles de la tradition commerciale restent immuables ; la force des Chinois en matière de négociation exige un moral d'acier ; il faut investir dans le long terme, c'est pourquoi le rôle d'un bureau permanent est tout à fait fondamental". Toujours selon Speichim, bien que les Chinois soient toujours intéressés par "le meilleur et le moins cher" ils tendraient quand même à privilégier "le meilleur"!

Miren Helou

Pour en savoir plus : "Le génie chimique en Chine" (Dossiers et Documents, publié par le CFCE). Cet ouvrage a été conçu à partir d'éléments recueillis en Chine lors d'une mission de repérage effectuée en mai dernier par le CFCE, notamment à l'occasion de la tenue de l'Achemasia à Pékin. Il comporte un rapide résumé de la situation économique en Chine, un point sur l'industrie chimique chinoise à l'aube du XXI<sup>e</sup> siècle et la centaine de projets qui aboutiront à court et moyen terme, une analyse de l'offre locale en matière de génie chimique et de multiples conseils et adresses dans le chapitre consacré à l'approche du marché.

Contacteur :  
Thierry Crespel, CFCE,  
10, avenue d'Iéna, 75783 Paris Cedex 16  
Tél : 40.73.30.00.

Depuis plus  
de cinquante ans,  
la référence  
indispensable en  
chimie organique

KARGER

**Theilheimer's  
Synthetic Methods of  
Organic Chemistry**

Editeur: Finch, A.F. (London)

**Vol. 46: Yearbook 1992**  
XXII + 506 p., relié, 1992  
ISBN 3-8055-5509-1  
Sfr. 798.- / FF 3'192.-

**Vol. 47: Yearbook 1993**  
approx. XXIV + 576 p., relié, 1993  
ISBN 3-8055-5641-1  
approx. Sfr. 850.- / FF 3'400.-

Pour plus d'information et pour recevoir gratuitement le document 'A Guide for Users', veuillez retourner ce coupon à la  
LIBRAIRIE LUGINBUHL  
(Distributeur des Editions S. Karger)  
36, boulevard de Latour-Maubourg  
F-75007 Paris  
tél 1 45 51 42 58  
fax 1 45 56 07 80

**Bon de commande**

**Theilheimer's Synthetic Methods of  
Organic Chemistry**

— expl.: **Vol. 46: Yearbook 1992**  
ISBN 3-8055-5509-1  
Sfr. 798.- / FF 3'192.-

— expl.: **Vol. 47: Yearbook 1993**  
ISBN 3-8055-5641-1  
approx. Sfr. 850.- / FF 3'400.-

— expl.: **A Guide for Users (gratuit)**

Nom et adresse: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

Signature: \_\_\_\_\_

## Les échanges franco-allemands de produits chimiques, année 1992

La conjoncture de l'économie allemande s'est fortement dégradée au cours de l'année 1992, avec une chute de la production manufacturière de près de 7 % en glissement sur un an.

L'Allemagne ne bénéficie plus de l'effet stimulant de la réunification qui s'est manifesté en 1990 et en 1991. En 1992, l'activité de la chimie n'a cru que de 1 % en volume, la production industrielle reculant de 2 % en moyenne annuelle. Les exportations de produits chimiques ont diminué de 1,7 %.

### Échanges avec la France

L'Allemagne reste le premier pays client de la France avec 16 % des exportations françaises de produits chimiques (tableau I) ; elle occupe également le premier rang parmi les pays fournisseurs, avec 23 % de nos importations (tableau II).

Le commerce extérieur de produits chimiques de la France avec l'Allemagne reste déficitaire. Le déficit en valeur, pour la France, s'élève en 1992 à 4 960 millions de francs (4 683 millions en 1991 et 6 664 en 1990).

### Termes de l'échange

Le rapport des termes de l'échange (prix de la tonne exportée / prix de la tonne importée) caractérise les échanges entre la France et l'Allemagne.

Le rapport des valeurs à la tonne reste très supérieur à 1, la France exportant une part relativement plus importante de produits finis : cosmétiques, parfumerie, médicaments.

### Part de marchés des exportateurs français

On observe une légère érosion des parts de marchés des exportateurs français au cours de l'année 1992 (9 premiers mois).

Par rapport à 1991, la part de marché passe de 13,1 % à 13,2 % pour les produits organiques ; de 13,9 % à 10,4 % pour les inorganiques ; de 9,7 % à 9,2 % pour les matières plastiques ; de 13,9 % à 13,6 % pour les produits pharmaceutiques ; enfin de 35,6 % à 35,7 % pour l'ensemble huiles essentielles et parfumerie - cosmétiques.

Source UIC

**Tableau I - Exportations françaises vers l'Allemagne**

Millions de francs

Exportations françaises vers l'Allemagne	1991	1992	Évolution 1992/1991 en %
Produits inorganiques	1 065	1 077	+ 1,1
Produits organiques	5 749	5 619	- 2,3
Produits pharmaceutiques	2 768	2 610	- 5,7
Matière colorantes	184	211	+ 14,7
Huiles essentielles. -Parfums-Cosmétiques	3 551	3 736	+ 5,2
Produits tensio-actifs	694	589	- 15,1
Produits photographiques	892	728	- 18,4
Produits phytosanitaires	1 373	1 282	- 6,6
Matières plastiques	5 158	4 602	- 10,8
Caoutchoucs synthétiques	652	615	- 5,7

**Tableau II - Importations françaises Ex-Allemagne**

Millions de francs

Importations françaises Ex-Allemagne	1991	1992	Évolution 1992/1991 en %
Produits inorganiques	2 057	1 919	- 6,7
Produits organiques	6 681	6 322	- 5,4
Produits pharmaceutiques	981	1 024	+ 4,4
Matières colorantes	923	952	+ 3,1
Huiles essentielles -Parfums- Cosmétiques	958	1 105	+ 15,3
Produits tensio-actifs	1 308	951	- 27,3
Produits photographiques	919	989	+ 7,6
Produits phytosanitaires	3 101	2 964	- 4,4
Matières plastiques	7 142	7 086	- 0,8
Caoutchoucs synthétiques	440	422	- 4,1

**Tableau III - Les termes de l'échange**

Francs/tonne

	Prix de la tonne exportée	Prix de la tonne importée	Termes de l'échange
1987	7 782	4 280	1,82
1988	8 401	4 738	1,78
1989	9 029	4 999	1,81
1990	9 153	5 003	1,83
1991	9 255	5 526	1,67
1992	8 737	5 554	1,57

## BASF : face à la récession, la diversification

Baisse sensible des résultats en 92. Récession prévue pour 93 dans toute l'Europe de l'Ouest, région où BASF réalise les deux tiers de son chiffre d'affaires. Maximum de croissance attendue : 0,5 %

“Le climat économique est caractérisé depuis la mi-92 par des nuages bas et un vent froid qui lui souffle au visage”. Gerhard Wolf (membre du Directoire de BASF AG) appelle vivement l'arrivée du printemps et “le soleil qui réveillera de nouvelles forces”. En attendant, il n'est pas satisfait du tout de l'exercice 92 : “en Allemagne, notre plus grand marché, nous réalisons un tiers de notre chiffre d'affaires ; une amélioration se fait par contre sentir aux Etats-Unis, notre deuxième marché (18 % du chiffre d'affaires total)”. Raisons évoquées : “les surcapacités”, “les luttes sectorielles pour les parts de marché”, “la chute des prix”...

En matière de résultats, BASF annonce un chiffre d'affaires net du groupe de 44,5 milliards de DM, soit 4,5 % inférieur à celui de l'année précédente et un résultat avant impôts de 1,2 milliard de DM, soit 41 % de moins que l'année précédente.

BASF précise que ce résultat contient “les charges extraordinaires d'un montant de 600 millions de DM émanant des adaptations de nos structures” ainsi que de “la prise en charge des pertes de BASF Schwarzheide en Allemagne de l'Est”.

Quant aux prévisions 93, BASF les annonce sous le signe de la récession : “stagnation du développement économique pour toute l'Allemagne et il est peu probable que la reprise conjoncturelle aux Etats-Unis touche rapidement les pays industriels de l'Europe de l'Ouest”.

Par conséquent, le groupe affirme vouloir maintenir une large diversification “afin d'être à l'abri de fluctuations extrêmes du cycle conjoncturel”. D'où, l'expansion de son activité gaz naturel (coopération avec la société russe Gaz Prom), l'achat de l'activité polystyrène de Mobil Chemicals aux Etats-Unis, l'acquisition du producteur danois de vitamines DanoChemo. Par ailleurs, des négociations sont en cours avec ICI pour reprendre leurs activités polypropylène en échange des activités polyméthacrylate de méthyle de BASF.

### La France : 3<sup>e</sup> marché de BASF

Avec 2,5 milliards de DM, la France reste le troisième marché de BASF derrière l'Allemagne et les Etats Unis. La région France-Benelux représente 11 % du chif-

fre d'affaires consolidé du groupe. La France en représente 5,6 %.

Avec ses activités engrais, produits phytosanitaires et produits pour l'horticulture et le jardinage, le groupe BASF en France a réalisé en 1992 un chiffre d'affaires de 1,8 milliard de francs. “Nous comptons” précise Norbert Martin (directeur général de la division régionale France-Benelux) “parmi les premiers groupes chimiques intervenant sur le marché français de l'agriculture”.

En produits chimiques, “le marché français à progressé de 3 %, “les matières colorants de 5 %”. Mais les filiales en France n'ont pas échappé aux difficultés liées au ralentissement de la demande et à la baisse générale des prix (tableau I).

Tendance 93 ? Selon N. Martin “la France et le Benelux sont entraînés dans une récession car leurs activités sont très liées à l'état de l'économie allemande”. Pas d'annonce de prévision du chiffre d'affaires, seule indication, plutôt révélatrice d'un grand pessimisme “nous nous réjouissons s'il progressait par rapport à 92...”.

### BASF resserre son organisation

A compter du 1<sup>er</sup> avril 1993, les divisions opérationnelles “fibres” et “produits de base pour fibres” sont regroupées pour former la division opérationnelle “produits pour fibres” dont le siège se trouve aux Etats-Unis.

Les tâches de la division régionale Américaine Latine-Nord seront transférées à compter du 1<sup>er</sup> juillet 1993 à la division régionale Amérique du Nord - “Produits de consommation”.

A compter du 1<sup>er</sup> janvier 1994, la division régionale pays de l'Europe de l'Est et celle responsable des pays du Golfe Persique seront également regroupées.

Enfin, conformément à sa stratégie internationale dans le domaine des polyuréthanes, fondée sur ses sites d'Anvers (Belgique), de Schwarzheide (Allemagne), de Geismar (Etats-Unis) et de Corée du Sud, BASF transférera à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1993 le siège de sa division opérationnelle polyuréthanes de Ludwigshafen à Bruxelles.

### Accord BASF Lacke + Farben AG et NAPP Systems INC

A compter de mai 1993, BASF Lacke + Farben assurera la commercialisation en Europe et dans plusieurs pays asiatiques de plaques photopolymères fabriquées par la société américaine NAPP Systems Inc.

Entre temps, BASF aura mis un terme à sa propre production de plaques.

Les collaborateurs de l'usine de Willstätt (Bade-Wurtemberg) concernés par cette mesure seront ultérieurement réemployés au sein de l'unité de production d'encres pour emballage actuellement en construction sur ce site.

Tableau I - Chiffres clés des sociétés BASF en France

(en millions de francs français)

Sociétés	CA 1992	Variation 92/91	Résultats 1992*
BASF France	5 345	- 2 %	11,9
BASF Peintures et Encres	1 632	+ 6 %	31,9
Elastogran France	356	+15 %	2,0
BASF Horticulture+Jardin	304	+10 %	1,7
Laboratoire Knoll France	243	- 31 %	10,1
Pec-Rhin (50 %)	217	- 9 %	7,8
BASF Magnetics France	1 238	- 7 %	- 75,6
COMPAREX France	235	- 1 %	- 37,6
TOTAL FRANCE	9 570	- 2 %	- 47,6

(\* avant impôts)

## Rhône-Poulenc : résultats 1992

Chiffre d'affaires : 81,7 milliards de francs (- 2,5 %)

Résultat opérationnel : 6,8 milliards de francs (+ 8,1 %)

Résultat net avant rémunérations prioritaires : 2,2 milliards de francs (+ 9 %)

Résultat net par action ordinaire : 25,61 francs (+ 24,7 %)

Jean-René Fourtou (président-directeur général du groupe Rhône-Poulenc) s'est déclaré satisfait des résultats 92 étant donné un contexte particulièrement difficile : crise de la chimie, cours bas du dollar... Il l'explique par la stratégie adoptée ces dernières années : "un renforcement des métiers où nous sommes forts et à forte valeur ajoutée (sciences de la vie)". Au niveau de l'endettement, le groupe arrive pour la première fois à l'équilibre. L'objectif 93 est d'obtenir ici un résultat positif.

### 1993 : accroissement des résultats ?

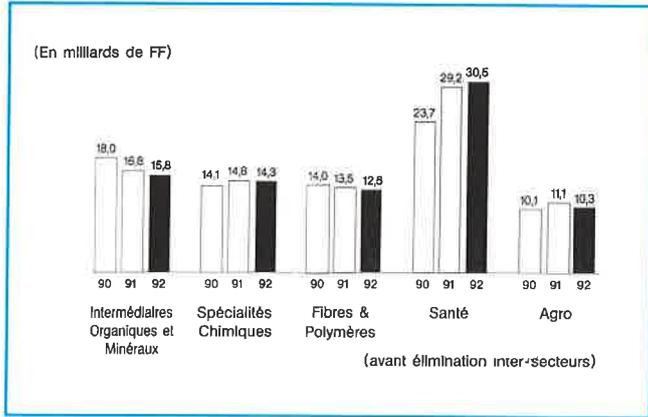
1993 fait l'objet de quelques inquiétudes. J.R. Fourtou juge la conjoncture "épouvantable" : taux d'intérêt trop élevés, état du développement économique en Europe, situation de la chimie "plus mauvaise que jamais"... Dans ce contexte, le groupe s'attend à un premier trimestre "mauvais" mais espère se redresser au cours du second semestre.

Ceci dit, Rhône-Poulenc prévoit un accroissement des résultats sur l'ensemble de

l'année. Celui-ci sera dû essentiellement au lancement de produits nouveaux dans les secteurs de la santé (seul secteur en croissance en 92) et de l'agronomie, mais le groupe compte aussi sur une baisse des taux d'intérêt en Europe et sur le maintien du dollar à un meilleur taux que l'an passé...

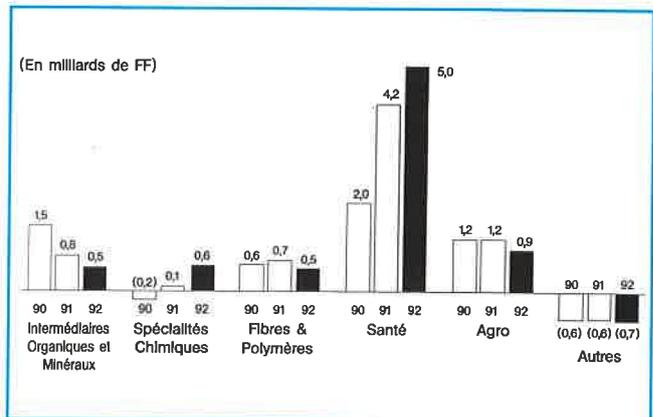
En ce qui concerne l'Europe, l'heure n'est pas pour autant à l'optimisme, mais J.R. Fourtou n'attend pas d'amélioration avant 1994.

