

l'actualité chimique

Août
Septembre
1995

N°5

ISSN 0151 9093



- Nouveaux programmes des classes préparatoires
- La chimie à Montpellier
- Bhopal, 10 ans après

DUNOD



S O M M A I R E

ÉDITORIAL

- Vers un recentrage de *L'Actualité Chimique*, par G. Montel 3

MONTPELLIER

- Conférence européenne sur la chimie de l'état solide, Montpellier, 4-7 septembre 1995 5
- La chimie à Montpellier 6
 - Chimie moléculaire pour matériaux, par R. Corriu 7
 - La chimie de l'état solide à l'université de Montpellier II et à l'École Nationale Supérieure de Chimie, par M. Ribes 8
 - Les recherches au Laboratoire de matériaux catalytiques et catalyse en chimie, par F. Fajula 10
 - Les recherches au Laboratoire des agrégats moléculaires et matériaux organiques, par J. Rozière 11
 - Sur la nécessité de développer la recherche fondamentale en sciences des membranes, par L. Cot 14
 - Les matériaux polymères en Languedoc-Roussillon, par B. Boutevin 15
 - Interface chimie-biologie : un pôle interdisciplinaire s'est constitué à la Faculté de pharmacie de Montpellier associant recherche et formation, par J.-M. Lhoste 17
 - Biomolécules, par J.-L. Imbach 18
 - Montpellier, rôle charnière entre le Nord et le Sud, par C. Tapiero, P. Vitse 19
 - L'organisation professionnelle de l'industrie chimique en Languedoc-Roussillon, par S. Malacarne 20
 - L'usine de Salindres, groupe Rhône-Poulenc, par L. Geoffroy 20

ENSEIGNEMENT

- Le groupe interdivisions «Enseignement» : ses premiers travaux, par G. Montel 21
- Prolonger la réforme des programmes de chimie du secondaire dans les premiers cycles universitaires, par G. Chambaud 24
- Les classes préparatoires : nouveaux programmes 27
 - Mise en œuvre de la réforme des classes préparatoires aux grandes écoles 27
 - Programme de chimie des classes de mathématiques supérieures PCSI 30
 - Programme de chimie des classes de mathématiques supérieures BCPT 34
 - Programme de chimie et technologie chimique 39

HYGIÈNE-SÉCURITÉ

- Bhopal : causes, conséquences et leçons, dix ans après, par J.-B. Donnet 45
- Les leçons de l'après Bhopal : la chimie peut-elle expliquer la toxicité de l'isocyanate de méthyle ?, par A. Picot 52

HISTOIRE DE LA CHIMIE

- Chronique du bicentenaire du système métrique, par P.-H. Genès 57
- Les mésaventures du litre, par Y. Noël 60
- Il y a cent ans 62

EN BREF

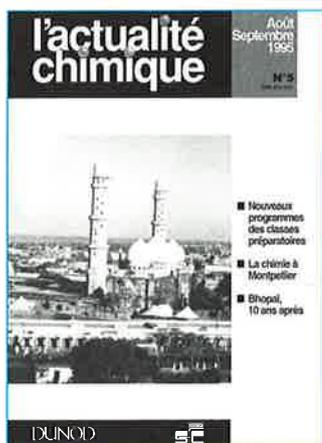
- 63

NOUVEAUTÉS

- 69

SFC INFO

- I - VIII
- Activités
- Manifestations



La ville de Bhopal (Inde) : la mosquée et le marché central (cf. les articles de J.-B. Donnet et A. Picot, p. 45 à 56).

Rédaction

Rédacteur en chef
Gérard Montel

Rédacteur en chef adjoint
Thérèse Chaudron

Rédacteur
Miren Helou

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

Comité de rédaction

G. Bram (GHDSO, Orsay)
J. Buendia (Roussel Uclaf)
P. Caro (Cité des Sciences)
M. Carréga (GFP)
A. Chauvel (IFP)
J.-B. Donnet (SIM et ancien président de la SFC)
J.-P. Foulon (lycée Henri IV)
J.-P. Guetté (CNAM)
B. Jacquet (SFC)
C. Jeanmart (SFC)
J.-M. Lefour (Polytechnique)
J.-C. Mendelsohn (Elf Atochem)
R. Ouliac (Rhône-Poulenc)
G. Ourisson (ULP, Strasbourg)
A. Picot (Prévention des risques chimiques, Gif-sur-Yvette)
T. Ortega (clubs de jeunes)

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

Édition

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

Coordination éditoriale et fabrication
J.-F. Timmel

Maquette
Andréas Streiff

Imprimerie
AGP - 28240 La Loupe

ISSN 0151 9093
Commission paritaire en cours

Publicité
Groupe Media Communication
23bis bd de la Varenne
94100 St Maur-des-Fossés
Tél. : (33-1) 41.81.01.12
Fax : (33-1) 41.81.01.50

Abonnements
Dunod-Abonnements
15, rue Gossin
F. 92543 Montrouge Cedex
Tél. : (33-1) 40 92 65 27
Fax : (33-1) 40 92 65 97

Prix de vente au numéro : 200 FF

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



L'Actualité Chimique

Revue de la Société Française de Chimie

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

éditée par Dunod.

Tarifs

L'Actualité Chimique
(7 numéros par an)
1995

Particuliers/Institutions

France	1000 FF
Export	1200 FF

Etudiants*

France	400 FF
Export	600 FF

* Sur présentation de la carte d'étudiant

Membres de la SFC

Tarif préférentiel
pour tous renseignements
contacter la SFC

© DUNOD, 1995

Tous droits réservés
Dépôt légal : Septembre 1995

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

Index des annonceurs

Dunod	p. III, IV couv.
Ecotech	p. 43
IKA	p. II couv.
Interchimie	p. 4-5
Messe Düsseldorf	p. 44

Le rédacteur en chef de *L'Actualité Chimique* vient de changer. Raymond Hamelin, qui a assuré cette fonction pendant trois ans et qui a fait de notre revue la belle et intéressante publication que nous connaissons, est en effet appelé à exercer de nouvelles et importantes responsabilités extérieures à la Société Française de Chimie. Je ne voudrais pas laisser passer cette occasion de lui exprimer toute notre reconnaissance pour l'action énergique qu'il a conduite à la tête de *L'Actualité Chimique*, et pour l'évolution salubre qu'il y a introduite.

Un constat demeure, toutefois, inchangé : le nombre de lecteurs reste insuffisant. L'augmentation de ce nombre est un impératif pour la revue : c'est un objectif prioritaire pour le nouveau rédacteur en chef.