Tableau I - Chiffre d'affaires par secteur



La santé est le seul secteur à croître malgré un effet de change négatif (- 3,5 %) et un effet de périmètre négatif (- 3 %). Le secteur agro pâtit d'un effet de change négatif et d'un effet de volume négatif (- 8 %).

Tableau II - Résultat opérationnel par secteur



Le secteur des spécialités chimiques bénéficie des efforts entrepris depuis 1990 pour améliorer sa productivité (cession d'activités). L'agro subit un effet d'anticipation à la nouvelle PAC et un tassement des ventes en France et en Allemagne.

Tableau III - Répartition du chiffre d'affaires dans les principaux pays.

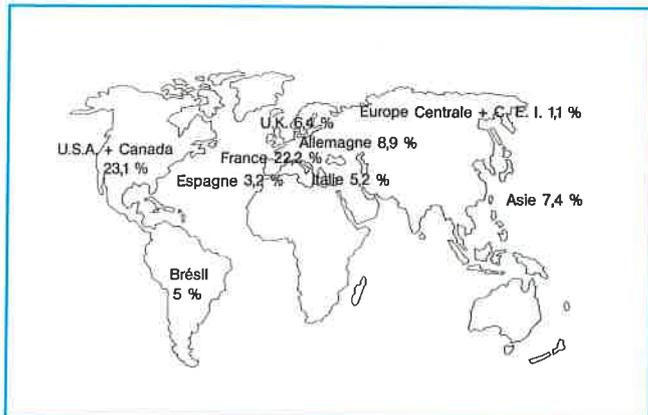
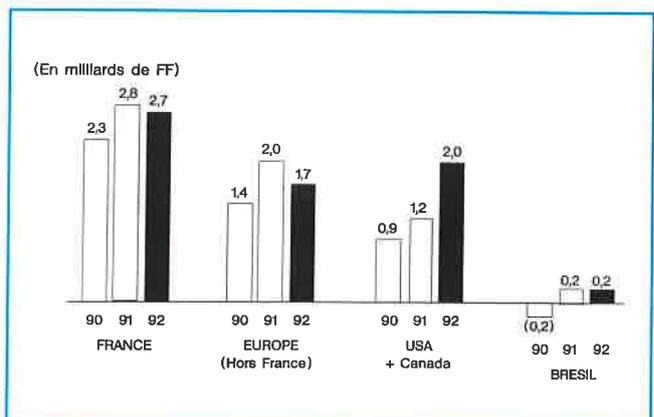
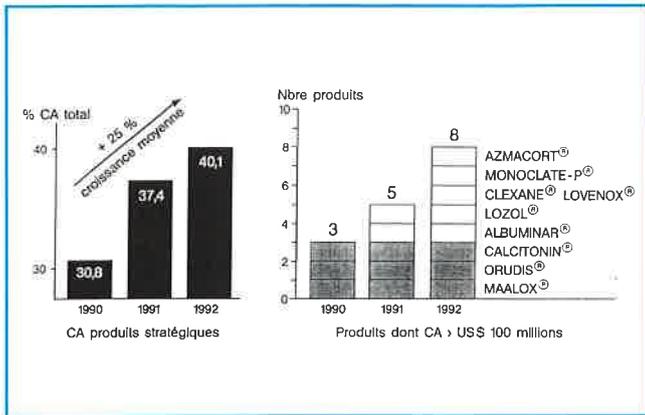


Tableau IV - Résultat opérationnel par zone géographique



**Tableau V - Rhône-Poulenc Rorer. Performances "produits" 1990-1992**



Huit produits dépassent les 100 millions de dollars de chiffre d'affaires.

**Rhône-Poulenc investit dans l'usine de carbonate de soude de Nancy**

Le secteur intermédiaires organiques et minéraux (IOM) de Rhône-Poulenc a décidé d'investir 40 MF en 1993 dans son usine de carbonate de soude de Nancy.

Cet investissement va étendre la fabrication de carbonate de soude dense à la quasi-totalité de la capacité de production de l'usine de Nancy.

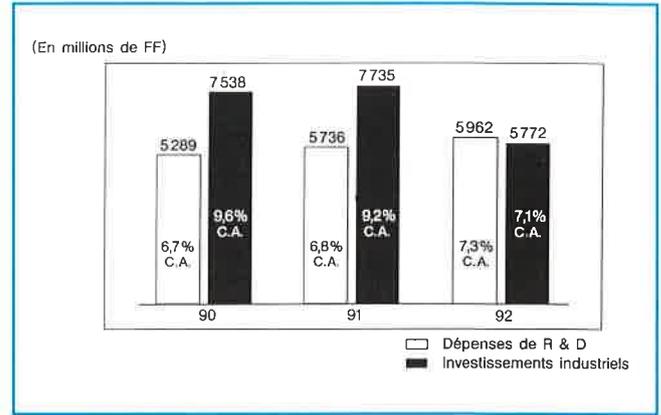
La création d'un nouveau centre d'expédition permettra par ailleurs de

doubler les cadences des livraisons des produits.

Enfin, un investissement de 40 MF, décidé en 1992, améliorera encore la pureté des produits fabriqués et en étendra la gamme d'applications.

Par ces deux investissements importants qui seront opérationnels à la fin de l'année 1993, IOM confirme ainsi sa volonté de faire du site de Nancy son pôle de développement de carbonate de soude en Europe de l'Ouest.

**Tableau VI - Investissements industriels. Dépenses de R & D**



**Rhône-Poulenc céderait IQM**

Le secteur Intermédiaires organiques et minéraux de Rhône-Poulenc envisage de céder les activités de sa filiale mexicaine "Industrias Químicas de Mexico" (IQM) à la société chimique mexicaine QFL.

IQM a réalisé en 1992 un chiffre d'affaires de 36 millions de dollars et emploie 365 personnes, essentiellement dans la production de trifluorure d'aluminium et de xanthate, utilisés respectivement dans la fabrication de l'aluminium et le traitement des minerais.

**Industries chimiques : un pessimisme contrôlé**

5 % de croissance en volume pour l'année 92, à peine 2 % de prévu pour 93. L'Union des Industries Chimiques ne voit aucun signe de raffermissement de l'activité économique en Europe.

Selon Philippe Tripard (président de l'UIC), l'année 92 se caractérise par une bonne augmentation de la production, + 5 %, contre + 3 % en 91. Cette performance est attribuée essentiellement à deux facteurs : une demande intérieure relativement soutenue durant les six à huit premiers mois de l'année et à des courants d'exportation favorables pour certaines familles de produits : spécialités pharmaceutiques, parfums et cosmétiques, matières plastiques.

Mais cette évolution cache d'importantes disparités entre les secteurs (tableau I) :

- alors que la filière chlore enregistrait un sensible accroissement d'activité (+ 10 %), la chimie minérale a encore souffert du recul des engrais particulièrement frappés par des importations en provenance principalement d'Europe de l'Est et dans un

marché qui se contracte du fait de la politique agricole commune ;

- grâce à l'augmentation de près de 7 % des ventes de matières plastiques, qui a bénéficié à l'ensemble du vapocraquage, la production de la chimie organique enregistre une progression de 5,5 % ;

- une partie de la parachimie a été favorisée par la bonne tenue de la consommation des ménages (parfums et cosmétiques, savons et détergents, produits photographiques).

**Tableau I - Évolution de la production chimique française par secteur (1992/1991)**

(en volume)

Chimie minérale	- 1,0 %
Chimie organique	+ 5,5 %
Parachimie	+ 4,4 %
Pharmacie	+ 7,9 %
Ensemble de la chimie	+ 5,0 %

(source UIC)

En revanche, en ce qui concerne les produits de protection des plantes, leur production comme celle des engrais a diminué sous les effets de la politique agricole commune.

- selon l'indice INSEE (chiffre d'affaires à prix constant), l'industrie du médicament enregistre une croissance apparente de 7,9 %. En réalité, si l'on considère l'évolution de l'activité en termes de fabrication, c'est-à-dire en nombre d'unités physiques produites, celle-ci est seulement demeurée stable.

**Récession générale en Europe**

Par rapport aux autres pays européens, la France ne s'en tire pas trop mal. Philippe Tripard considère en effet qu'en Europe, la plupart des pays ont été affectés par la récession générale et l'Allemagne ne bénéficie plus de l'effet stimulant de la réunification qui s'était manifesté en 1990 et 1991. Dans ce contexte, le taux de croissance de la chimie française se situe sensiblement au dessus de la moyenne de la CEE (+ 2 %) et au même niveau que celle des Etats-Unis (+ 5 %).

Autre sujet de satisfaction de l'industrie chimique : le résultat du commerce extérieur.

Les exportations ont atteint 156,4 milliards de francs, en progression de 2,7 % en valeur par rapport à l'année précédente, tandis que les importations, d'un montant de 131,4 milliards, ont augmenté de 2,3 %.

Le solde bénéficiaire ainsi dégagé, 25 milliards, est légèrement supérieur à celui de 1991 (24 milliards) et apporte une contribution positive conséquente dans le résultat d'ensemble du commerce extérieur de la France. (tableau II).

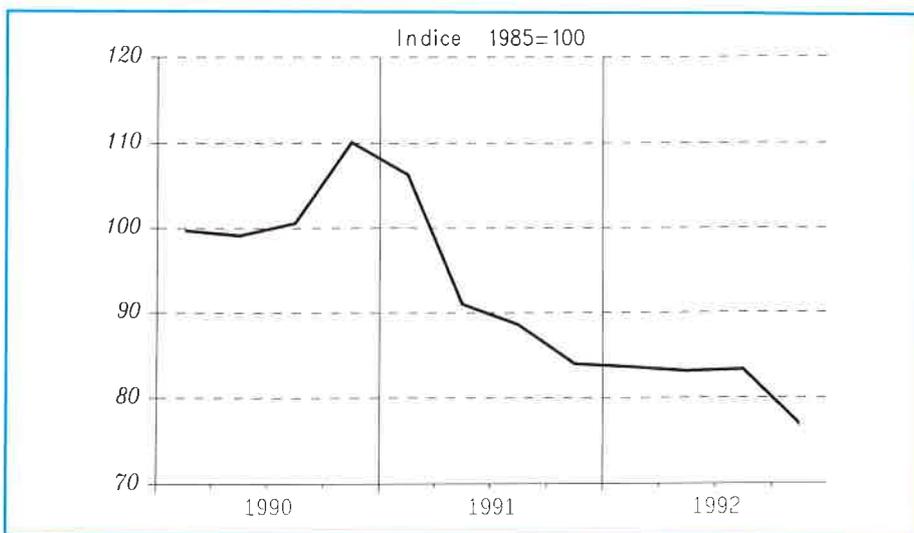
Par contre, comme l'a souligné Philippe Tripart, les chutes de prix, souvent importantes, qui ont affecté les produits de la chimie de base, n'ont pas permis de tirer les bénéfices du développement du volume des exportations.

**Tableau II - Échanges extérieurs de la chimie française par groupes de produits en 1992** (en millions de francs)

	Exportations	92/91 en %	Importations	92/91 en %	Soldes 1992
Produits minéraux	7 259	- 1,3	8 123	+ 9,9	- 864
Produits organiques	35 683	- 2,4	35 477	+ 0,3	- 206
Produits pharmaceutiques	21 662	+ 15,7	12 313	+ 16,2	+ 9 349
Engrais	1 580	- 0,5	4 743	+ 0,9	- 3 163
Matières colorantes	2 309	+ 1,9	2 813	+ 3,8	- 504
Peintures	3 197	+ 5,5	3 979	+ 1,8	- 782
Huiles essentielles, parfumerie, cosmétiques	25 346	+ 10,3	5 879	+ 11,0	+ 19 467
Produits photographiques	4 650	+ 0,1	6 348	+ 1,6	- 1 698
Produits phytosanitaires	5 791	- 4,9	6 456	- 4,2	- 665
Matières plastiques	21 565	- 5,7	21 411	- 3,6	+ 154
Caoutchoucs synthétiques	3 256	- 8,2	2 184	+ 3,4	+ 1 072
Autres produits	24 151	+ 6,1	21 610	+ 2,4	+ 2 541
<b>TOTAL</b>	<b>156 449</b>	<b>+ 2,7</b>	<b>131 336</b>	<b>+ 2,3</b>	<b>+ 25 113</b>

(source UIC)

**Figure 1 - Prix de vente des matières plastiques**



(source INSEE)

**Détérioration de la rentabilité**

C'est là que s'arrêtent les sujets de satisfaction. Car, outre son développement en volume, Philippe Tripart caractérise l'année 92 par une détérioration des marges bénéficiaires de la chimie française. Explications de l'UIC : la stagnation de l'économie européenne s'est ajoutée à la contraction de la demande de certains secteurs clients de la chimie et à la pression des importations en provenance de l'Europe de l'Est.

Les baisses de prix amorcées au cours du premier semestre ont été aggravées par la chute de la demande dans la seconde partie de l'année.

Dans le secteur des matières plastiques, en 1992, la baisse des prix a été, en moyenne, de l'ordre de 10 % par rapport au niveau déjà déprimé de 1991. Pour certains plastiques de grande diffusion, cette baisse a parfois atteint 20 à 30 % (figure 1).

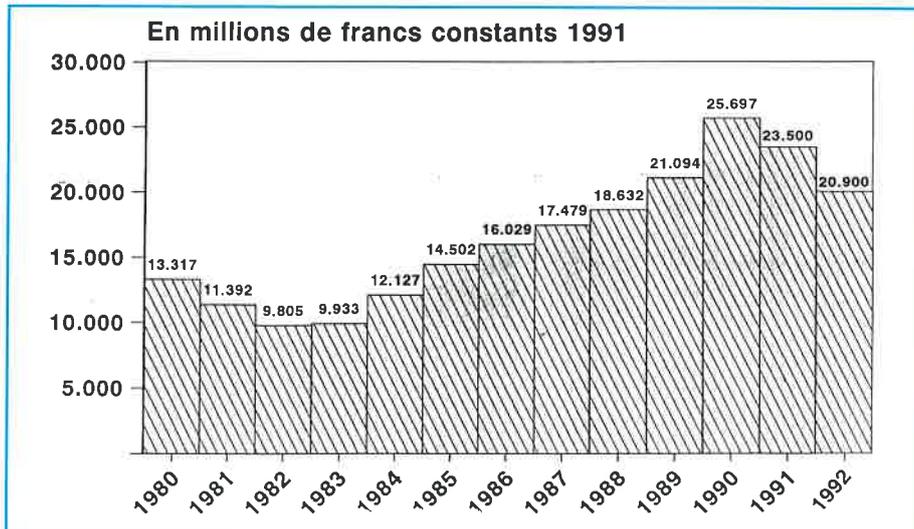
Les coûts des matières premières ont été orientés à la baisse (- 19 % pour le prix du naphta en francs). Les coûts fixes (dépenses de personnel, coûts de gestion, amortissement des unités) continuant de progresser de 3 à 4 %, la contraction des marges dans la chimie de base a eu un impact fortement négatif sur les résultats financiers des entreprises.

Tout en sachant que la situation varie sensiblement selon les portefeuilles d'activités de chaque entreprise, l'UIC estime que, pour l'ensemble de la chimie, le résultat après impôt pourrait tomber à environ 3 % du chiffre d'affaires, c'est-à-dire près d'un point de moins qu'en 1991.

**Autres mauvaises nouvelles :**

- les dépenses d'investissement ont été réduit de 11 % (- 6 % en moyenne en

**Figure 2 - Investissements de l'industrie chimique en France**



(source UIC)

Europe). Elles atteignent 21 milliards de francs, soit environ 5,5 % du chiffre d'affaires (figure 2) ;

- la tendance à la baisse des effectifs constatée en 91 (- 0,4 %) se poursuit en 92 : chimie, - 0,8 % ; parachimie, - 0,8 % ; pharmacie, + 1,5 %.

#### 1993 : année noire ?

Les prévisions 93 sont mauvaises. Selon l'UIC, aucun signe de raffermissement de l'activité économique n'est aujourd'hui perceptible en Europe. Un redressement

est attendu en Grande-Bretagne, mais une aggravation en Allemagne.

Les pays de l'Europe du Sud (Italie, Espagne, Portugal) se sont engagés dans des politiques d'assainissement financier propres à limiter leurs perspectives de croissance en 1993 et 1994.

Les dévaluations décidées dans la deuxième partie de 1992 par Londres, Rome et Madrid vont faire sentir pleinement leurs effets.

L'économie des États-Unis est la seule à avoir amorcé une reprise sensible dont la réelle ampleur et la durée restent à confir-

mer compte tenu des projets annoncés en matière fiscale par la nouvelle administration américaine.

Dans un tel contexte, la progression de l'activité économique en France, comme en Europe, est estimée à 1 %.

La production chimique française ne croîtrait que de 1 à 2 % en volume, en forte décélération par rapport à 1992. Seule une remontée des prix permettrait d'améliorer la rentabilité des entreprises.

Pas de reprise attendue avant 1994.

M.H.

### ELF 1992 : ANNÉE DIFFICILE

Le résultat net est estimé à 6,2 milliards de francs. Le chiffre d'affaires devrait atteindre 200 milliards de francs (200,7 milliards de francs en 1991) et la marge brute d'auto-financement 23,5 milliards de francs.

Hors éléments non récurrents, le résultat net 1992 fait apparaître un recul de 35 %, atteignant 5,8 milliards de francs contre 8,9 milliards de francs en 1991.

Les résultats d'Elf, en effet, ne peuvent être dissociés du paysage dans lequel ils ont été acquis. Les cours du brut de référence ont fluctué en 1992 entre 17,5 et 21 dollars US, pour s'établir en moyenne à 19,32 dollars US. Le dollar américain a souffert des incertitudes politiques et économiques jusqu'au troisième trimestre, après avoir atteint en septembre ses plus bas niveaux contre le franc et le mark.

Dans le secteur du raffinage, l'excédent de capacité, face à une demande déprimée, a conduit à un marge brute de raffinage de 2,8 dollars/baril.

En chimie, après un premier semestre hésitant, la situation s'est fortement dégradée en Europe sous les effets conjugués d'une baisse rapide des prix dans la chimie de base et d'une mauvaise campagne d'engrais. Les bons résultats obtenus par les spécialités chimiques en Europe et aux États-Unis, et par la chimie minérale de Texasgulf, n'ont que partiellement compensé cette médiocre performance.

Dans le secteur de la santé, les effets de l'alliance avec Sterling et des efforts rigoureux de gestion ont permis une progression sensible des résultats d'Elf Sanofi.

Le résultat opérationnel d'Elf s'établit, dans ces conditions, à 11,8 milliards de francs en 1992, contre 18,8 milliards de francs en 1991.

### BP : RÉSULTATS 92

Le résultat net consolidé (part du Groupe) de BP France s'élève à 99 MF pour 710 MF en 1991.

Le résultat courant économique des activités pétrolières est une perte de 139 MF contre un résultat positif de 645 MF en 1991.

Le résultat courant des activités chimiques est une perte de 115 MF contre un profit de 52 MF pour l'exercice 1991.

Les volumes vendus ont fortement progressé par rapport à l'année précédente, permettant même de rester à l'équilibre jusqu'à la fin du troisième trimestre, malgré la mauvaise tenue des prix de vente.

Le quatrième trimestre a été marqué par l'accentuation de la tension sur les prix associée à un tassement de la demande.

La perte des activités pétrolières et chimiques a été compensée par des résultats exceptionnels provenant pour l'essentiel des plus-values réalisées sur les cessions d'actifs.

Le Conseil d'administration de BP France proposera à l'Assemblée générale du 15 juin, la distribution d'un dividende de 4 F par action, à comparer à 5 francs pour les trois derniers exercices.

### DEGUSSA : BILAN POSITIF

Le bénéfice net du groupe Degussa a augmenté de 23 % pour atteindre 121 millions de DM. Le bénéfice net du groupe (61 millions de DM) est comparable à celui de l'exercice précédent.

Par contre, son chiffre d'affaires, (12,8 milliards de DM) est de 4 % inférieur à celui de l'exercice précédent. Ceci résulte de la diminution du chiffre d'affaires se rapportant au commerce des métaux précieux.

Dans le secteur Produits pharmaceutiques (groupe ASTA Medica et division dentaire de Degussa), on enregistre une forte augmentation du chiffre d'affaires de 32 %, atteignant 1,8 milliards de DM. Le chiffre d'affaires du secteur Produits chimiques a progressé légèrement par rapport à l'exercice précédent, tandis que le chiffre d'affaires du secteur Métaux a régressé de 14 %, en raison de la diminution du volume dans le commerce des Métaux précieux.

### ECPA : LES PRIORITÉS DES PRODUCTEURS DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES

L'European Crop Protection Association (ECPA) entend "sauvegarder les intérêts des industries de protection des plantes et faire entendre sa voix dans les processus de décision". Avec ces objectifs, l'association a aussi défini un certain nombre de priorités :

- La restauration de la durée de vie des brevets/la propriété industrielle.
- L'homologation des produits.
- La réforme de la PAC et ses conséquences.
- La qualité des eaux.
- La gestion des déchets (y compris l'emballage).
- L'image de l'industrie.
- L'innocuité de la nourriture.
- La fabrication/la formulation/le stockage.

Trois sont jugées "d'importance capitale" :

1) La propriété industrielle

Et pour cause : "10 à 12 % de notre chiffre d'affaires sont consacrés à la recherche et au développement. Le coût de développement d'une nouvelle substance est supérieur à 100 millions de dollars et s'échelonne sur une période de 10 ans. Les dépenses de l'industrie phytosanitaire en matière de recherche et développement ne sont égales ou dépassées que par celles de l'industrie pharmaceutique".

2) La qualité des eaux

L'extension des critères de la directive Eau Potable aux principes uniformes présente "une bombe à retardement".

La directive relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine part du principe que présence égale contamination. Une fois ceci également établi dans le cadre du régime régissant l'homologation des produits phytosanitaires, "même les composés parfaitement acceptables sur le plan toxicologique et écotoxicologique ne seront pas à l'abri d'une interdiction".

L'ECPA entend "se battre de plus belle si elle sent que les autorités ne réagissent pas".

3) La réforme de la PAC

L'association exprime de très fortes réserves quant aux clauses de la réforme et déclare notamment que "la mise en jachère aura des effets négatifs importants sur le plan de la compétitivité et de l'efficacité".

*ECPA - Avenue Albert Lancaster 79a,  
1180 Bruxelles-Belgique.  
Tél. : 02/375.68.60.*

**ACCORD DU PONT - CIBA GEIGY**

L'intention d'achat par Du Pont des activités résine thermoplastique technique polybutylène téréphtalate (PBT, "Crastine") de Ciba a été approuvée et finalisée par les deux sociétés. Du Pont renforce ainsi sa gamme de polymères techniques.

Ciba continuera de produire la résine PBT "Crastine" pour le compte de Du Pont depuis son usine de Lampertheim en Allemagne, dans les installations existantes et selon des procédés identiques.

**AVEBE ÉLARGIT SES PRESTATIONS DE SERVICE POUR L'INDUSTRIE DU PAPIER**

En présentant un lot d'instruments de contrôle portables, la société Avebe a élargi ses prestations de service en ce qui concerne la fécule de pommes de terre et

ses applications, notamment au niveau des parties humides des machines dans l'industrie du papier. Grâce à ces nouveaux instruments de contrôle portables, les techniciens du papier de la société Avebe sont en mesure d'effectuer des mesures *in situ* sur la partie humide.

Les prestations de service qu'offre la société à l'industrie du papier couvrent, entre autres, la livraison de systèmes de traitement d'amidon complets ou partiels (silos de stockage, cuiseurs et autres).

*Avebe-weg 1, 9607 PT Foxhol, Pays-Bas,  
tél. (31) 5980-42234.*

**ICI : ÉCLATEMENT ET RESTRUCTURATION**

Imperial Chemical Industries (ICI) a annoncé sa scission en deux sociétés au mois de juin prochain. Les deux sociétés indépendantes seront cotées séparément à la Bourse de Londres. Le chimiste britannique a également annoncé une restructuration dont le coût sera de l'ordre de huit milliards de francs, 9 000 emplois seront supprimés.

**AMERICAN CYANAMID : DIVISION PAR 2**

American Cyanamid a décidé aussi de scinder en deux groupes indépendants : chimie d'un côté, pharmacie de l'autre. Cette annonce intervient un semaine après la nomination d'un nouveau patron à la tête de Cyanamid : Albert Costello.

**DÉVELOPPEMENT D'ELF AQUITAINE EN RUSSIE**

Le contrat pétrolier de partage de production, signé en février 1992, vient de recevoir un aval du Soviet Suprême par un arrêté du Praesidium daté du 1er mars 1993. Le groupe Elf, à travers sa filiale Elf Neftegaz, est dès lors en mesure de mettre en oeuvre les préparatifs des opérations prévues au contrat.

Il est rappelé que ce contrat de type partage de production couvre un périmètre d'environ 18 000 km<sup>2</sup> dans les régions de Volgograd et Saratov. Il s'étend sur une période de 30 ans et devrait entraîner des

investissements d'exploration, sur 9 ans, d'au moins 500 millions de dollars.

**ELF ATOCHEM EN CHINE**

Elf Atochem et Beijing Chemical Industry Group Corp. - BCIGC - ont signé le 6 mars 1993, au China World Trade Center de Pékin, le contrat de création d'une joint-venture pour la production d'additifs plastiques : Beijing Elf Atochem Polystab.

Beijing Elf Atochem Polystab produira et commercialisera la gamme existante d'organo-étains originaire de BCIGC et les organo-étains issus de la technologie d'Elf Atochem. Ces additifs, utilisés comme stabilisants pour le PVC, seront fabriqués dans une unité, d'une capacité de 3 000 tonnes/an, construite sur une technologie Elf Atochem.

La nouvelle société sera détenue à 60 % par Elf Atochem et à 40 % par BCIGC. Elle sera opérationnelle en mai 1993.

**AIR PRODUCTS : UN CONTRAT EN POLOGNE**

Suite au contrat décroché par Air products Polska sp.zo.o., filiale de Prodair corporation, Air products va installer une unité opérationnelle en Pologne qui sera chargée de l'approvisionnement en oxygène de Huta Zawiercie, la troisième aciérie polonaise.

Ce contrat, estimé à plusieurs millions de dollars, porte sur la construction de deux unités d'oxygène VSA (vacuum Swing Absorber) d'une capacité de 50 tonnes par jour qui doivent garantir la fiabilité et la flexibilité de l'approvisionnement au client. L'usine, qui sera construite dans une zone industrielle du sud de la Pologne, sera mise en service dans douze mois.

**BIO DIRECT DEVIENT DISTRIBUTEUR EXCLUSIF DE CELLOGEL**

Bio Direct assure depuis le 1er janvier 1993 la distribution des produits d'électrophorèse Cellogel. Cette distribution exclusive concerne les marques Cellogel et Chemetron (supports et matériel d'électrophorèse).

Cellogel comprend aujourd'hui 45 références. Les supports sont vendus séparément ou rassemblés en kits propres à chaque type de dosage. Cette gamme sera rapidement étendue pour répondre à des dosages plus délicats, un développement déjà engagé avec la récente apparition du dosage des protéines urinaires sans concentration.

**PROJET  
PROCORDIA - MONTEDISON**

Le suédois Procordia et Montedison sont entrés depuis le mois de février dans la phase finale de négociations visant à constituer l'une des plus grandes sociétés pharmaceutiques d'Europe. En effet les deux groupes ont l'intention de prendre une initiative conjointe associant leurs filiales pharmaceutiques respectives, Kabi Pharmacia et Erbamont, cette dernière contrôlant Farmitalia Carlo Erba. Procordia, de son côté, est intéressé par l'acquisition d'une participation importante dans Erbamont.

**LA STRATÉGIE  
DE DIVERSIFICATION DE DOW**

La diversification reste la stratégie de Dow pour les années 90. L'objectif : équilibrer les ventes entre les trois secteurs d'activité du groupe : chimie de base et thermoplastiques / chimie de spécialités / spécialités grand public (pharmacie - agrochimie - grande consommation).

La chimie étant par nature une activité cyclique, la diversification dans les spécialités a pour intérêt, outre d'équilibrer le portefeuille d'activités de Dow, de développer un "business" beaucoup moins sensible aux aléas conjoncturels.

Les produits du secteur "spécialités grand public" sont variés : produits de grande consommation, produits chimiques pour l'agriculture, produits pharmaceutiques. Ils ont en commun d'être beaucoup plus en aval que les produits chimiques de base et les plastiques et d'être beaucoup moins affectés, pour leurs ventes, par les cycles économiques. Ce sont des produits dont la croissance est essentiellement déterminée par l'innovation.

C'est notamment des spécialités grand public que Dow attend la plus forte croissance et la plus grande contribution en termes de profit.

Parties de pratiquement zéro il y a 10 ans, les ventes mondiales de Dow dans les spécialités grand public ont atteint 6 milliards de dollars en 1992 et le bénéfice d'exploitation 1,1 milliard de dollars. Ce secteur emploie 30 % des effectifs de Dow.

Aujourd'hui, les trois sociétés du groupe qui opèrent dans ces secteurs sont leaders dans leurs gammes de produits, avec une forte présence en Amérique du nord mais une présence mondiale en croissance : ainsi en est-il de DowElanco, 6<sup>e</sup> producteur agrochimique mondial, avec sa gamme d'herbicides, fongicides, insecticides, nématicides..., de Marion Merrel Dow, 17<sup>e</sup> groupe pharmaceutique mondial, qui met au point et commercialise des antibiotiques, antihistaminiques, antalgiques... et

de DowBrands, spécialiste des produits de grande consommation.

Le chiffre d'affaires pour cette dernière activité s'est élevé à 919 millions de dollars en 1992.