La qualité de *L'Actualité Chimique* n'étant pas en cause, il convient de poursuivre son évolution de telle sorte qu'elle devienne, de plus en plus, un véritable instrument de travail pour ses lecteurs.

Cela signifie que sa vocation doit être précisée, que sa place parmi les publications destinées aux chimistes doit être mieux définie : une telle opération constitue, à nos yeux, un « recentrage ».

La période est favorable : les nouveaux programmes de chimie des collèges et des lycées, inspirés des Olympiades nationales de la chimie, suscitent, d'ores et déjà, de nombreuses questions posées par nos collègues de l'enseignement secondaire. Ces programmes vont avoir nécessairement des prolongements dans l'enseignement supérieur, qui accueillera très prochainement des étudiants formés différemment, et qui a la responsabilité de la formation initiale et continue des professeurs des enseignements secondaires.

Qui plus est, les diverses actions menées depuis une dizaine d'années en vue de faire évoluer l'enseignement de la chimie et d'améliorer l'image de l'industrie chimique ont créé de puissants mouvements d'intérêt, dans les milieux de l'industrie et dans ceux de la recherche scientifique, envers l'enseignement.

Enfin, les réflexions conduites sur la valorisation de la recherche conduisent à l'établissement de relations de plus en plus étroites entre la recherche publique et les entreprises.

Pour toutes ces raisons, il est naturel de faire jouer,

de plus en plus, à *L'Actualité Chimique* un rôle d'« échangeur », de « moyen de transfert » entre les quatre partenaires que sont l'enseignement supérieur, la recherche scientifique, l'industrie chimique, l'enseignement secondaire.

Chacune de ces branches dispose de publications qui répondent bien à ses préoccupations spécifiques, mais aucune publication ne répond vraiment à notre connaissance, au besoin d'échanges : là peut se situer le « recentrage » de *L'Actualité Chimique*.

Pour cela, nous souhaitons publier, à côté des articles d'information générale et des « numéros à thème » qui remportent un grand succès, des articles courts (quatre pages de la revue au maximum) où seront exposés, dans un langage accessible à tous les chimistes, des résultats, des réflexions, des réalisations qui présentent un intérêt pour les lecteurs d'une spécialité ou d'une branche différente de celle de l'auteur. Ainsi, des messages pourront passer entre les différents secteurs de notre discipline, entre la recherche publique et l'industrie, entre l'industrie ou la recherche et les milieux de l'éducation, entre l'enseignement supérieur et l'enseignement secondaire. L'article de ce numéro sur les classes préparatoires, qui devrait intéresser les enseignants des universités et des écoles, correspond à cette démarche. A ce souci d'échange s'ajoute, bien sûr, une préoccupation constante d'actualité, de recherche des nouveautés intéressantes.

Jusqu'à présent, les partenaires que nous avons consultés ont donné leur accord. Nous attendons les réactions de nos lecteurs.

Gérard Montel

Rédacteur en chef

Vers un "recentrage" de *L'Actualité Chimique*

Chimie analytique

Ayant lu avec intérêt l'article de Monsieur le Professeur Rosset sur Gaston Charlot (*L'Actualité Chimique*, avril-mai 1995, 3, p. 63), je me permets de faire quelques remarques.

J'ai été choqué en lisant dans l'introduction une comparaison erronée sur la toxicité du sulfure d'hydrogène par rapport à celle de l'acide cyanhydrique, ce dernier est un poison violent dont l'action est foudroyante (cf. *Chimie minérale théorique et expérimentale* de F. Gallais, p. 668). Rien de comparable avec le sulfure d'hydrogène, certes d'odeur désagréable, mais d'une toxicité beaucoup plus faible. Personnellement, j'ai été confronté comme étudiant à ce

produit aux travaux pratiques de chimie analytique en licence et en pharmacie à une époque (1934) où les conditions d'hygiène dans les laboratoires (les hottes) laissaient à désirer. A partir de 1942 et pendant une vingtaine d'années, j'ai participé aux mêmes travaux pratiques comme assistant, puis comme chef de travaux et n'ai pas eu le moindre accident de santé. Pour être honnête, je dois signaler un

évanouissement parmi les étudiants (une jeune fille) au cours de ma carrière.

Pour en revenir à la chimie proprement dite, je ne suis pas d'accord, toujours dans l'introduction, avec l'expression «méthode d'analyse qualitative à l'hydrogène sulfuré» : l'hydrogène sulfuré n'était qu'un réactif parmi d'autres dans cette méthode qui en comportait plusieurs, chacun correspondant

à un certain groupe de cations.

Quant à l'article lui-même sur Gaston Charlot, je suis d'accord avec Monsieur le Professeur Rosset. Charlot a renouvelé la chimie analytique et je me suis inspiré de son ouvrage pour mes cours de chimie analytique. Mais l'ancien que je suis a, au départ, regretté la vieille méthode qui avait l'avantage d'apprendre d'une manière logique la chimie minérale aux étudiants, quand on savait leur commenter tout ce qui se passait dans chaque groupe de recherche des cations.

J. Racine

pharmacien, docteur ès sciences,
maître-assistant, retraité de
l'université Paul Sabatier
(Toulouse).

Courrier

DU 4 AU 8 DÉ
DES HOMMES SE RENCONTRENT P



INTERCHIMIE 95, EXPOSITION INTERNATIONALE DU GÉNIE DES PROCÉDÉS,
est un panorama complet des équipements et des procédés pour la compétitivité des entreprises de la transformation,
du conditionnement et du transport de la matière.

INTERCHIMIE 95 se place sous le signe du dialogue et des rencontres entre les hommes
qui travaillent aux technologies de demain. Des colloques sur les thèmes actuels sensibles, un grand atelier international
sur la dépollution des sols organisés avec l'ONU, des parcours experts spécifiques font d'INTERCHIMIE 95 un carrefour
privilegié d'échanges entre les constructeurs d'équipements, les industriels utilisateurs et la recherche publique.

CEP
Exposium

1 9 9 5 : L E R E N D E Z - V O U S E U R O

Conférence européenne sur la chimie de l'état solide Montpellier, 4-7 septembre 1995

Cette Conférence se situe dans la continuation d'un cycle de conférences qui ont lieu tous les deux ans et permettent à la communauté des chimistes européens du solide de se retrouver et de faire l'état de l'art dans leur champ d'activité.

* Secrétariat «Vth European Conference on Solid State Chemistry», Réf. : H 373, Laboratoire de physicochimie des matériaux solides, Université de Montpellier II, CCOO3, 2, place E. Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 5.
Tél. : 67.14.33.43. Fax : 67.14.42.90.