**ORSAN : ANNÉE DIFFICILE**

1992 a été une année difficile pour Orsan, due, en premier lieu, à l'évolution de son environnement concurrentiel :

- particulièrement l'arrivée d'un nouveau concurrent a déclenché une guerre des prix de la lysine qui a entraîné une chute de 25 % en moyenne de ces derniers.

- l'activité glutamate en Europe a dû faire face à une poussée des importations asiatiques à des prix inférieurs au seuil fixé par les mesures anti-dumping de la CEE.

- le redressement des Sociétés Potagères et Florales se poursuit à un rythme toutefois ralenti par l'environnement actuel du monde agricole.

*Résultats d'Orsan, exercices clos au 31 décembre*

en millions de francs, sauf par action	1991	1992
Chiffre d'affaires consolidé	1 951	1 421*
Résultat brut d'exploitation	155	43
Résultat courant**	(81)	(170)
Résultat exceptionnel	(106)	(13)
Résultat net consolidé part du Groupe	(211)	(190)
Résultat par action	(65,57)	(58,97)

\* Après cession de l'activité Grandes Cultures qui représentait 433 millions de francs en 1991.

\*\* Avant impôts, pertes et profits exceptionnels et amortissements de la survaleur.

Nous recrutons pour un important  
**Centre de Recherche Pharmaceutique** situé en région parisienne :

# Chimiste de haut niveau

**spécialisé dans la chimie thérapeutique**

pour **prendre la responsabilité** d'une des équipes de recherche en synthèse organique.

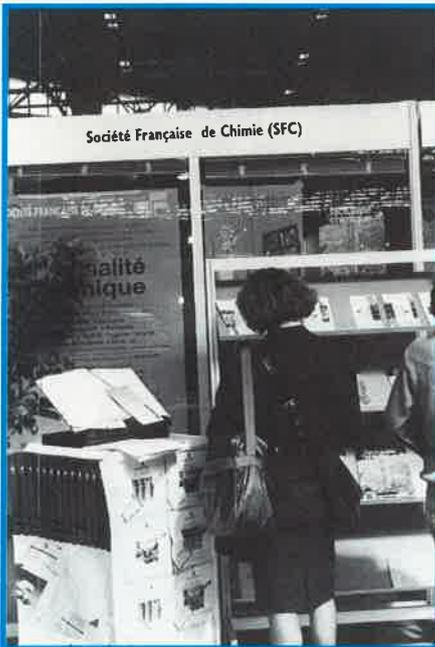
De **formation Ingénieur et PhD**, vous avez une expérience de plusieurs années en chimie thérapeutique, concrétisée par une réelle **créativité**, un **esprit d'équipe** et un **sens des relations humaines**.

Merci d'adresser votre candidature avec lettre manuscrite, curriculum vitae, photo et prétentions sous la référence 1781/AC à COMMUNIQUÉ - 50/54, rue de Sully - 92513 BOULOGNE BILLANCOURT cedex, qui nous la transmettra.

MEDIAPR



Sur le stand de la Société Française de Chimie



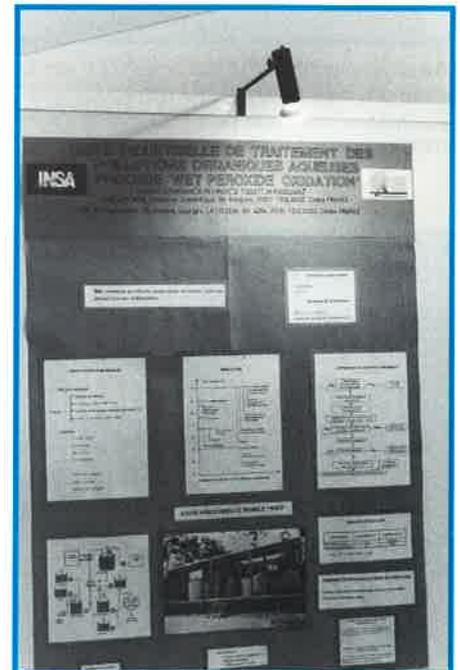
Des visiteurs intéressés par la nouvelle formule de L'Actualité Chimique.



Pierre Fillet, Commissaire Général, commente ses premières impressions.



A l'espace Forum, une trentaine de nouveautés ont été présentées par les sociétés.



Un pôle "démonstration" a rassemblé laboratoires de recherche et industries intervenant dans le secteur de la dépollution.

## Des visiteurs étrangers...



Des visiteurs (étrangers) particulièrement intéressés par toutes les innovations, mais aussi disposés à répondre à nos questions.

## Conférences, colloques, forum...



Au colloque organisé par le CNISF sur la "protection des plantes", J.P. GUILLOU (directeur général de l'UIPP) : "L'innovation reste la clef de voûte du développement de cette industrie".



A la XVI<sup>e</sup> Conférence internationale des industries chimiques, un colloque sur la mesure et l'analyse industrielle : "Pour progresser dans la protection de l'environnement, les normes se multiplient et conduisent à des surcoûts au niveau des installations et des contrôles".



Au Forum "Le Japon, c'est possible", M. Erbs (attaché commercial au PEE de Tokyo) : "Si vous vendez au Japon, vous bénéficierez du "label Japon", qui vous ouvrira les portes des autres marchés asiatiques".



"Au Japon, nous vivons un contexte très concurrentiel. Nous venons ici en position d'acheteurs. Il est indispensable que vos produits soient bon marché, mais surtout que vous respectiez les délais de livraison !"

# Les sites pollués

**Nathalie Martin \***  
(chargée de mission à l'IEI)

La gestion des sites pollués, en grande partie héritage du passé, emprunte une succession d'étapes sur lesquelles tout le monde s'accorde à peu près :

- identification des sites, par des inventaires systématiques (recherches historiques) et des outils de révélations lors de transactions foncières,
- caractérisation de la pollution, par la connaissance historique du site et des études de terrains,
- évaluation du danger présenté par cette pollution, en fonction des possibilités de diffusion et de l'environnement menacé,
- détermination d'objectifs de qualité pour le site et choix des techniques,
- opération de terrain.

Par contre, aucune de ces étapes n'est solidement définie et toutes font l'objet de travaux pour proposer une base homogène de réflexion ainsi que quelques références.

## ORIGINE DES SITES POLLUÉS

L'essentiel des activités ou constructions pouvant produire des sites pollués peut se résumer par la liste suivante :

- friches industrielles et exploitations en activité,
- décharges,
- déversements accidentels,
- exploitations minières,
- anciens terrains militaires,
- exploitations agricoles.

Certains pays ont élaboré une politique de gestion des sites contaminés englobant terrains industriels, urbains et agricoles, d'autres ont laissé à part les terrains agricoles.

En effet, de par le caractère diffus et chronique d'une pollution par l'utilisation de produits phytosanitaires ou de fertilisants, le problème des sols agricoles relève d'une politique préventive et curative en partie différente de celle concernant les autres catégories de sites pollués.

Par exemple, la pollution par les métaux lourds résultant de l'épandage de boues de stations d'épuration est très liée à toute la politique de gestion des déchets et effluents. Or, une directive européenne récente (1991), sur le traitement des effluents, tend à renforcer la production de boues. Une autre directive est en préparation pour mieux encadrer l'utilisation de ces boues.

## CONNAISSANCE DES SITES EN FRANCE

En 1986, 200 sites furent identifiés par l'ADEME (Agence de l'environnement, de la matière et de l'énergie), à partir d'un "élément déclenchant", c'est-à-dire à la suite d'un impact constaté sur l'environnement (plaintes).

Une étude régionale réalisée en Midi-Pyrénées en 1992 par l'ADEME, de type historique, a relevé 130 sites rattachés à la métallurgie et à la chimie, dont une quarantaine pourraient être dits "contaminés", ceci restant à confirmer par des études de terrains.

L'actualisation récente de cette liste nationale porte à 580 le nombre de sites suspects. Ces initiatives sont assez tardives par rapport aux travaux de nos voisins : l'Allemagne, les Pays-Bas, et bien d'autres pays ayant déjà recensé des dizaines de milliers de sites pollués.

Se rajoutent à cela, les recensements plus sectoriels tels que la liste nationale des 720 sites GDF/EDF

L'administration souhaite développer ces inventaires historiques et a mis en place, dans la loi de juillet 1992, un autre moyen d'identification de sites, utilisé lors de transactions foncières, "l'étude du sol".

Cette "étude" du sol et non "audit", comme on le dit par abus de langage, permettra de protéger les nouveaux acquéreurs, en les informant. Mais il n'existe aucune obligation de déclarer à l'État une découverte de site pollué.

## MOYENS D'INTERVENTION

### Moyens financiers

Sur les sites dits "orphelins", c'est-à-dire dépourvus de tout responsable solvable, un fond s'élevant à 40 MF, géré par l'ADEME, a été mis en place en 1992. 8 MF de l'ADEME, 12 MF de l'Agence de l'eau Seine-Normandie et 20 MF provenant du fond spécial mis en place par les industriels au travers de l'Association Française des Entreprises pour l'Environnement (AFEE). Ce fond d'intervention devrait devenir annuel.

Cela porte de 8 MF en 1991, à 40 MF les moyens financiers pour la résorption de sites orphelins. On est encore loin du milliard de francs consacré en 1992 aux Pays-Bas, au traitement des points noirs.

Mais, l'augmentation de ce fond correspond à une volonté d'accélérer significativement la résorption des points noirs pendant les 5 prochaines années.

En ce qui concerne les sites pollués sur lesquels un responsable solvable a été identifié, ce dernier peut dans certains cas obtenir une aide financière par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie pour le nettoyage du site. (Le budget "sites pollués" de Seine-Normandie est de 50 MF pour le plan quinquennal.)

\* Institut de l'Environnement International (IEI), 16 avenue Berthelot, 69007 Lyon. Tél. : 72.72.00.71 (télécopie : 78.61.18.03). L'IEI étudie l'ensemble des problèmes posés par les sites pollués.

*Moyens d'incitation à la dépollution*

Il n'existe pas actuellement en France de politique générale définissant les nécessités de traitement des sites, c'est-à-dire : les priorités, les modes d'intervention et les qualités à rétablir. Les décisions reposent sur les préfets qui se basent sur l'appréciation des DRIRE, au cas par cas. Il est pourtant de la plus grande importance que le traitement des sites soit homogène et cohérent sur tout le territoire.

*Les moyens juridiques*

Les principes juridiques de responsabilité restent, en France, très attachés au pollueur initial. Si un propriétaire ou un exploitant est mis en demeure de dépolluer son terrain, il peut toujours se retourner contre le responsable de la pollution, et cela, même si le propriétaire a acheté sciemment ce terrain pollué. Mais cette possibilité de recours n'est pas toujours applicable pour des raisons pratiques.

**CARACTÉRISATION D'UN SITE CONTAMINÉ**

Deux approches se complètent : la détermination de la pollution, en fonction des substances présentes dans l'eau ou dans le

sol, puis en cas de confirmation d'une pollution, l'évaluation du danger présenté par le site, au moyen d'une étude d'impact basée sur :

- . l'analyse des caractéristiques des contaminants,
- . l'évaluation des possibilités de diffusion,
- . l'analyse de l'environnement affecté ou susceptible d'être affecté.

L'ensemble de ces éléments devant permettre d'estimer la gravité de la contamination et de statuer de la nécessité d'intervenir.

Puis les facteurs techniques, économiques, juridiques et locaux contribuent dans un deuxième temps à déterminer l'intervention la plus adaptée. Faute de pouvoir intervenir sur tous les sites posant un problème, pour des raisons économiques évidentes, ces étapes sont indispensables à l'établissement de priorités.

Tous les pays ayant bâti une politique de réhabilitation ont mis au point des méthodes voisines d'évaluation de danger.

Nous pouvons bénéficier de leur retour d'expérience pour définir notre système. Par ailleurs, il existe en France un outil éprouvé en matière de maîtrise des pollutions : "les études d'impact". Récemment

adaptée à la gestion des déchets avec les "études déchets", l'administration souhaite transposer cette même méthode à la caractérisation des sites contaminés.

Plus généralement, le ministère de l'Environnement préconise pour l'appréhension des sites, l'approche globale, qui comprend la prise en compte de la toxicité des produits et les quantités stockées, de l'étude d'impact du dépôt et du devenir du site.

*Détermination de la pollution : le référentiel*

- Deux approches différentes ont jusqu'à présent été développées pour élaborer un référentiel :

- . Une approche au cas par cas : mesures de valeurs de référence du milieu naturel autour de chaque site contaminé, dans la même unité géologique et écologique, et appréciation de la pollution du site en fonction de l'écart à ces valeurs.

Cette approche, celle qui colle le plus à la réalité, s'accompagne des difficultés suivantes : d'une part, l'expérience montre que la justification d'une variation des niveaux de pollution tolérés selon les sites est délicate à faire passer auprès des populations et, d'autre part, les valeurs mesu-



*Spie ICF Environnement*

**Diagnostic et Réhabilitation des Sites Contaminés**



Parc St-Christophe - Pôle Newton -  
95864 Cergy-Pontoise cedex, France.  
Tel. (1) 34 22 74 33 Fax (1) 34 22 79 86

**ICF KAISER ENGINEERS**

rées ne traduisent pas forcément l'état du milieu naturel sain, mais celui de l'état préalable du site avant un déversement accidentel, ou du niveau de pollution général d'une zone industrielle.

Ces notions différentes sont un peu confondues aujourd'hui. Or, un éclaircissement est nécessaire, ne serait-ce que pour des raisons juridiques, sur le réel état de référence à adopter : niveau de pollution rémanent autour du site, ou milieu naturel parfaitement sain.

Les états, qui utilisent l'approche au cas par cas, s'appuient aussi sur des tableaux généraux de valeurs.

. Une approche plus standardisée :

Quelques valeurs correspondant à des seuils représentatifs, pour chaque substance et dans des conditions définies, sont proposées comme bases de discussion. Symbolisée par la grille hollandaise de "valeurs guides", cette approche est critiquable pour son côté sommaire. Autant que les principes techniques qui caractérisent ces référentiels, le contexte réglementaire qui en régit l'application définit la souplesse du système.

- En vue d'une adaptation d'un référentiel à la diversité de la géologie et de l'industrie française, les orientations suivantes pourraient être approfondies :

- Prise en compte des familles de toxiques : dissocier un référentiel pour les substances d'origine anthropique, avec des valeurs homogènes sur tout le territoire, d'un référentiel pour les substances existant dans le milieu naturel, avec plus de souplesse sur les valeurs guides. (Le gouvernement anglais élabore progressivement une grille de références. Celle-ci reste aujourd'hui fort succincte car seuls les éléments pour lesquels des bases scientifiques et techniques sont reconnues, y sont intégrés).

- Définition de la qualité du milieu naturel sain : définir des grandes unités géologiques auxquelles correspondraient des concentrations spécifiques pour certains éléments. Et s'y référer selon la géologie locale. Établir des fourchettes basées sur la concentration totale d'un élément, mais aussi sa fraction mobilisable, plus révélatrice des réelles possibilités de contamination.

Un système de référence à trois valeurs - milieu naturel sain, fraction mobilisable

maximale, concentration totale maximale - semble séduisant, mais demande en revanche de réaliser des tests en laboratoire, ce qui entraîne une certaine complexité de mise en œuvre.

- Évaluation des dangers présentés par un site contaminé

Un certain nombre de facteurs, à prendre en compte dans une évaluation de dangers, a été listé d'après les systèmes de classification développés à l'étranger :

- Contaminants : concentrations dans l'eau et dans le sol, "dangerosité" (liste Seveso,...), quantité présente dans le site (étendue et volume ou masse), caractéristiques physiques (solide, boue, liquide, gaz), fraction mobilisable dans l'eau et dans le sol, bio-accumulation dans la chaîne alimentaire, rémanence dans l'eau de surface.

- Potentialité de diffusion : contamination constatée (dégagements gazeux, poussières, contamination de la nappe, de l'eau de surface, diffusion dans le sol).

- Diffusion possible : moyens de confinement mis en place ou pré-existants, densité, porosité, perméabilité... du sol, pluviométrie, topographie, profondeur et épaisseur de l'aquifère, proximité de l'eau de surface permanente, vitesse et sens de circulation de l'aquifère, débit des eaux de surface, précipitations infiltrant l'aquifère, risques d'inondations.

- Environnement exposé : nombre de personnes vivant sur le site et à proximité - présence d'enfants, nombre de personnes travaillant sur le site et à proximité, accessibilité, attrait et usage du site, existence de zones protégées ou d'intérêt remarquable (faune, flore, paysage, site historique ou archéologique), possibilité de consommation d'aliments ou d'eau contaminée, activités économiques susceptibles d'être affectées par la contamination, usage de la ressource en eau, existence de réserves de remplacement, puits de captage le plus proche (et périmètre de protection), impact constaté sur l'homme, les animaux, la végétation, les édifices ou les activités humaines.

La difficulté reste d'évaluer l'importance relative de chacun de ces facteurs, puis d'estimer leur intensité sur un site précis.

Là, les méthodes sont plus ou moins complexes et là encore, la souplesse du systé-

me dépend du contexte réglementaire et législatif.

L'évaluation du danger présenté par chaque site pollué peut rester à la libre appréciation des responsables aidés par une étude d'impact complète, ou se baser sur une échelle de gravité prédéfinie.

L'expérience prouve qu'il est illusoire de rechercher un système des plus justes, et qu'il faut miser sur le pragmatisme et la simplicité du système.

## OBJECTIFS DE QUALITÉ

Selon leurs impératifs écologiques et urbains (ressources en eau, occupation du sol...), leur potentiel économique, certains pays ont opté pour une politique "multifonctionnelle" de restauration de site - aux Pays-Bas, les mêmes objectifs de qualité sont préconisés dans tout le pays quel que soit l'usage futur du site-, d'autres pour une approche plus spécifique intégrant le devenir du site dans la définition d'un objectif de qualité. Ainsi au Canada, des grilles de référence proposent des objectifs de qualité par substance en fonction d'usages types du site (agriculture, centre commercial, résidentiel...).

Mais force est de constater que, même aux Pays-Bas, la politique multifonctionnelle n'est pas réellement appliquée pour des raisons techniques et financières.

De plus, des effets pervers existent : la situation est surtout complexe dans les zones industrielles, et il s'agit d'éviter qu'une politique de dépollution des sols ait pour conséquence de démotiver de nouveaux industriels qui s'installeraient alors sur des terrains propres.

## CONCLUSION

Le ministère de l'Environnement souhaite accélérer la réhabilitation de sites, et une circulaire du 28 janvier dernier demande aux préfets d'utiliser des dispositions de la loi du 13 juillet 1992 pour imposer les mesures techniques nécessaires à la protection de la santé et de l'environnement, sur les sites dangereux connus.

Cet appel à plus d'interventions renforce l'urgence de bâtir rapidement un cadre solide et homogène pour définir les sites prioritaires (en fonction des moyens financiers) et les objectifs de qualité. ■

Réédition

### La méthode des plans d'expérience de Jacques Goupy

Dunod, 1993, 306 p.

INTERVIEW

**Jacques Demblans-Dechans,**  
Président de l'UPDS

# La dépollution de sites

## naissance d'une nouvelle activité industrielle

L'UPDS\* est l'Union Professionnelle des entreprises de Dépollution de Site. Créée il y a un an à l'initiative de quelques entreprises leaders dans le domaine de la décontamination, elle rassemble aujourd'hui plus de vingt sociétés. Son président, Jacques Demblans-Dechans (par ailleurs président directeur général de Géoclean) a bien voulu nous expliquer les objectifs de cette union.

**L'Actualité Chimique :** Pourquoi avoir constitué l'UPDS ?

**Jacques Demblans-Dechans :** La dépollution de site apparaissait comme un métier très nouveau (même si d'une façon ou d'une autre cela a toujours existé). Peu de sociétés en tout cas affichaient pour raison sociale la réhabilitation des sites. C'est cela qui est nouveau.

**AC :** Un nouveau métier donc ou plutôt un métier qui, dorénavant, s'affiche en tant que tel. Mais pourquoi ce besoin de s'unir ?

**J.D.D. :** Nous avons, d'un côté, ces sociétés qui commençaient à exister, d'un autre, un contexte où le concept d'environnement prenait de plus en plus d'importance. Il nous est alors apparu nécessaire de nous unir pour différentes raisons : discuter d'un même voix avec les prescripteurs ; débattre entre nous de questions pratiques : déontologie, législation, contrôles... ; adopter une charte du parfait réhabilitateur, indispensable à l'exercice de notre profession.

**AC :** La profession s'organise mais le secteur d'intervention est-il clairement défini ? Y a-t-il une définition officielle du site pollué ?

**J.D.D. :** Non. En France, comme dans beaucoup d'autres pays on ne sait pas ce qu'est un site pollué. C'est-à-dire que l'on ne peut pas définir un site pollué au regard de normes. Au niveau de l'UPDS nous ne souhaitons pas nous enfermer dans un carcan étroit établi à partir de normes. Nous menons à ce sujet une réflexion commune



avec l'Entreprise Pour l'Environnement (EPE\*\*). Il s'agit d'une association d'industriels qui a créé un fond de financement pour intervenir sur des sites pollués n'ayant pas de propriétaires ou des propriétaires non solvables.

**AC :** Allergique aux normes en quelque sorte, mais quelle démarche proposez-vous ?

**J.D.D. :** Pour nous il s'agit plutôt de raisonner en terme d'évaluation des risques.

**AC :** Quand intervenez-vous sur un site ? Qui fait appel à vos services ?

**J.D.D. :** Il se présente trois sortes de cas :  
- Il peut s'agir d'un site ayant un propriétaire (industriel ou collectivité) dont l'usage change. (Par exemple le terrain d'anciennes usines situées en centre-ville faisant l'objet d'un projet immobilier). Il s'agit là d'examiner s'il existe une pollution ou une source potentielle de pollution susceptible d'empêcher cette réalisation.

- Il y a le cas des sites qui génèrent une pollution clairement identifiée comme telle.

Ils peuvent se voir imposer une dépollution par arrêté préfectoral.

- Enfin, l'administration établit une liste de points noirs : sites pollués générant une pollution. Elle concerne des sites n'ayant plus de propriétaires ou des propriétaires non solvables. Cette liste est gérée par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie)\*\*\* pour la partie décontamination. Celle-ci procède par appel d'offre. Elle dispose pour cela d'un budget propre, mais elle est aussi aidée par l'EPE et parfois par les agences financières de bassin.

*Site pollué ?*

**AC :** Connait-on le nombre de sites pollués en France ?

**J.D.D. :** Au départ, la liste établie par l'administration citait une centaine de sites, maintenant on parle de 500. Ce chiffre est assez contesté. Il faut savoir que dans les autres pays européens ça va de 5 à 30 000. Mais les bases d'examen n'étant pas les mêmes, ces chiffres ne sont absolument pas comparables (tableau 1).

**AC :** Tant qu'il n'y a pas une définition de la pollution...Mais, vous-même, avez-vous une définition du site pollué ?

**J.D.D. :** Pour moi, un site mérite examen :  
- s'il génère une gêne sur son environnement (par exemple, s'il pollue une nappe phréatique en rendant l'eau impropre à la consommation).

- s'il génère une nuisance réelle pour l'homme, de par sa situation en milieu quasi urbain, par exemple.

**AC :** Cela reste assez vague, vous ne croyez vraiment pas à la nécessité d'une réglementation dans ce domaine ?

**J.D.D. :** Oui, bien sûr ! A condition, je vous l'ai déjà dit qu'elle s'inscrive dans une démarche d'évaluation des risques. Nous travaillons là-dessus au sein d'un groupe de

\* UPDS : Union Professionnelle des entreprises de Dépollution de Sites, Parc Saint-Christophe c/o SPIE-ICF, 95864 Cergy-Pontoise Cedex, Tél. : (1) 34.22.74.33.

\*\* EPE : Entreprises Pour l'Environnement, 5, Esplanade Charles De Gaulle, 92733 Nanterre Cedex.

\*\*\* ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, 23, rue Dombasle, 75015 Paris.

travail constitué entre l'UPDS, l'EPE, et l'ADEME.

**AC** : Quels sont vos sujets de réflexion ?

**J.D.D.** : Nous réfléchissons essentiellement à une méthodologie de la définition d'un site pollué et à l'établissement d'une échelle de valeurs du site pollué en fonction de critères tels que l'environnement physique, sociologique...

**AC** : Comment procédez-vous ? Tenez-vous compte des réglementations en vigueur ailleurs ?

**J.D.D.** : Nous allons, d'abord, dresser un état des lieux de tout ce qui a pu se faire dans le monde industriel :

- aux USA, il y a le Superfund créé à l'initiative du président Carter (ce programme est géré par l'agence pour l'environnement et il s'agit de dizaines de milliards de dollars mis en œuvre !). Ce qui nous intéresse ici, c'est tout l'aspect recherché. Les Américains ont validé ou non, des procédés d'évaluation des risques...Nous examinons tout cela.

- aux Pays-Bas, il ont mis en place un système dont tout le monde dit qu'il s'agit de normes. En fait, il s'agit de seuils : un seuil à partir duquel il faut surveiller. Ce système est probablement bien adapté aux conditions des Pays-Bas : sols alluvionnaires homogènes...mais là, les sites pollués se comptent par dizaines de milliers. Au regard de ces seuils, les stations services peuvent faire partie des points noirs potentiels.

- en Allemagne, par contre, il n'existe pas de normes. Les Allemands procèdent au cas par cas, site par site.

*Marché ?*

**AC** : En terme de marché, êtes-vous en mesure de chiffrer à combien il s'élève ?

**J.D.D.** : Très difficile d'avancer un chiffre exact...Nous pensons qu'il est de l'ordre de 100 millions de francs (hors élimination des déchets).

**AC** : En terme d'emploi ?

**J.D.D.** : Approximativement de l'ordre de 200 emplois directs. Mais c'est un secteur où nous sous-traitons beaucoup.

**AC** : Les sociétés membres de l'UPDS opèrent-elles uniquement en France ?

**J.D.D.** : La plupart œuvrent essentiellement en France, mais, toutes affichent une volonté d'expansion européenne. Certaines sont déjà très présentes en Europe de l'Est.

**AC** : Vos concurrents au niveau européen, quels sont-ils ?

**J.D.D.** : Il s'agit de l'Allemagne, des Pays-Bas et de l'Angleterre. L'enjeu est tout le marché de l'Europe du Sud et de l'Europe de l'Est.

**AC** : Comment vous situez-vous par rapport à la concurrence ?

**J.D.D.** : Techniquement, je pense que les sociétés françaises, en terme de méthodo-

logie pour l'établissement de diagnostics, ou en terme de décontamination, ont atteint un bon niveau aujourd'hui. Sur le plan économique, les sociétés allemandes ont la réputation d'être chères. Mais elles le sont de moins en moins. Un des objectifs de l'UPDS est de valoriser ce nouveau métier.

**AC** : Qu'entendez-vous par là ?

**J.D.D.** : C'est un métier que l'on doit faire sérieusement. Il n'y a plus de place pour le bricolage ! Quand on prend en charge un site, il faut qu'il soit bien nettoyé. Or, un bon nettoyage, ça coûte !

**AC** : Combien justement ?

**J.D.D.** : Ca va de 20 à 5 000 F le m<sup>3</sup> de sol dépollué. Il n'est pas possible d'avancer un prix moyen. C'est fonction des types de pollution.

**AC** : Vous en différenciez combien ?

**J.D.D.** : On examine d'abord la nature et l'origine de la pollution. Ensuite, on détecte la présence ou non de déchets toxiques (décharge interne, ancienne décharge sauvage, ancienne décharge autorisée...). C'est le cas du site de Sermaise traité par Géoclean : fûts de déchets enfouis. Il peut donc s'agir de terres polluées ou de déchets à éliminer... Pour répondre complètement à votre question sur la concurrence, je dirais que l'Allemagne peut arriver sur le marché à des prix inférieurs, que les Pays-Bas sont des concurrents possibles ainsi que les États-Unis.

## Membres de l'UPDS

Sur un marché en plein démarrage, ces "médecins" sont une trentaine en France. La plupart sont donc membres de l'UPDS. En voici leurs coordonnées :

- Archambeault Conseil, 45, chemin Grandvaux, 69130 Ecully.
- Ate, 8, rue Hermann Frenkel, 69007 Lyon.
- Bachy, 4, rue Sainte-Claire Deville, 92563 Rueil-Malmaison.
- BRGM, BP 6009, 45060 Orléans Cedex 2.
- Burgeap, 70, rue Mademoiselle, 75015 Paris.
- Enviromax, Miniparc du Verger, bât. C, 1, rue de Terre Neuve, Courtaboeuf 1, 91967 Les Ulis Cedex.
- Enviro Services International, BP 189, 57104 Thionville.
- Générale de Réhabilitation des Sites, 22, rue Robert Fleury, 75015 Paris.
- Géoclean, 71, Chemin du Moulin Carron, 69370 Dardilly.
- Géostock, 7, rue Peugeot, 92563 Rueil-Malmaison Cedex.

- Ingexas, 191, rue J.J. Rousseau, 92136 Issy-les-Moulineaux Cedex.
- Monteil J.M., 10, rue Jarente, 69002 Lyon.
- Pollution Service, Impasse des Plâtriers, 108, rue du Bourbonnais, 69009 Lyon.
- Serpol SA, 2, chemin du Génie, 69200 Vénissieux.
- SGN, 1, rue des Hérons, Montigny -le-Bretonneux, 78182 Saint-Quentin-en-Yvelines Cedex.
- Simecsol, 8, avenue Newton, 92350 Le Plessis Robinson.
- Solétanche, 6, rue de Watford, 92000 Nanterre.
- Spie ICF Environnement, parc Saint-Christophe, 10, avenue de l'Entreprise, Pôle Newton, 95864 Cergy Pontoise Cedex.
- Trans Europe Enviro Services France, BP 189, 57104 Thionville.
- Véritas, Cedex 44, 92077 Paris La Défense.
- WCI-Ecoaudit SA, bd Saint-Michel, 75006 Paris.