Les conférences plénières sont présentées par :

- Le Prof. Dr Arndt Simon (Stuttgart, Allemagne) : *Chemistry and physics of host guest interactions in rare earth halide systems.*
- Le Dr Clément Sanchez (Paris VI) : *Molecular design hybrid organic inorganic materials synthesized sol-gel chemistry.*
- Le Dr Stephen R. Elliott (Cambridge, Grande-Bretagne) : *Medium and extended range orders in glasses.*
- Le Prof. Dr Rüdiger Kniep (Darmstadt, Allemagne) : *Ternary and quaternary metal nitrides : a new challenge for solid state chemistry.*
- Le Prof. Phillip Gutlich (Mayence,

Allemagne) : *Thermal and optical switching of iron (II) complexes.*

- Le Prof. Jan Otto Carlsson (Uppsala, Suède) : *Chemical vapour deposition of stable and metastable phases.*
- M. Arne Kjekshus (Oslo, Norvège) : *Solid state synthesis in concentrated sulfuric acid.*
- Le Prof. Bernard Raveau (Caen) : *The prominent role of mixed valent manganese and copper oxides in giant magneto resistance effects and superconductivity.*
- Le Dr Claude Delmas (Bordeaux) : *Intercalation processes in layered nickel oxides.*

22 communications orales et trois séances de posters sont au programme.

CEMBRE 1995
OUR L'AVENIR DE VOS INDUSTRIES



INTERCHIMIE 95

DU 4 AU 8 DÉCEMBRE 95 PARIS-NORD VILLEPINTE

INFORMATIONS : TÉL. (1) 48 20 63 82 - FAX. (1) 49 68 54 84 - MINITEL 3616 CODE SALONS * INTERCHIMIE

P É E N D U G É N I E D E S P R O C É D É S

La chimie à Montpellier

Les universités de Montpellier constituent un Pôle Universitaire Européen. Par tradition, la chimie y occupe une place importante, notamment dans trois domaines :

- La chimie organique et ses applications biologiques et pharmaceutiques.
- La chimie de l'état solide.
- Les polymères.

Les recherches poursuivies dans ces domaines sont présentées dans les articles qui suivent.

Chimie moléculaire pour matériaux

Robert Corriu* *professeur*

L'ensemble des travaux présentés ici recouvre les recherches menées au sein de l'UMR 44 ainsi qu'une partie de celles effectuées dans le laboratoire des professeurs J. Moreau et J.-M. Fabre.

La chimie moléculaire offre une large gamme de possibilités pour l'obtention de solides susceptibles de présenter des propriétés physiques intéressantes.

La grande variété des méthodes de synthèse qu'offre la chimie moléculaire permet l'élaboration des solides : tels que des polymères, des solides amorphes ou organisés. L'ensemble des recherches constitue ce qu'il est convenu d'appeler la chimie des précurseurs de matériaux.

Parmi la large gamme des potentialités offertes par ce domaine, les recherches entreprises à Montpellier ont suivi les orientations suivantes :

Chimie du sol-gel

La chimie du sol-gel, qui vient en complémentarité de l'ensemble déjà

existant localement dans le domaine de l'étude et de l'élaboration des matériaux par les procédés sol-gel, s'intègre à l'aspect moléculaire du sol-gel. Les thèmes principaux de recherche sont :

(i) - L'étude de nouveaux précurseurs moléculaires permettant d'accéder à des solides métastables ou fonctionnalisés. Ces derniers sont susceptibles de transformations chimiques.

(ii) - La mise en œuvre de nouvelles méthodes chimiques permettant la synthèse d'oxydes par des voies différentes de celles habituellement utilisées. Des méthodes non hydrolytiques permettent d'atteindre les oxydes avec des donneurs d'oxygène différents de l'eau.

(iii) - L'étude des solides hybrides organique-inorganique.

Cet important chapitre permet d'accéder à de nouveaux types de solides amorphes pour lesquels l'étude chimique montre l'existence d'une sous-structure contrôlée par la nature des motifs organiques. La maîtrise de ce nouveau type de solides devrait permettre, d'une part d'élaborer des hybrides comportant des entités douées de propriétés physiques (optiques, électriques, magnétiques, etc.) et, d'autre part, d'aborder le domaine des empreintes moléculaires.

Synthèse et étude de polymères conducteurs

La synthèse et l'étude de polymères conducteurs, ainsi que celle de conducteurs organiques, se poursuivent dans l'optique de la mise en œuvre de nouvelles voies d'accès et par la recherche de l'amélioration des propriétés électriques par modifications chimiques.

Les précurseurs macromoléculaires des céramiques

Ils ont permis d'accéder :

- (i) à des carbures et à des nitrures mixtes de divers métaux obtenus sous forme de céramiques mixtes à réseaux interpénétrés,
- (ii) à une nouvelle méthode générale de carboréduction s'effectuant à des températures plus basses que la moyenne,
- (iii) à un accès direct par voie catalytique à un SiC rhéologiquement contrôlé.

Synthèse de nouveaux systèmes organisés

Elle implique la préparation de phosphonates de cations divalents et permet d'alterner des couches douées de propriétés physiques.

* Laboratoire des précurseurs organométalliques de matériaux, UMR 44 et URA 1097, Université Montpellier II, case 007, 2, place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 5. Tél. : 67.14.38.01. Fax : 67.14.38.88.

La chimie de l'état solide à l'université Montpellier II et à l'École Nationale Supérieure de Chimie

Michel Ribes* *professeur*

Mieux connaître les matériaux complexes est non seulement un enjeu d'avenir mais également une des préoccupations essentielles du LPMS. Parmi eux, les matériaux supraconducteurs, les matériaux d'électrodes, les nanomatériaux présentent des propriétés qui mettent en jeu des mécanismes complexes en relation avec leur comportement électronique ou leur arrangement atomique.

Une équipe du LPMS, à l'origine d'un groupement de recherche européen du CNRS (GdRE «Chalcogénure»), développe une méthode d'étude originale couplant approches expérimentales (XAS, XPS, RMN, Mössbauer) et théorique (liaisons fortes, Hückel) avec l'objectif de comprendre puis de traduire les propriétés électroniques ou les propriétés structurales en termes de liaison chimique. Cette démarche permet alors la maîtrise de nouvelles synthèses débouchant sur les matériaux performants (thiospinelles) susceptibles d'être utilisés dans les batteries rechargeables.

Cette méthodologie conçue et développée dans un réseau pluridisciplinaire fait l'objet d'une école thématique du CNRS «Mieux connaître les matériaux complexes».

Les matériaux piézo-électriques, dont les applications remarquables sont très connues, font également l'objet d'études très soutenues. Parmi ces matériaux, le quartz est et restera le plus employé. Toutefois, ses caractéris-

tiques physiques ne lui permettent pas d'être utilisé dans certains domaines très en pointe des radiocommunications et des capteurs : filtres à large bande passante, résonateurs à très haute fréquence, stabilité à température très élevée.