**AC :** Ces pays sont-ils déjà présents sur le marché français ?

**J.D.D. :** Au niveau des technologies, oui. Les technologies américaines ou hollandaises pénètrent bien en France.

*Une technologie par site*

**AC :** Y a-t-il beaucoup de techniques différentes mises en œuvre ? Pouvez-vous les décrire ?

**J.D.D. :** On ne peut pas vraiment établir un catalogue des techniques utilisés car à chaque site correspond une technologie propre, chaque site étant un cas particulier. Il n'existe donc pas de procédé universel : à un instant, sur un site, on utilise l'ensemble des techniques les plus appropriées pour supprimer la pollution incriminée.

**AC :** Il y a quand même des procédés communs, des outils communs... ?

**J.D.D. :** Nous travaillons selon deux approches différentes :

- la plus simple, dite "off site", consiste à enlever et à emporter la source de pollu-

tion ailleurs. Elle est alors traitée, hors du site, avec les moyens adéquats. Ça se pratique surtout sur des petits sites et lorsqu'il n'y a pas d'autre solution possible.

- l'approche "on site" se subdivise elle-même en deux possibilités :

"ex situ", ce procédé consiste à extraire et à traiter la matière polluée sur place au moyen d'unités mobiles de traitement (incinération à basses températures ; traitements physico-chimiques...);

"in situ" ce procédé consiste à extraire le polluant. Sont utilisées dans ce cas les techniques de pompage (Géoclean intervient sur le site de Chavanay par extraction sous vide) ; de traitement biologique (le BRGM intervient à Strasbourg par injection de micro-organismes sur un site pollué aux hydrocarbures) ; le confinement (on isole la partie polluée de son environnement).

**AC :** Une société comme la vôtre travaille sur combien de sites en même temps ?

**J.D.D. :** Aujourd'hui, Géoclean intervient sur quatre chantiers importants

- Chavanay (42) : pollution par de l'essence sans plomb

- Sermaise (31) : pollution générale par des résidus de solvants, enfouis illicitement. Il s'agit d'un "point noir". Cette opération est financée par l'ADEME, l'EPE et l'Agence de Bassin Seine-Normandie.

- le site d'Aluminium- Pechiney en vallée de Maurienne : pollution au béryllium.

- un ensemble de sites correspondant à d'anciennes usines à gaz de Gaz de France.

**AC :** Combien d'opérations menez-vous sur une année ?

**J.D.D. :** En 1992, nous avons dû en mener une vingtaine. Qu'il s'agisse d'opérations de réhabilitation ou d'intervention de diagnostic.

**AC :** Comment définissez-vous votre métier ?

**J.D.D. :** Je le définirais volontiers comme "médecin de l'environnement" car nous procédons selon la même démarche qu'un médecin. Nous établissons d'abord un diagnostic (maladie ? gravité ?...) puis nous proposons un remède (mise en œuvre de la méthode opératoire). ■

PAYS	INVENTAIRE	COUT ESTIME	MOYENS DEBLOQUES
SUISSE	(1992) 40.000 sites suspects 2.000 contaminés 500 nécessitant une décontamination	800 milliards de Francs Suisses pour l'analyse. 2.200 milliards d'assainissement	. Recherche d'une ventilation sur 25 ans.
DANEMARK	(1983) 3.100 sites suspects 114 faisant l'objet d'actions 1990 : 6 à 7.000 sites contaminés	1 Milliard \$	. Recherche d'une ventilation sur 30 ans. En 1992, 70 Millions \$ débloqués, 200 opérations en cours, 30 sites décontaminés.
CANADA	. Pas d'inventaire. . Moyens d'identification lors de transactions foncières		. 200 Millions \$ canadiens pour la décontamination dont 50 pour le développement technologique. A doubler avec les provinces pour les sites orphelins.
PAYS-BAS	(1990) 110.000 sites	25 Milliards \$	. En 1991, 243 Millions \$ pour gérer ces sites. Secteur privé : 86 M \$ en 1991 170 M \$ en 1994
U.S.A.	Par état : de 1 à 25.000 sites contaminés (Californie) de 1 à 6.654 sites à décontaminer	En 1989 : - 30 Milliards de \$ pour la liste prioritaire, moyenne de 25 Millions par site.	. En 1989 : 415 Millions \$ pour 50 états, 47,5 Millions par état. 30.000 sites candidats au Superfund 1.200 sur la liste prioritaire 36 sites décontaminés.

(source IEI)

**Centres de recherches contribuant à la décontamination des sites**

(Liste non exhaustive)

- \* CEMAGREF , 14 avenue de Saint Mandé, 75012 Paris.
- \* CNRS
  - Centre de Géochimie de la Surface, 1 rue de Blessig, 67084 Strasbourg.
  - Institut de Sciences et de Génie des Matériaux et Procédés, 50 avenue de Villeneuve, 66025 Perpignan.
  - Laboratoire de chimie associé au CNRS, "Chimie des produits Naturels et de l'Environnement, faculté des sciences, Poitiers :
    - . Géochimie organique. Etude de la matière organique des sols (Prof. A. Ambles) : mécanismes réactionnels, application à l'élimination des déchets organiques par les sols (land-farming pollution).
    - . Chimie de l'eau. Etudes des réactions chimiques en milieu aqueux dilué (Prof. M. Dore, Prof. B. Legube).
- Grâce aux outils analytiques, chromatographie en phase gazeuse, CLHP, CG-SM, chromatographie ionique, RMN... et à ses compétences, le laboratoire est à même d'effectuer des mesures de pollution de sols, d'eaux et de conduire des essais de dépollution.
  - Laboratoire des sciences du génie chimique, CNRS-ENSIC, 1 rue Grandville BP. 451 54001 Nancy Cedex.
- \* École des mines d'Alès, Centre de l'environnement industriel, Laboratoire génie de l'environnement, 6, avenue de Clavières, 30319 Alès Cedex.
- \* École Nationale Supérieure de Chimie de Rennes, Laboratoire de chimie des nuisances et génie de l'environnement, avenue du Général Leclerc, 35700 Rennes.
- \* INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques), Parc Technologique Alata, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte. (M. Le Calvez).
- \* INRA :
  - Laboratoire d'agronomie, 78850 Thiverval-Grignon.
  - Laboratoire de biotechnologie de l'environnement, bd du Général-de-Gaulle, 11100 Narbonne.
  - Laboratoire d'écotoxicologie, INRA-ENV, École vétérinaire de Lyon, BP 83, 69280 Marcy l'Etoile.
  - Laboratoire de microbiologie des sols, 17 rue de Sully, 21034 Dijon Cedex.
  - Phytopharmacie, écotoxicologie, domaine Saint Paul, BP 91, 84143 Montfavet cedex.
  - Station d'hydrobiologie lacustre, BP 511, 75 avenue de Corzent, 74203 Thonon-les-Bains Cedex.
  - Station des sols forestiers, Champenoux, 54280 Seichamps.
  - Unité de science du sol, route de Saint-Cyr, 78026 Versailles Cedex.
  - Université Pierre et Marie Curie, Laboratoire de biogéochimie isotopique, BP 120, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05.
- \* INSA Lyon, à travers, notamment, sa filiale Polden (Prof. A. Navarro, M. Méhu, 20 avenue Albert Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex.
- \* INSA Toulouse, Département de génie des procédés industriels, Complexe scientifique de Rangueil, 31077 Toulouse Cedex.
- \* IRH (Institut de Recherches Hydrologiques), 11 bis, rue Gabriel Péri, 54500, Vandœuvre-les-Nancy (M. Janzein).
- \* Lyonnaise des Eaux, CIRSSE, 38, bd du Président Wilson, 78230 Le Pecq.
- \* Laboratoire du génie des procédés et Laboratoire de chimie moléculaire et environnement, Campus scientifique Savoie Technolac, 73376 Le Bourget du Lac Cedex.

**MONTEIL JEAN-MARIE    EXPERT : POLLUTION AIR-EAU-SOL**

DOCTEUR-INGENIEUR-LICENCIE PHYSIQUE-CHIMIE-INGENIEUR DIPLOME E.N.S.C.M.  
 EXPERT PRES LA COUR d'APPEL de LYON - EXPERT PRES LES GROUPES d'ASSURANCES  
 en POLLUTION - NUISANCES INDUSTRIELLES - ENVIRONNEMENT.

**20 ans d'expérience professionnelle - 12 ans d'expérience en expertise.**

- APPROCHE SCIENTIFIQUE des CAUSES et des EFFETS des désordres confiés
- DIAGNOSTIC : GEOLOGIQUE - HYDROGEOLOGIQUE - CHIMIQUE - PEDOLOGIQUE - etc...
- TRAITEMENT : CHIMIQUE - PHYSICO-CHIMIQUE - BACTERIOLOGIQUE - CONFINEMENT.

**CHOIX OBJECTIF DE LA SOCIETE DE DEPOLLUTION ADAPTEE AU DESORDRE.**

- NEGOCIATION : avec les orgnaismes DRIRE - D.D.A.S.S. - Avec les Compagnies d'Assurances.
- DOSSIERS TRAITES : Produits CHLORES - CHROME - MANGANESE - CYANURE - BERYLLIUM  
 DECHETS HOSPITALIERS - HYDROCARBURE - FRICHE INDUSTRIELLE - DECHARGE.  
 STATION D'EPURATION d'EAU -USINE d'INCINERATION

**10 rue JARENTE 69002 LYON TEL : 78-37-56-88    FAX : 72-40-91-45**

# Le Hazard Ranking System (HRS)

Georgeann N. Morekas\* (*directeur général de Spie ICF Environnement*)

En 1980, le Congrès américain a signé le "Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act" (CERCLA), communément appelé Superfund, en réponse aux risques présentés par le l'émission incontrôlée de substances nocives, agents contaminants et polluants. La section 105 (8) (A) du CERCLA a exigé de l'Agence américaine pour la Protection de l'Environnement (EPA) d'établir des critères pour la détermination de priorités parmi les émissions ou dangers d'émissions...

Pour satisfaire à cette exigence, l'EPA a adopté le "Hazard Ranking System" (HRS) en juillet 1982<sup>1</sup>. Le HRS est un système de notation utilisé pour évaluer la menace relative liée à l'émission réelle potentielle de substances nocives sur un site. Le HRS représente la méthode primaire utilisée pour déterminer si l'on place un site sur la liste des priorités nationales (NPL), liste établie par l'EPA recensant les sites nécessitant une évaluation ultérieure et une réhabilitation corrective éventuelle. En décembre 1990, l'EPA a publié des révisions à l'HRS<sup>2</sup>, qui modifient la manière dont l'EPA évalue les menaces pour la santé humaine et l'environnement à partir d'émissions réelles ou potentielles de substances nocives et qui affinent le HRS en évaluant le degré de risque relatif.

Le HRS est conçu pour être un système de notation simple, à base numérique, utilisant des informations obtenues à partir de recherches limitées menées sur un site. A l'aide de ces informations, le HRS affecte à chaque risque une note allant de zéro à cent sur les bases suivantes :

- possibilité pour un site que des agents contaminants aient été ou puissent être émis dans l'environnement.
- caractéristiques des déchets (toxicité et quantité de déchets).
- personnes ou environnements sensibles affectés par l'émission.

Les sites recevant des notes de 28,50 et plus selon le HRS sont susceptible d'être portés sur la NPL. Comme on l'a vu plus haut, un site doit être répertorié sur la NPL pour faire l'objet d'une action curative financée par le Superfund. On a choisi la note de 28,50 selon le HRS comme outil de contrôle pour aboutir à une NPL initiale d'au moins 400 sites selon les suggestions du CERCLA. La NPL comprend actuellement plus de 1250 sites.

Le HRS révisé évalue quatre voies de contamination : migration de la nappe phréatique, migration des eaux de ruissellement, exposition du sol (s) et migration de l'air(a). On peut attribuer une note à un

site sur la base de l'une ou plusieurs de ces voies. Chaque voie comprend des facteurs regroupés en trois catégories : vraisemblance d'émissions ou d'expositions, caractéristiques des déchets et objectifs. Les objectifs peuvent consister en populations humaines réellement exposées ou susceptibles de l'être, environnements sensibles, ressources ou autres facteurs. On multiplie les valeurs pour les trois catégories de facteurs et on normalise le produit jusqu'à 100 points pour obtenir une note S pour la voie considérée. Le tableau 1 donne un exemple de voie de migration de la nappe phréatique.

On obtient la note globale du HRS en combinant de manière quadratique les notes des voies

$$HRS = \sqrt{\frac{S^2_{gw} + S^2_{sw} + S^2_s}{4}}$$

On a choisi cette méthode pour permettre à des voies de contamination ayant des notes plus élevées d'exercer une influence plus grande sur la notation du site que des voies ayant des notes inférieures. Ce qui renforcent des menaces sérieuses pour l'environnement à l'aide d'une seule voie dont la note est supérieure à 28,5. ■

Tableau 1 - HRS : voie de migration de la nappe phréatique.

Possibilité d'émission	Caractéristiques des déchets	Objectifs
Émission observée ou Émission potentielle : contention précipitation nette profondeur par rapport à l'aquifère temps de migration	Toxicité/mobilité Quantité de déchets	Puits le plus proche Population Ressources Zone de protection des têtes de puits

\* Spie ICF Environnement, Pôle Newton, parc St Christophe, 95864 Cergy Pontoise Cedex.

1 - U.S. Environmental Protection Agency, National Oil and Hazardous Substances, Contingency Plan, Federal Register, vol. 47, n° 137, pp. 31180 - 31243, juillet 1982.

2 - U.S. Environmental Protection Agency, Hazard Ranking System, Federal Register, vol. 55, n° 3+241, pp. 51532 - 51667, décembre 1990.

# Le National Classification System (NCS) for Contaminated Sites

Il s'agit d'une méthode d'évaluation de la contamination des sites en fonction de leur impact potentiel ou constaté sur la santé de l'homme ou sur l'environnement.

Objectif : établir un système rationnel, reposant sur des bases scientifiquement défendables, d'évaluation des dangers des sites contaminés à un niveau national afin d'asseoir un programme fédéral de restauration.

Pour établir cette classification, des groupes de travail industrie, gouvernement et grand public se sont mis en place en avril 1990, s'appuyant sur des travaux déjà développés dans les provinces ou à l'étranger.

Il est prévu de revoir régulièrement le système de classification en fonction de son applicabilité sur le terrain et de l'évolution des techniques d'évaluation de risques.

Le système a été établi par un cabinet de consultants. Il est détaillé dans "Review of contaminated site classification systems and recommendations for a national classification systems" Trow, Dames, février 1991.

## TROIS DEGRÉS DE RISQUES

Le NCS est un outil d'aide à l'évaluation qui propose trois degrés de risques : élevé, moyen et faible.

Pour statuer d'une intervention sur le site, il faut y rajouter les facteurs technologique, socio-économique, politique ou légal, en plus d'études techniques approfondies.

Le programme national de restauration est destiné à traiter les sites à risques élevés. Il a été demandé d'appliquer le NCS en priorité aux sites dits orphelins et aux sites fédéraux.

Suivant les cas, les experts appliquant le NCS représentent les autorités fédérales, provinciales et régionales.

Le système NCS est recommandé aux autres acteurs (entreprises) pour leurs propres sites.

Le principe repose sur une méthode additive de notes attribuées à une liste de paramètres, pour aboutir à une simple gradua-

tion. Ce principe est assez répandu dans les analyses multicritères en environnement.

Les évaluations par paramètres sont regroupés en trois catégories :

- Caractéristiques des contaminants : ("Contaminant characteristics") :

- toxicité
- propriétés physico-chimiques

- Possibilités de propagation ("Exposure pathways") :

- contact direct
- migrations potentielles

- Environnement menacé "Receptors"

## CES TROIS CATÉGORIES SONT D'ÉGALES IMPORTANCES

Dans chaque catégorie, les paramètres sont notés en se basant éventuellement sur des grilles de référence proposant des notes à chaque scénario possible. (cf "Scoring guidelines").

La note maximale de chaque paramètre est variable ce qui permet de pondérer le paramètre selon son importance.

On peut utiliser ce système en n'appliquant pas les valeurs guides, mais sans modifier les poids maximaux.

Des possibilités d'assouplissement de la méthode sont admises mais à condition que le résultat final n'en soit pas fondamentalement affecté.

Ainsi, le système est rigide sur l'importance des facteurs les uns par rapport aux autres, mais reste souple sur l'évaluation individuelle de chaque facteur sur un site précis.

Ce système peut éclairer sur le risque présenté par un site mais aussi sur sa méconnaissance, donc sur la nécessité de procéder à une étude plus poussée.

## DONNÉES À MAÎTRISER

Famille de données à maîtriser pour appliquer à un NCS :

- \* description de la localisation, l'environnement du site,
- \* type de contaminants et matériau présents (et description historique du site),
- \* dimension du site, quantité de contaminants,
- \* profondeur du niveau supérieur de l'aquifère,
- \* données géologiques et pédologiques,
- \* données annuelles sur les précipitations,
- \* proximité d'eaux de surface,
- \* topographie,
- \* zones inondables,
- \* proximité de réserves d'eau potable,
- \* types d'exploitation de l'eau dans les zones environnantes,
- \* occupation du sol,
- \* proximité de milieux sensibles.

Il existe une procédure d'évaluation rapide "short form evaluation" : cinq questions appelant à un "oui" ou un "non" qui permettent de détecter immédiatement les sites à haut risque (classe 1).

Dans la procédure d'évaluation NCS détaillée, une distinction est faite entre les impacts constatés et potentiels pour les catégories :

- exposure pathways
- receptors.

Pour les données non disponibles, il est attribué Max/2 et ce score signalé par un "?".

Dans le score total, les données non disponibles sont additionnées et considérées comme marge d'erreur.

Si cette marge est supérieure à 15, l'insuffisance d'information empêche d'appliquer le NCS.

Il est possible de discuter sur chaque score. Par exemple, dans le cas de déchets nucléaires à vie courte, le score peut se réduire avec le temps.

Les sites ne sont pas évalués les uns par rapport aux autres, mais leur évaluation absolue est rapportée sur une échelle commune.

*Classification obtenue*

Score

CI 70 à 100 . action demandée : études complémentaires, prélèvements, analyses, traitement

CII 50 à 69 . action recommandée : idem

CIII 38 à 49 . action pouvant être utile : études complémentaires, surveillance

CN 0 à 37 . pas d'action en l'état actuel du site

Ci marge d'erreur > 15 : information insuffisante

*Paramètres pris en compte*

I - Caractéristiques des contaminants

\* risque : toxicité et concentration : 5 niveaux de notation

\* quantité : étendue et volume : 3 niveaux

\* état physique : liquide et gaz, boue, solides : 3 niveaux

II - Possibilités de diffusion

\* eau souterraine :

- contamination constatée : 3 niveaux
- potentiel de contamination :
  - moyens de confinement mis en place : 3 niveaux

- épaisseur de la zone insaturée : 3 niveaux

- perméabilité de cette couche : 3 niveaux

- pluviométrie annuelle : 4 niveaux

- vitesse de circulation de l'aquifère : 3 niveaux

\* eau de surface :

- contamination observée ou mesurée : 3 niveaux

- potentiel de contamination :

- moyens de confinement mis en place : 3 niveaux

- distance entre le site et l'eau de surface permanente : 3 niveaux

- topographie : 4 niveaux

- possibilités d'écoulement : 3 niveaux (précipitations annuelles et perméabilité de la surface)

- risque d'inondation : 3 niveaux

\* contact direct : 1 niveau

(contamination constatée à l'extérieur du site)

\* risque d'impact direct sur les animaux ou l'homme :

- risque d'émissions gazeuses : 3 niveaux

- accessibilité au site : 3 niveaux

- risque de migration des contaminants dans le sol : 3 niveaux

III - Receptors

\* impact constaté sur l'homme ou les animaux, suspicions fortes, ou certitude : 2 niveaux

\* potentiel d'impact sur les hommes ou les animaux :

- réserves en eau potable :

- contamination des réserves : 3 niveaux

- distance entre ces réserves et le site : 4 niveau

- existence de réserves de remplacement : 3 niveaux

- autres ressources eau :

- distance entre les sites et les réserves destinées à une exploitation industrielle, agricole, commerciale, ... : 4 niveaux

- importance de cette ressource (fréquence d'utilisation et usage)

- exposition directe de l'homme :

- impact constaté d'une activité : 2 niveaux

- impact potentiel d'une activité (importance de l'activité et proximité au site)

- environnement :

- impact constaté sur l'environnement sensible : 3 niveaux

- distances des zones sensibles. ■

# Décontamination de sites : exemples d'intervention

**P.J. Philibert** \* (*directeur général*)

La société Valtech Industry, créée en mai 1990, exerce une activité d'opérateur dans le domaine de la réhabilitation des sites contaminés (nappes aquifères et zone non saturée). Elle met en œuvre des techniques *in situ* telles que la biodégradation, le venting pour ralentir et limiter les conséquences d'une pollution de la nappe phréatique et le confinement hydraulique pour des pollutions ayant atteint la nappe phréatique. Parfois, une combinaison de plusieurs techniques est nécessaire.

**Confinement in situ**

Cette technique est expliquée au travers d'une pollution accidentelle sur une station service.

*Problème*

Une fuite de gas-oil estimée à 14-16 m<sup>3</sup> s'est produite à la mi-mars 1992 sur une station service autoroutière près de Mulhouse (68).

12 m<sup>3</sup> ont été récupérés directement par pompage.

Compte tenu de la vulnérabilité de la nappe d'Alsace et de son usage pour l'alimentation en eau potable, une intervention s'imposait pour éliminer tout risque de pollution de captages par le gas-oil résiduel en imprégnation dans le terrain, sur une surface d'environ 800 m<sup>2</sup>.

\* Valtech Industry, 327, rue des Mercières, 69140 Rillieux La Pape. Tél. : 78.88.47.49 (télécopie : 78.88.46.79).



Plate-forme de venting.

#### Solution

Après connaissance des résultats du diagnostic, il s'est avéré que la mise en œuvre d'un traitement par biodégradation accélérée *in situ* n'était pas faisable (perméabilité trop faible du sous-sol). Le sous-sol étant argileux (substratum marneux à 1,50 m de profondeur), la diffusion de la pollution ne pouvait être qu'horizontale ; de ce fait fut préconisée la solution confinement *in situ* de la pollution par la réalisation d'une paroi moulée étanche (bentonite ciment) de 250 mètres de longueur, ancrée dans le substratum argileux et ceinturant complètement l'aire polluée.

#### Résultats

Grâce à une bonne coordination avec les responsables de la station service aucun dommage ne s'est produit sur les ouvrages souterrains (cables et conduites) pourtant très nombreux sur le site.

La planification des travaux a été élaborée de manière à induire un minimum de gêne pour les usagers de la station service. Celle-ci est restée ouverte 24 h/24 h et 7 jours sur 7 pendant toute la durée des travaux (24 septembre au 15 octobre 1992).



Détail de mesure de la concentration des gaz dans les sols (tube Draeger).

Les conditions de sécurité ont fait l'objet d'une attention toute particulière et malgré l'importance de la fréquentation, aucun incident n'a été signalé.

Les contrôles de pollution réalisés à ce jour, à l'extérieur du site, confirment bien l'efficacité du procédé ainsi mis en œuvre.

#### Venting

C'est la technique de traitement choisie sur le site de l'accident ferroviaire de la Voulte (Ardèche).

#### Faits

A la suite d'une rupture d'essieu survenue le 14 janvier 1993, quatre wagons citernes de 60 m<sup>3</sup> contenant de l'essence sans plomb ont été à l'origine d'une pollution du sous-sol affectant une superficie voisine de trois hectares dans un lotissement en bordure de voie et la rue Fombarlet à La Voulte, commune située à 30 kilomètres au sud de Valence.

Après les premières interventions d'urgence et notamment les opérations de pompage destinées à récupérer un maximum d'hydrocarbures libres, le maître d'œuvre, le Bureau de Recherche Géologique et Minières (BRGM), a fait réaliser une campagne de mesures de la teneur des gaz dans le sous-sol qui a permis d'établir une carte précise de la pollution et de définir ainsi les zones à traiter en priorité.

#### Solution

S'agissant d'hydrocarbures légers le procédé "venting" s'est imposé. Cette technique consiste à mettre le sous-sol en dépression à l'aide d'une machine tournante dynamique à comportement volumétrique, de façon à mobiliser le polluant retenu dans le substrat et l'entraîner dans un important flux d'air. Le mélange air + polluant est alors oxydé sur une plate-forme mobile équipée d'un incinérateur dont le combustible d'appoint est du gaz de pétrole liquéfié.

Un oxydateur catalytique permet de réduire la consommation de gaz d'appoint lorsque la concentration du polluant diminue.

#### Résultats

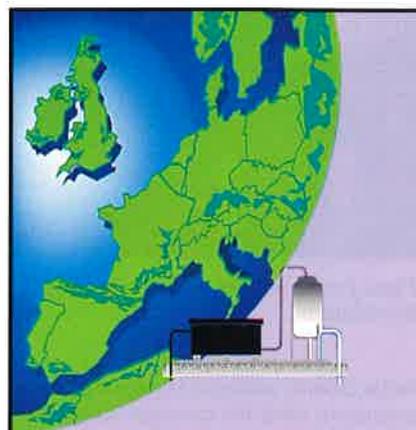
L'opération commencée le 1<sup>er</sup> février 1993 se poursuivait début mars et on observait déjà une forte diminution des concentrations dans les sols sur la zone traitée.

#### Stripping

Cas du traitement d'une nappe phréatique en région parisienne contaminée par des composés organohalogénés.

#### Problème

Une pollution due à l'utilisation pendant de nombreuses années sur le site de sol-



## VOUS DEVEZ REHABILITER UN SITE CONTAMINE en service ou en friche.

Votre sol est pollué  
- par des hydrocarbures?  
- par des solvants chlorés ou non chlorés?  
- ...

Nous pratiquons couramment les techniques de pompage-écrémage, biodégradation, venting, stripping.

Nous disposons en France d'importants moyens industriels de dépollution, et de 40 Agences pour assurer leur maintenance.

☆☆☆

Expérience confirmée, notamment auprès des Industries Chimiques, Pharmaceutiques, Pétrolières.

Rapidité de mise en œuvre, gêne minime pour l'activité industrielle et discrétion font partie des préoccupations constantes de nos équipes.

Consultez-nous.

**VALTECH**  
industry

327, RUE DES MERCIERES  
69140 RILLIEUX LA PAPE - FRANCE  
TEL. (33) 78 88 47 49  
FAX (33) 78 88 46 79

Filiale du Groupe



Image: TRUCCHI-LE - CABARRE PUBLICITE - LYON



Plate-forme de venting sur départ réseau dépollution.

vants chlorés a affecté la nappe phréatique menaçant ainsi les captages situés en aval de l'usine.

L'industriel a donc décidé d'entreprendre un pompage de dépollution.

**Solution**

Compte tenu des normes de rejet après traitement requises par l'administration, il fut proposé un traitement des eaux de pompage par stripping à l'air, précédé d'un prétraitement également effectué par la même technique.

**Résultats**

Un rendement supérieur à 99 % est ainsi observé sur le prétraitement de l'eau tout en respectant les normes de rejet dans l'atmosphère. A l'eau ainsi préépurée est appliqué un traitement de finition dont le rendement supérieur à 99 % permet de répondre sans difficulté à la qualité de l'eau demandée. L'eau peut donc être rejetée dans le milieu environnant sans aucun problème.

**Biodégradation in situ associé au venting**

Cette combinaison de techniques est appliquée à Herrlisheim à l'emplacement d'une ancienne raffinerie.

**Problème**

La raffinerie de Strasbourg a fermé ses portes en 1984. Cette activité a occasionné une contamination des eaux souterraines et du sol par des hydrocarbures sur dix sept hectares environ.

Afin de préserver la nappe phréatique et dans le but de donner à ces terrains un nouvel usage industriel, il est apparu nécessaire de réduire la pollution du site.

**Solution**

Compte tenu des compléments d'études nécessaires (diagnostic notamment), Valtech Industry s'est associé au BRGM pour mener à bien la réhabilitation du site.

Un audit complémentaire a été réalisé en 1991 afin de mieux préciser l'ampleur de la pollution, identifier la nature des polluants et préciser le contexte géologique.

Les investigations ont permis de présélectionner les procédés à mettre en œuvre. Deux techniques complémentaires ont été retenues :

- La biodégradation accélérée in situ, devant permettre d'éliminer la plus grande part des composés organiques en imprégnation dans le terrain, en émulsion ou en solution dans l'eau de la nappe, sur une superficie de 15 hectares environ.
- Le venting, mis en œuvre pour la dépollution d'une zone de 2 hectares environ, comportant un niveau de contamination en composés volatils importants (supérieurs à 2500 ppm en subsurface).



**RÉHABILITATION DE DÉCHARGES**

**DÉCONTAMINATION DE SITES**

**FERMETURE DE SITES MINIERES**

**ETUDES D'IMPACT**

**ETUDES DE RISQUES**

**AUDITS ENVIRONNEMENT**

**STOCKAGE SOUTERRAIN D'HYDROCARBURES ET DE DÉCHETS**

**Les géosciences au service de l'environnement**

7, rue E. et A. Peugeot 92563 Rueil-Malmaison Cedex France  
 Téléphone : (33-1) 47 08 73 00 Téléfax : (33-1) 47 08 73 73



T2B/H

La mise en œuvre de la biodégradation in situ a été, précédée en 1991, d'une étude de faisabilité comportant : des tests de biodégradation réalisés dans les laboratoires de Elf Aquitaine Production et une modélisation hydrodynamique pour optimiser et dimensionner les débits d'injection sur le site (BRGM).

Début 1992, les deux partenaires ont réalisé l'installation de biodépollution comportant :

- un puits de pompage (100 m<sup>3</sup>/heure),
- des cuves de nutriments et de stockage d'oxygène (25 000 litres),
- des pompes doseuses,
- un système de pointes d'injection d'eau dans le terrain sur une ligne de 300 mètres, placée en amont.

Depuis mai 1992, les bactéries sélectionnées sur le site ont pu être réensemencées dans le milieu et les injections de nutriments et d'oxygène sont réalisées en continu.

La mise en œuvre du procédé venting a démarré en mai 1992 avec l'installation de 100 mètres de tranchées drainantes connectées à une unité d'extraction d'air de 800 m<sup>3</sup>/h sous une dépression de 250 mbar. Incinération thermique et oxydation catalytique sont successivement employées pour le traitement des effluents gazeux, en fonction de leur concentration en vapeurs d'essence.