Pour répondre à la première fonction, la cristallo-génèse et la caractérisation de matériaux piézo-électriques à haut coefficient de couplage sont développés : c'est le cas de la berlinite AlPO_4 et du phosphate de gallium GaPO_4 dont les caractéristiques sont largement supérieures à celles du quartz. L'intérêt de GaPO_4 est renforcé par sa stabilité à très haute température, ce qui permet de l'utiliser en tant que capteur dans des conditions extrêmes. La recherche des très hautes fréquences, fonction inverse de l'épaisseur du dispositif, a conduit à développer une méthode atraumatique d'amincissement par dissolution contrôlée de ces matériaux, y compris du quartz, fondée sur la réversibilité des processus de croissance/dissolution. Toutefois, les orientations actuelles des télécommunications prévoient l'utilisation de fréquences supérieures à 10^9 Hz (épaisseur $< 1 \mu\text{m}$, impossible à atteindre par voie chimique). Une équipe du laboratoire développe donc la réalisation directe de couches minces d'épaisseur contrôlée de matériaux piézo-électriques par pulvérisation ultrasonore (pyrosol).

L'étude des milieux mal organisés, et en particulier des verres, constitue aussi un axe d'importance au LPMS. Les premières tentatives de synthèses de verres de chalcogénures ont commencé il y a environ 15 ans, dans le but d'étayer la théorie des électrolytes faibles qui venait d'être proposée.

Depuis le thème «verre» n'a cessé de s'amplifier. En effet l'utilisation des milieux verres conducteurs se révèle très fructueuse, en particulier dans des

dispositifs miniaturisés : microgénérateurs, microcapteurs chimiques... L'utilisation du verre comme matrice active permet à ce dernier de servir de support matériel à des matériaux difficiles à mettre en forme (nanocristallites, matériaux frittant difficilement), et d'améliorer les performances des solides à utiliser.

L'intérêt général porté aux verres a conduit le LPMS à se préoccuper de la synthèse et de l'élaboration de matériaux massifs ainsi que de couches minces amorphes (AlPO_4 , Sb_2Te_y) ou de film de verres ($\text{V}_2\text{O}_5\text{-B}_2\text{O}_3$). Dans tous les cas, un soin particulier est apporté à la recherche d'une meilleure connaissance de ces matériaux. Elle concerne l'ordre local et à moyenne distance à l'aide de spectroscopies diverses (Raman, IR, RMN) ou de techniques d'absorption déjà mentionnées (EXAFS, XANES, AWAXS, SAXS) et de diffraction des neutrons. A cela s'ajoutent plusieurs techniques de relaxation, liées aux mouvements électroniques et ioniques, dans de très larges domaines de fréquences. L'étude de processus de polarisation sur des composés vitreux d'argent permet une meilleure compréhension du mouvement des espèces actives dans le phénomène de transport dans ces systèmes. Cela a conduit à proposer des modélisations de ces milieux à l'aide d'une image très simple, en considérant que ce sont des liquides d'une très grande viscosité. Le verre est alors représenté par un ensemble de billes dont le mouvement est analysé dans le cadre d'un gaz presque parfait. Le caractère explicatif de ce modèle est très satisfaisant, compte tenu de sa relative simplicité.

Les travaux développés par une autre équipe du LPMS concernent l'étude du phénomène de combustion autopropagée sous haute pression hydrostatique de

* Laboratoire de physico-chimie des matériaux solides (LPMS), URA 407, Université Montpellier II, 2, place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier Cedex.
Tél. : 67.14.33.43. Fax : 67.14.42.90.

gaz. Le processus de combustion ou flamme solide a été découvert en 1967 en URSS et rapidement développé, les premiers travaux aux États-Unis et au Japon, sur ce thème, apparaissant au début des années 80. Ce mode de préparation présente de multiples avantages : apport d'énergie réduit, coûts réduits, grande simplicité de mise en œuvre et grande pureté des matériaux obtenues.

Ce processus de synthèse peut s'appliquer à deux types de mélanges réactionnels : solide-solide ou solide-gaz. Ces études ont été conduites dans

le cadre de la synthèse, du matériau intermétallique NiAl et du matériau céramique AlN. NiAl, de par son très haut point de fusion, sa bonne résistance à l'oxydation à haute température, et sa densité relativement faible, est un matériau potentiellement utilisable pour les applications structurales en aéronautique. AlN, matériau réfractaire à haute température, présente une grande conductivité thermique et une très faible conductivité électrique, intéressantes pour des applications électroniques.

Ce thème de recherche, encore peu développé en France, bien que suscitant un intérêt croissant (création d'un groupe de travail «autocombustion» au sein des clubs Crin, établissement de collaborations européennes), est très novateur au laboratoire.

On aura compris que le LPMS, à travers sa volonté de préparer de nouveaux matériaux cristallisés, amorphes et vitreux, de bien les caractériser, a su préserver une unité d'action tout en s'attachant à diversifier des activités spécifiques qui en font son originalité.

Les recherches au Laboratoire de matériaux catalytiques et catalyse en chimie

François Fajula* *directeur*

La catalyse hétérogène est une science multidisciplinaire faisant appel à des compétences dans les domaines de la chimie du solide, de la science des surfaces, de la chimie organique, de la chimie physique, de la chimie théorique et du génie chimique. Ces compétences se trouvent réunies au sein du Laboratoire de matériaux catalytiques et catalyse en chimie organique de l'ENSCM, URA 418 associée au CNRS, qui a développé, depuis sa création en 1982, des programmes de recherche allant de la synthèse des matériaux catalytiques jusqu'à leur utilisation en pétrochimie et synthèse organique fine, en passant par la modélisation des propriétés superficielles par la chimie quantique.

Maîtrise de la texture des matériaux divisés

L'élaboration rationnelle de catalyseurs actifs, sélectifs et stables, adaptés aux exigences de la réaction considérée, constitue un défi scientifique et technologique majeur. L'exemple le plus caractéristique est celui des zéolithes, aluminosilicates cristallins microporeux (diamètres de pores de 0,3 à 0,8 nm) dans lesquels chimie de surface et chimie du solide se confondent. A l'échelle microscopique, les propriétés (nature, nombre et force des sites), la fonction de la surface (acido-basique, oxydo-réductrice, organo-hydrophile) ainsi que l'architecture des pores (taille et dimensionalité) sont définis par la composition et le type structural, ceux-ci étant dictés par la chimie du milieu de synthèse. L'efficacité et la durée de vie des catalyseurs zéolithiques dépendent aussi directement de la taille et de la morphologie des cristallites (*figure 1*), paramètres qui régissent le parcours diffusionnel des réactifs et des produits ainsi que les phénomènes de transfert aux interfaces solide-gaz et solide liquide.

La maîtrise de la texture des solides microporeux est donc au centre des préoccupations du laboratoire qui consacre un effort tout particulier à la caractérisation physico-chimique de leurs milieux de synthèse et à l'établissement des lois gouvernant les cinétiques de leur cristallisation.

Cette approche a été appliquée avec succès aux zéolithes acides et basiques, ou contenant des métaux de transition dans leur charpente leur conférant ainsi des propriétés oxydo-réductrices. Depuis deux ans, un nouveau champ d'application s'est ouvert avec la découverte de silicates mésoporeux, organisés autour des micelles de tensio-actifs, possédant des distributions de tailles de pores très homogènes pouvant être ajustées entre 2 et 6 nm. Le laboratoire a mis au point des méthodes originales pour contrôler la texture et la stabilité de ces matériaux ainsi que pour fonctionnaliser leur surface par des groupements actifs spécifiques. Ces nouveaux solides conduisent à des catalyseurs adaptés à un large éventail de réactions : de la transformation de substrats encombrés sur site fonctionnel complexe à la désorption rapide de produits primaires

* Laboratoire de matériaux catalytiques et catalyse en chimie organique, URA 418, École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier, 8, rue de l'École Normale, 34053 Montpellier Cedex 01. Tél. : 67.14.43.23. Fax : 67.14.43.49.

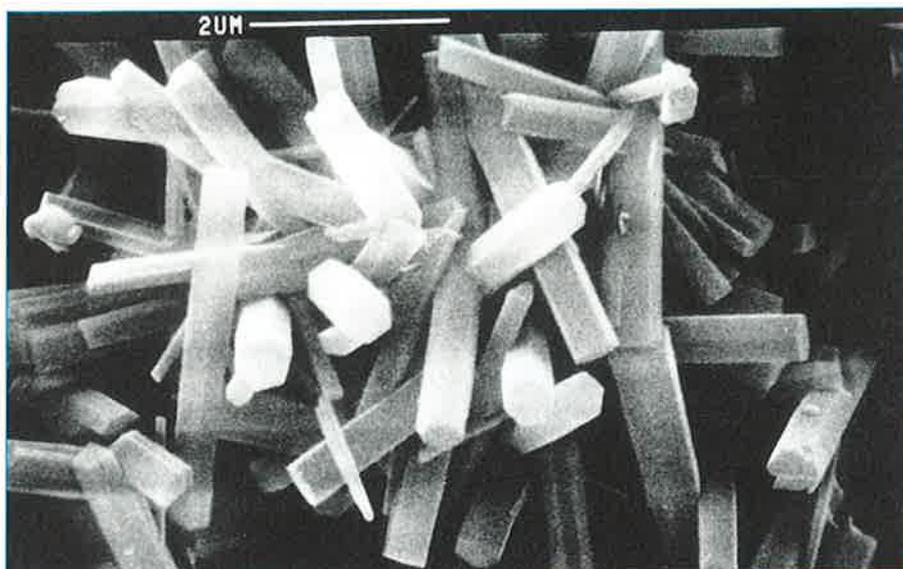


Figure 1 - Cristaux de mazzite. Cristaux de zéolithe mazzite, de symétrie hexagonale, observés au microscope électronique à balayage. La croissance sous faible sursaturation a permis le développement de faces à bas indice de Miller.

métastables dans la conversion des coupes oléfiniques légères.

La connaissance et le contrôle des propriétés superficielles des matériaux divisés revêtent aussi une importance déterminante dans le domaine de la catalyse métallique. Dans ce cas, la surface du solide ne constitue plus la phase active elle-même, mais elle joue un rôle de support sur lequel sont dispersées des nanoparticules de métaux de transition ou d'alliages dont les tailles varient généralement de 1 à 10 nm. L'interaction entre ces particules et le support permet de maintenir la phase active métallique dans un très grand état de division, même dans des condi-

tions très sévères de réaction comme celles rencontrées dans des catalyseurs de postcombustion automobile.

Caractérisation et modélisation des phases actives

Si de nombreuses méthodes spectroscopiques permettent l'étude du volume et de la structure des matériaux, la caractérisation des sites catalytiques et des interfaces s'avère plus délicate. Des méthodologies et des sondes spécifiques ont dû être constamment développées afin d'adapter les outils existants aux problèmes particuliers de la catalyse. Des études de réactivité *in*

situ, sous atmosphère contrôlée, sont désormais réalisables par spectroscopies infrarouge et RMN solide, par gravimétrie et microcalorimétrie. Le souci d'identification des sites actifs et de la description de leur mode d'action en présence de substrats se retrouvent aussi dans le choix des modèles traités par la chimie quantique. Les problèmes abordés concernent la description des propriétés acides (figure 2) et d'adsorption des zéolithes et des agrégats métalliques, domaines dans lesquels la validation expérimentale des calculs est possible au sein même du laboratoire.

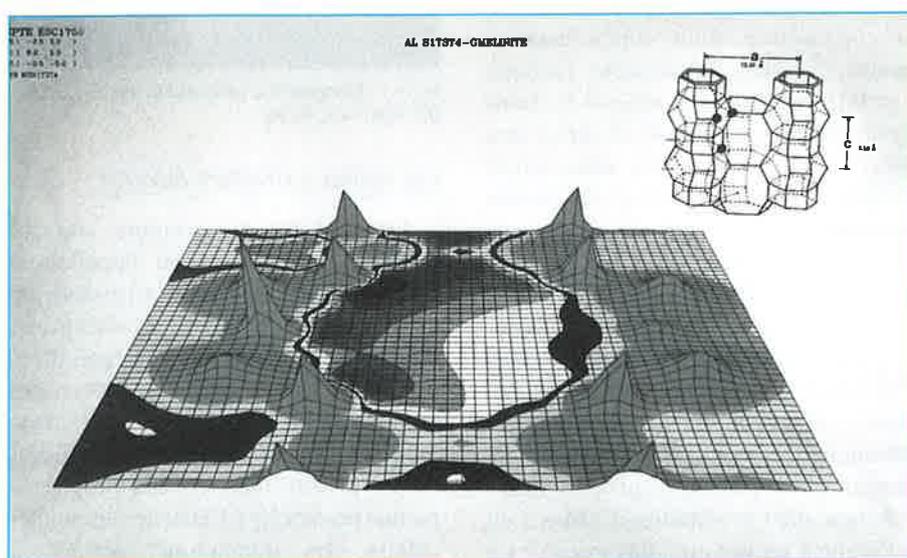


Figure 2 - Modélisation de l'acidité. Potentiels électrostatiques moléculaires utilisés comme indice d'acidité. Modèle d'offrétite contenant trois sites acides.