#### Résultats

##### Biodépollution

Durant la première tranche des travaux (mai-octobre 92), les teneurs en hydrocarbures dans la frange superficielle de la nappe sont passées de 30 à 10 mg/litre et de 16 à 1 mg sur un puits de contrôle à 50 mètres en aval de la ligne d'injection de nutriments.

L'influence du traitement s'est même fait sentir plus en aval sur un puits de contrôle situé à 125 mètres. Le traitement continuait début 93 à partir de la même ligne d'injection mais en étendant le traitement plus en aval.

##### Venting

Au bout d'un mois et demi de traitement (245 heures effectives de traitement), plus de 10 tonnes de polluants ont été extraites du sous-sol. En certains points la concentration en composés volatils est passée de 20 000 ppm à moins de 1 000.

Depuis avril 1991, Valtech industry a été appelée sur plus de dix sites pour contribuer à la résorption et au traitement de pollutions de sols et de nappes phréatiques.

Les pollutions organiques, d'hydrocarbures et de solvants sont les plus fréquentes.

C'est une question de bon sens mais il faut tout de même le rappeler, la mise en œuvre rapide des moyens de traitement permet de limiter l'impact de la pollution sur l'environnement et, par conséquent, limite le coût global de la réhabilitation.



**SERPOL**

## LA DEPOLLUTION EN TETE

**DEPOLLUTION DES SITES**

**DECONTAMINATION DES SOLS ET DES EAUX**

**NETTOYAGE INDUSTRIEL CHIMIQUE ET PETROLIER**

**GESTION DES DECHETS TOXIQUES**

**STATION DE TRANSIT DE DECHETS**

**COLLECTEUR AGREE**

**SERVICE D'URGENCE 24 HEURES / 24**

**SERPOL S.A. : 2 chemin du Génie BP 33 69632 Vénissieux - Tél. 78 70 33 55 - Fax 78 70 27 20**

**SERPOL :  
UN POLE DÉPOLLUTION**

Créée en 1982 par le groupe Serpollet, Serpol SA constitue un pôle dépollution organisé autour de trois sociétés permettant de "contrôler, sonder, dépolluer". André Zech, son directeur général, pense ainsi pouvoir répondre "à un marché et à un métier, quelque part, neuf".

Il l'aborde en tout cas sous trois approches différentes :

- une approche méthodologique qui s'appuie, notamment, sur un référentiel de dépollution et des méthodes de contrôle ;
- une approche de techniques nouvelles : techniques chimiques, techniques biologiques ;
- une approche d'information. Il s'explique, "longtemps, les intervenants dans le secteur des déchets avaient pour devise : vivons heureux, vivons cachés. Cette attitude est maintenant démodée et ce métier exige la transparence".

**Trois sociétés complémentaires**

Le groupe Serpol a créé une synergie en alliant des sociétés qui interviennent à la fois dans le curatif et le préventif :

- Géopol est spécialisée dans les diagnostics, et les études de sols et de nappes contaminés.
- IBS Biopol est spécialisé dans la dépollution par procédés biologiques
- Serpol chimie, département de Serpol SA est spécialisé dans la dépollution des eaux, des sols et la gestion de déchets toxiques.

Cette société se déploie aujourd'hui en développant un service d'urgence 24h/24

en région parisienne : Serpol IDF utilisant les compétences des trois autres sociétés du pôle.

*Serpol, 2, chemin du Génie, 69200 Venissieux, tél. : 78.70.33.55.*

*Géopol, 1, rue de l'Eglise, Famars, 59000 Valenciennes, tél. : 27.27.28.75.*

*IBS Biopol, 5, rue Boole, 91240 Saint-Michel-sur-Orge, tél. : (1) 69.04.39.19.*

**SITA : LABEL EUREKA  
POUR QUATRE PROJETS  
DE RECHERCHE**

Sita, pôle propreté du groupe Lyonnaise des Eaux-Dumez, s'est vu décerner le label Eureka pour ses programmes de recherche engagés avec des partenaires européens dans les domaines suivants :

- Electre : véhicules de collecte du futur.
- Plastic Mix (leader Testa) : recyclage des plastiques issus de déchets ménagers.
- Incipro (leader Rhône-Poulenc) : incinération propre et vitrification
- Sinitert: stockage de déchets ultimes.

L'ensemble des projets représente un budget de plus de 500 millions de francs et s'étend sur une période de quatre ans. Les différents intervenants, associés ou pilotes, dans ces recherches sont des entreprises françaises et étrangères publiques ou privées parmi lesquelles : Asea Brown Boveri, Corning, Faun, France Déchets, Inertec, Polyfelt, Rhône-Poulenc, Testa...

Cette politique de partenariat regroupe également des grands organismes de la recherche publique comme le CNRS.

En 1992, Sita avait doublé son effort de recherche et développement avec un budget de 32 MF. Cet effort se poursuit en 1993 avec un budget de plus de 40 MF qui se répartit sur les trois domaines principaux des métiers du déchet : la collecte, le traitement et le stockage.

**ÉCOBILANS PECHINEY**

Pechiney estime avoir une double responsabilité : "faire des choix industriels qui allient mieux écologie et économie" et "contribuer à l'enrichissement du débat sur l'environnement". Les écobilans constituent une méthode permettant de répondre à ces deux besoins.

Depuis deux ans, Pechiney contribue, avec ses confrères européens, à réunir toutes les données caractéristiques de l'aluminium en Europe, sous l'égide de l'Association Européenne de l'Aluminium (EAA). Cet inventaire est en cours de validation par un expert extérieur indépendant.

Au-delà de ce bilan matière, Pechiney va confier à un scientifique de renom la mission de faire le point sur la nature et l'intensité des effets sur l'environnement des émissions, effluents ou déchets : phénomènes physiques, chimiques, biologiques ; état des connaissances et progrès possibles.

Par ailleurs, cette société :

- a mené en interne des premiers travaux de recueil de données sur l'écobilan de la boîte boisson en aluminium. Ils seront complétés et validés par un expert extérieur,
- va engager l'éco-audit de certains sites industriels afin d'évaluer les procédés qui y



*Une réputation mondiale*

**DES TECHNIQUES AU SERVICE DE  
L'ENVIRONNEMENT**

- Protection des eaux souterraines.
- Confinement des zones polluées.
- Inertage in-situ des contaminants.
- Blocage de pollution accidentelle.
- Drainage de lixiviat et de gaz.
- Puits d'extraction et de dépollution.

**E**CRAN ETANCHE  
**M**EMBRANE PEHD  
**I**NJECTION  
**C**OMPACTAGE  
**T**RANCHEE DRAINANTE  
**P**ROFONDE  
**C**ONGELATION.

4, rue Henri **SAINTE-CLAIRE DEVILLE** - 92563 RUEIL MALMAISON Cedex  
Tél. : (1) 47.14.26.00 - Télécopie : (1) 47.14.26.26 - Télex : 631924 F

sont utilisés et de prendre en compte l'organisation et les hommes,

- réfléchit, avec d'autres partenaires, à l'élaboration d'une charte d'utilisation des écobilans.

**VALORPLAST SA  
POUR LE RECYCLAGE  
DES EMBALLAGES PLASTIQUES  
MÉNAGERS**

La société Valorplast a été créée par l'ensemble de la filière industrielle des matières plastiques pour soutenir l'essor de la valorisation des emballages plastiques ménagers.

Cette société s'inscrit dans le cadre du décret du 1er avril 1992 organisant la gestion des emballages ménagers usagés en France. Elle réunit le Syndicat Professionnel des Producteurs de Matières Plastiques, la Fédération de la Plasturgie et la Chambre Syndicale des Eaux Minérales.

Valorplast conseillera les collectivités locales, à travers un réseau de correspondants régionaux, sur la conception et l'organisation de leurs plans de collecte et de tri.

Elle soutiendra, conjointement avec Eco-Emballages, les collectes sélectives mono-matériau par apport volontaire, en attendant la montée en puissance des collectes sélectives multi-matériaux en porte à porte, plus longues à mettre en place mais permettant d'atteindre des objectifs plus ambitieux. Le montant de l'indemnité versée aux collectivités locales contribuera au

financement des programmes engagés pour collecter et trier les emballages usagés.

**UN CONSEIL  
DES GRANDES ENTREPRISES  
POUR L'ENVIRONNEMENT**

La Chambre de Commerce Internationale (CCI) a formé un Conseil Mondial des Entreprises pour l'Environnement (CMEE), afin de faire entendre la voix des milieux d'affaires dans le débat sur les problèmes environnementaux.

Des sociétés de toutes les régions du monde sont représentées au conseil exécutif du CMEE par leur président ou par un membre du conseil d'administration ou du comité directeur.

Le CMEE conseille les pouvoirs publics sur les problèmes d'environnement dès lors qu'ils concernent la vie des entreprises et formulera des recommandations au niveau national comme à celui des Nations Unies et des autres organisations internationales. Il s'attachera à promouvoir une bonne gestion environnementale et à faire connaître les progrès des entreprises dans la mise en oeuvre du "Code vert" de la CCI, la charte des entreprises pour un développement durable.

Patrick Gillam, président du groupe britannique ASDA et de Standard Chartered Bank, préside le CMEE. Le secrétariat est dirigé par un directeur exécutif, Jan-Olaf Willums, spécialiste norvégien de la gestion de l'environnement pour l'industrie.

**LES DÉTERGENTS  
SANS PHOSPHATES,  
RESPONSABLE DU MUCILAGE ?**

Certaines stations balnéaires italiennes, sur l'Adriatique et la mer Tyrrhénienne ont rencontré d'importantes difficultés ces derniers étés, dues au mucilage flottant à la surface de l'eau et empêchant ainsi les touristes de se baigner.

Un récent article publié dans le magazine italien *Inquinamento Technologie Ambiente* suggère que le problème de mucilage dans l'Adriatique serait aggravé par la présence de zéolithe et de polycarboxylates. Ceux-ci sont utilisés dans les détergents sans phosphates, depuis l'interdiction en 1986 par l'Italie des détergents avec phosphates.

Les auteurs estiment que la présence de zéolithes provenant de détergents sans phosphates a augmenté la concentration de fines particules colloïdales, susceptibles de contribuer à la formation de mucilage, de 10 à 40 % dans les eaux adriatiques.

Ils concluent que "les caractéristique générales du complexe acide polycarboxylates-zéolithes (utilisé dans les détergents sans phosphates) peuvent être résumées par une augmentation de la concentration des particules colloïdales, l'augmentation du temps de présence sur l'eau et des propriétés réactives des colloïdes à la surface". Ils précisent que l'article publié doit être considéré comme une théorie, une explication possible des phénomènes qui se sont récemment produits, mais que des études plus poussées sont nécessaires.



*Décontamination  
d'un site pollué  
par la société Valtech*

## La sécurité dans les laboratoires d'enseignement de chimie

Bernard Montfort

(Département Chimie IUT, Besançon)

L'adaptation pour le public francophone de "Safety in the School Laboratory" de T.R. Hitchings, monographie publiée par le Comité pour l'Enseignement de la chimie de l'IUPAC (IUPAC-CTC), s'insère dans une action internationale pour développer la sécurité dans les laboratoires d'enseignement. Elle vient après les adaptations en espagnol et en portugais déjà parues ou en cours de parution.

Il s'agit d'un guide concis, complet, simple, facile à lire et peu onéreux qui est destiné à aider les enseignants de chimie dans la pratique de leur métier, particulièrement ceux qui débutent ou ceux qui n'ont pas l'aide journalière de personnels très qualifiés, collègues ou techniciens.

Ce fascicule, de 32 pages, aborde rapidement et simplement la plupart des questions sur la sécurité que peut ou doit se poser tout enseignant qui assure des travaux pratiques ou effectue des démonstrations expérimentales, depuis l'école primaire jusqu'à l'université. Il indique les précautions élémentaires permettant d'éviter les accidents les plus fréquents et, dans le cas où l'un de ceux-ci se serait produit, il propose les conduites d'urgences à tenir.

Il ne s'agit pas de décourager, mais de montrer que la chimie peut être une activité motivante et enrichissante tout en maintenant un niveau de risque très bas dans les laboratoires.

Édité par la division "Enseignement de la chimie" de la Société Française de Chimie pour permettre une diffusion la plus large possible, ce fascicule est proposé à un prix très compétitif, pratiquement équivalent au coût d'une reproduction par photocopie. Il pourrait également servir de point de départ à une réflexion plus spécifique sur les problèmes rencontrés par les enseignants français dans ce domaine.

On peut l'obtenir en s'adressant à la division "Enseignement de la chimie" de la SFC, M<sup>me</sup> D. Cros, Université de Montpellier II, case 016, 34095 Montpellier Cedex 5.

Suivant les quantités commandées, le prix est le suivant :

- de 1 à 19 exemplaires . . . . . 20 FF l'unité (port compris),
- de 20 à 99 exemplaires . . . . . 15 FF l'unité (port compris),
- à partir de 100 exemplaires . . . 12 FF l'unité + port en sus.

### Index des annonceurs

BACHY .....	64
BIOEXPO 93 .....	3e de couv
CNRS.....	11
GEOSTOCK .....	62
KARGER .....	40
MEDIAPA .....	48
MONTEIL J.M.....	57
RHONE-POULENC .....	4e de couv
SALON DU LABORATOIRE 93.....	2e de couv
SERPOL .....	63
SPIE-ICF .....	52
VALTECH .....	61

Un bulletin d'adhésion à la SFC et un bulletin d'abonnement à *L'Actualité Chimique* sont encartés dans ce numéro

### ABONNEMENTS 1993 (6 numéros)

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

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

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

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

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

Directeur de la publication : Jean-Baptiste DONNET

© Société Française de Chimie. Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957, art. 40 et 41 et Code Pénal art. 425). Toutefois, des photocopies peuvent être réalisées avec l'autorisation de l'éditeur. Celle-ci pourra être obtenue auprès du Centre Français du Copyright, 6 bis, rue Gabriel Laumain, 75010 PARIS, auquel la Société Française de Chimie a donné mandat pour le représenter auprès des utilisateurs.

SPEI, 54420 PULNOY - Commission paritaire : 53953. Dépôt légal : mars-avril 1993.



**BIENVENUE  
DANS UN MONDE  
OU LA CHIMIE  
EST AU SERVICE  
DE L'ENVIRONNEMENT**

**RP RHÔNE-POULENC**

Rhône-Poulenc met ses compétences au service de l'environnement et réalise déjà plus d'un milliard de francs de chiffre d'affaires dans la régénération de l'acide sulfurique, l'incinération des résidus industriels spéciaux et le traitement des eaux.

Fort de sa connaissance des molécules et de sa maîtrise des procédés, Rhône-Poulenc fait de la chimie au service de l'environnement un axe majeur de sa stratégie, pour concevoir des procédés propres et favoriser le recyclage des produits industriels.

**Rhône-Poulenc Chimie  
Secteur Intermédiaires Organiques et Minéraux (IOM)**

25, quai Paul Doumer - 92408 Courbevoie Cedex - Tél.: (1) 47 68 02 15 - Fax : (1) 47 68 14 44