Les recherches au Laboratoire des agrégats moléculaires et matériaux inorganiques

Jacques Rozière* *directeur*

La science des matériaux est indissociable des notions d'élaboration, de techniques et d'applications. Le Laboratoire des agrégats moléculaires et matériaux inorganiques se situe au point de convergence de compétences allant de la chimie du solide et de coordination, de la physico-chimie des interfaces, à la synthèse et à la caractérisation de matériaux sous diverses formes : agrégats et alliages métalliques, matériaux nanoporeux, conducteurs et échangeurs ioniques, en passant par le développement de nouvelles techniques et méthodes d'étude de l'adsorption sur le solide divisé. Au-delà des techniques de caractérisation développées localement, ou au sein de l'université, le laboratoire a su mettre en place les compétences nécessaires à l'utilisation des très grands instruments européens comme le Lure, Daresbury, l'ESRF pour le rayonnement synchrotron, l'ILL, et l'ISIS pour la diffusion et la diffraction de neutrons.

Le large éventail d'activités permet de couvrir un domaine allant du plus fondamental aux applications dans le secteur industriel.

Des clusters aux agrégats métalliques

Les agrégats constituent des intermédiaires entre l'atome isolé et la

matière condensée. Si l'on convient qu'il existe une relation entre agrégats et surfaces métalliques, on comprendra l'intérêt scientifique et technologique d'étudier la structure et la réactivité des clusters ainsi que de rechercher les principes et les concepts qui régissent la liaison chimique dans ces espèces. Les matériaux à architecture à clusters sont impliqués dans des domaines d'applications technologiques majeurs comme les matériaux supraconducteurs ou les aimants permanents. Ces dernières années, les résultats spectaculaires concernant la chimie des nouvelles formes du carbone : fullerènes C_{60} , C_{70} etc., et de leurs dérivés, ont soulevé la question de l'existence d'analogues minéraux parmi les autres éléments du groupe principal.

Les résultats obtenus dans notre laboratoire au cours de ces dernières années montrent que l'on peut réellement établir un parallèle structural entre les trois formes du carbone : diamant, graphite, fullerène, et certaines phases intermétalliques. La plupart de ces fulleranes métalliques se forment par icosogénèse (nucléation autour d'une cluster icosaédrique) avec pour résultat la constitution d'un supercluster à quatre couches, la dernière formant l'architecture fullerane (figure 1). Dans cette configuration, on observe une ségrégation par couches successives d'éléments électropositifs et d'éléments électronégatifs, ce qui n'est pas sans rappeler l'organisation dans les systèmes micellaires ou les émulsions tensio-actives. Une des questions intéressantes est la suivante : dans quelles conditions thermodynamiques et cinétiques cette croissance icosogénique débouche-t-elle vers la formation de cristaux classiques ou de quasi-cristaux, étendant ainsi la symétrie d'ordre 5 du fullerane à un volume plus grand ? La symétrie, ainsi que les propriétés électriques de ces matériaux en font des

phases "approximantes" des quasi-cristaux.

Alors que la chimie d'intercalation des fullerènes reste pour l'instant limitée à quelques éléments (métaux alcalins, terres rares), ces équivalents inorganiques formés par les éléments IIIB sont suffisamment volumineux pour y insérer des espèces moléculaires complexes : clusters inorganiques, molécules organométalliques, etc., ce qui laisse entrevoir de nouvelles perspectives en chimie du solide.

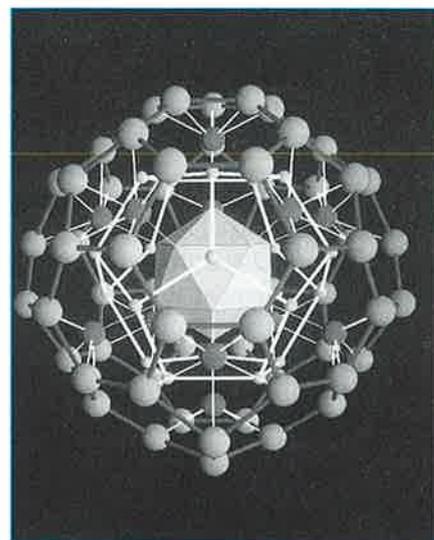


Figure 1 - Icosogénèse à partir de l'alliage $Li_{13}Cu_6Ga_{21}$ (M. Tillard et C. Belin).

Les solides à structure ouverte

Les solides à structure ouverte (micro-, mésoporeux ou lamellaires) dont la surface interne est accessible par diverses réactions d'adsorption, d'échange ionique ou intercalation, présentent les propriétés nécessaires pour assembler et organiser dans l'espace les molécules ou objets moléculaires. L'utilisation de ces propriétés permet le contrôle à l'échelle supramoléculaire des interactions permettant l'élaboration de microstructures à une ou deux dimensions (endoépitaxie). Le

* Laboratoire des agrégats moléculaires et matériaux inorganiques, URA 79, Université Montpellier II, 2, place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier Cedex.
Tél. : 67.14.33.41. Fax : 67.14.33.04.

champ ouvert dans la préparation des matériaux est particulièrement large et comprend la synthèse de divers systèmes nanocomposites minéraux ou hybrides organiques inorganiques présentant de nouvelles propriétés texturales et chimiques (porosité pour la catalyse et l'adsorption) ou physiques (conduction ionique ou électronique, effet de taille quantique etc.).

Les matériaux à structure ouverte sont aussi des milieux privilégiés pour les transferts ioniques. Un effort important est consacré, au laboratoire, au développement des recherches sur de nouveaux composés présentant une forte conduction protonique.

La motivation repose ici sur la possibilité d'utiliser ces matériaux dans des domaines aussi divers que l'échange ionique, le stockage et la production d'énergie. Les matériaux élaborés dans le cadre de ce programme de recherche représentent une alternative aux membranes perfluorées et visent un

domaine d'utilisation dans les températures moyennes (100 à 300 °C).

Les interfaces et le solide divisé

La caractérisation, l'étude des propriétés texturales et adsorptives est un thème transversal du laboratoire qui concerne directement les recherches développées sur les agrégats et les solides à structure ouverte. Les propriétés physico-chimiques d'un matériau sont, dans beaucoup de cas, déterminées au stade initial de son élaboration. La sélection des précurseurs appropriés, l'optimisation des conditions d'élaboration et, finalement, le contrôle de la texture passent par la connaissance des processus et la caractérisation des étapes intermédiaires. Différentes méthodes portant sur les caractérisations structurales (ordres à courtes et moyennes distances), morphologiques (taille de particules, taille et distribution des pores), la caractérisation des espèces chimiques et de leur distribu-

tion aux interfaces, sont mises en œuvre au sein du laboratoire. Parallèlement à la caractérisation structurale à l'échelle microscopique, la caractérisation de la texture poreuse des solides divisés ou de l'état de surface est fondamentale pour la mise en œuvre de nouveaux procédés. L'utilisation de solides divisés, en particulier de solides microporeux, pour la catalyse ou l'adsorption dépend fortement de leurs caractéristiques texturales et superficielles.

Les compétences développées au sein du laboratoire dans le domaine spécifique des interfaces solide-liquide ou solide-gaz débordent largement du cadre de l'élaboration et de la caractérisation des matériaux et sont à l'origine de collaborations industrielles, en particulier dans le domaine de l'impact écologique des stockages souterrains d'hydrocarbures. Cette collaboration a entraîné la réalisation d'outils analytiques originaux permettant une nouvelle approche fondamentale de l'état de surface des solides.

Sur la nécessité de développer la recherche fondamentale en sciences des membranes

Louis Cot* professeur

Les techniques à membranes figurent en bonne place parmi les techniques de séparation mises en œuvre industriellement. Avec un taux de croissance annuel de l'ordre de 10 % pour les membranes organiques, de 30 % pour les membranes inorganiques, le marché a été de 1 200 millions de dollars en 1988. La valeur plus éle-

vée de la filière inorganique s'explique par des perspectives de développement importants dans la séparation des gaz en conditions extrêmes, dans les réacteurs catalytiques et dans les applications liées à la protection de l'environnement.

Cette nouvelle technologie non encore arrivée à maturité, mais déjà utilisée au niveau industriel, fait apparaître deux conséquences nouvelles :

- nécessité du développement d'une recherche fondamentale dans l'élaboration de nouvelles membranes, l'amélioration de membranes existantes, les procédés et l'explication du processus ;

- une nouvelle opportunité pour les industriels européens dans l'élaboration de nouvelles membranes et l'amélioration de membranes existantes : si certains domaines sont déjà «l'exclusivité» du Japon ou des États-Unis, il y a encore des «spécialités» qui doivent être exploitées. Un effort de recherche dans ces domaines semble indispensable pour accroître la compétitivité européenne.

Cependant, la clé du succès est le haut niveau de performance du système à membrane employé pour chaque application particulière, et celui-ci ne peut être obtenu que par des actions de recherches pluridisciplinaires : la mise en œuvre de procédés membranaires pour la résolution d'une question donnée fait appel à des connaissances en chimie

* Laboratoire des matériaux et procédés membranaires (LMPM), UMR 9987, ENSCM, UMII, Laboratoire européen associé (CNRS-SICC) "SIMAP", École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier, 8, rue de l'École Normale, 34053 Montpellier Cedex 1.
Tél. : 67.14.43.44. Fax : 67.14.43.47.

des matériaux (pour la conception et la fabrication des membranes adaptées), en génie chimique (pour la détermination des paramètres de fonctionnement optimaux, le dimensionnement...), sur les phénomènes de base (physico-chimie de surface, phénomène de transfert...) et dans le domaine scientifique relatif au secteur d'activité concerné (industrie chimique, santé, agro-alimentaire, technique de l'eau...). Le développement de ces procédés nécessite donc d'avoir des équipes pluridisciplinaires.

Mission scientifique

La mission du LMPM se situe dans le domaine de la recherche fondamentale interdisciplinaire sur l'étude des matériaux membranaires et des procédés à membrane, des moyens forts qui, partant de l'état actuel, vont permettre des études de haut niveau sur les futures membranes et les futurs procédés. Ceci se traduit par :

- l'accueil de nouveaux chercheurs et de postdoc de haut niveau,
- une mission de formation par la recherche,
- la mise en place de séminaires et de stages par la formation continue.

Le LMPM est la structure d'accueil du mastère spécialisé en «matériaux et procédés membranaires» qui a été habilité par la Conférence des Grandes Écoles et qui est délivré par l'ENSCM et l'ISIM.

Lignes stratégiques

Dans ce contexte international, compte tenu de l'état des connaissances scientifiques et du but à atteindre, les études se situent dans les aspects suivants :

- élaboration et caractérisation de nouvelles membranes,
- mécanismes de transfert et modélisation,
- étude des systèmes module-membranes
- mise au point et étude de procédés individuels et couplés.

Il s'agit donc de développer les approches intégrées et complémentaires des domaines «membranes et procédés».

Élaboration - Caractérisation statique

Élaboration

Deux types de spécialisation sont nécessaires :

- d'une part, une formation en chimie de l'état de solide pour les nouvelles membranes inorganiques et mixtes organiques-inorganiques,
- d'autre part, une formation de polymériste pour les nouvelles membranes polymères.

Dans chacun des domaines, les dernières techniques mises au point pour la réalisation de matériaux (greffage, sol-gel, CVD...) seront étudiées. En particulier, les nouvelles méthodes de modification de surface des polymères (par réaction du type CVD, greffage électrochimique, dépôt électrochimique en phase vapeur...) et la création de nouvelles textures (par électropolymérisation...) seront étudiées et développées.

Les matériaux pouvant être poreux ou denses, conducteurs ou isolants...

La caractérisation «statique»

La caractérisation «statique» des nouvelles membranes est un point important : texture dense ou poreuse, propriétés mécaniques, électroniques, capacité d'échange, structure amorphe, vitreuse, cristalline, stabilité au pH, à la température, composition chimique, caractérisation vibrationnelle (IR et Raman)...

Mécanismes de transfert et modélisation - Caractérisation dynamique

La membrane prototype, une fois réalisée et caractérisée en statique, doit être testée dans un procédé à partir duquel elle sera caractérisée de façon dynamique (méthodologie membranaire) puis modélisée par des approches soit électronique, soit thermodynamique selon les procédés dans lesquels la membrane sera utilisée. Pour les membranes denses, les flux seront caractérisés au moyen de traceurs radioactifs.

L'étude du colmatage doit intervenir à ce niveau, avec notamment l'étude des phénomènes d'absorption à la surface de la membrane (chaleur d'adsorption...). Il sera suivi par spectroscopies d'impédance et vibrationnelle, qui permettront de connaître la pénétration de la matière dans la membrane.

Les différents aspects hydrodynamiques et leurs corollaires dans le

domaine du transfert de matière (écoulements, polarisation de concentration, transferts transmembranaires...) seront étudiés par les méthodes du génie des procédés : analogies, distribution des temps d'interaction, relation force-frottement dans l'approche de Stephan-Maxwell...

Étude du système module-membrane

Une optimisation du système membrane-module doit permettre d'avoir un rendement optimum du système. Ceci nécessite l'étude fondamentale de l'hydrodynamique comparée «module/membrane». Ces études incluront tous les aspects de conduite optimale et d'automatisation des procédés.

Étude des procédés membranaires

Les processus de limitation au transfert relèvent d'études à réaliser par les chimistes des surfaces ou des interfaces, et les spécialistes du génie des procédés. Ces procédés devront prendre en compte la nature et l'évolution, au cours du temps et sous l'action de traitements physiques et/ou chimiques, des composants des fluides à traiter. Elles nécessiteront l'intervention de chercheurs spécialistes en ces domaines. Seule une contribution globale (*chimie + sciences des procédés*) assurera le plein succès dans la compréhension et le développement de tel ou tel procédé.

Les recherches doivent être focalisées autour des technologies suivantes : NF, UF, MF, GS, PV, procédés électromembranaires (ED et EED), membranes catalytiques, membranes solides à transport facilité et couplage de procédés.

Ceci est la raison fondamentale du développement, au sein du LMPM, de groupes pluridisciplinaires dépendant du secteur matériau, mais aussi génie des procédés.

Thèmes et opérations de recherches

Membranes et polymères

Synthèse et caractérisation de polymères et de copolymères.

Polymères fonctionnels.

Modification de surface par voie chimique et par adsorption de polymère.

Membranes polymères organiques.

Membranes à réseaux interpénétrés polymères organiques-inorganiques.

Membranes biocompatibles.

Membranes pour séparation d'isomères.

Dépôt chimique en phase vapeur et membranes

Polymères fluorés et membranes de pervaporation et séparation gazeuse.

Couches antireflet à base d'oxy-nitride de silicium.

Couches minces en nitride d'aluminium.

Membranes organominérales à base de polyimide modifié plasma.

Couche de SiO₂ amorphe et séparation gazeuse.

Corrélation phase gazeuse-matériaux.

Membranes ioniques et procédés électromembranaires

Étude de la fuite en proton au travers des membranes échangeuses d'anions.

Développement de procédés électromembranaires pour la reconcentration et la purification des acides usés.

Modification de surface des membranes échangeuses d'ions pour améliorer les propriétés de transport.

Élaboration et caractérisation de nouvelles membranes bipolaires.

Recyclage des effluents salins par électrodialyse sur membrane bipolaire.

Étude par spectroscopie vibrationnelle (IR et Raman) de membranes polymères échangeuses d'ions.

Analyse électrochimique des mouvements ioniques et des phénomènes de polarisation dans les membranes échangeuses d'ions.

Étude du transport des ions organiques. Contribution à une meilleure compréhension du phénomène d'empoisonnement.

Transport des complexes métalliques dans les membranes échangeuses d'ions.

Extraction sélective des acides aminés et des électrolytes organiques par électrodialyse.

Électrodésionisation sur textile échangeur d'ions.

Élimination des métaux lourds par les procédés électromembranaires.

Étude de la compétition dans l'électrotransport (proton-ions métalliques-ion organique-ion minéral).

Essais de réhabilitation des sols par le

couplage lixivation-technique électromembranaire.

Élimination d'anions nocifs (nitrate, fluorure) dans les eaux potables et les eaux usées industrielles.

Développement de panneaux à membranes pour la destruction de la *Caulerpa taxifolia*.

Sol-gel et colloïdes

Étude du procédé sol-gel dans les milieux amphiphiles.

Étude des interactions polymères/molécules amphiphiles.

Étude des matériaux membranaires à porosité structurale (zéolithes) et texturale organisée.

Membranes céramiques pour la nanofiltration des liquides.

Membranes hybrides organique-inorganiques pour le transport facilité.

Membranes de silice organomodifiée pour la pervaporation et la séparation de gaz.

Membranes pour capteurs chimiques et biocapteurs.

Membranes céramiques, théorie du transfert

Préparation de supports céramiques microporeux.

Préparation de membranes de microfiltration par suspension de poudres.

Préparation de membranes d'ultra- et de nanofiltration par sol-gel

Caractérisation des supports et des membranes.

Étude des interactions entre membrane et solution.

Étude du transfert transmembranaire.

Filtration de l'air.

Séparation gazeuse.

Génie des procédés

Couplage de procédés impliquant au moins une membrane.

Techniques baromembranaires en phase liquide (MF, UF et NF).

Membranes organiques ou inorganiques.

Domaines biologiques (agro-alimentaire, biotechnologie, traitement d'eau :

– microfiltration/réaction biologique-ultrafiltration/champ électrique ;

– filtration tangentielle/adsorption/fluide supercritique.

Électrochimie et chimie des solutions

Rétention de cations métalliques : ultra- et nanofiltration assistées par complexation avec l'électrolyse.

Extraction et transfert de cations métalliques : dialyses assistées par complexation.

Préparation de membranes par électropolymérisation.

Pervaporation.

Membranes biomimétiques

Modifications de surface de matériaux par adhésion de films monomoléculaires.

Membranes photoconductrices.

Membranes à activité catalytique.

Membranes à perméabilité ionique sélective.

Chimie supramoléculaire

Synthèse et étude des propriétés complexantes de macrocycles à sous-unités hétérocycles.

Synthèse et étude des propriétés physico-chimiques de complexes bimétalliques ferrocéniques.

Les matériaux polymères en Languedoc-Roussillon

Bernard Boutevin* *directeur de recherche*

La chimie des matériaux polymères a connu un essor particulier ces dernières années en Languedoc-Roussillon, une région qui est devenue l'une des plus actives dans ce domaine par le nombre de chercheurs qui s'y consacrent et l'originalité des thèmes abordés.

Cinq laboratoires font de ce thème leur activité principale :

- Le laboratoire de chimie appliquée (LCA) de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier (ENSCM) avec ses deux composantes, le LCA1 (CNRS) dirigé par le Dr B. Boutevin et le LCA2 dirigé par le Pr. Y. Piétrasanta.
- Le Centre de Recherche sur les Biopolymères Artificiels (CRBA-CNRS) de l'université de Montpellier I, dirigé par le Dr M. Vert.
- Le Laboratoire de chimie macromoléculaire (LCM) de l'université de Montpellier II, dirigé par le Pr. Schué.
- Le Laboratoire des matériaux polymères-matériaux avancés organiques (LEMP/MAO) de l'université de Montpellier II, dirigé par le Pr. J.-M. Abadie.
- Le Laboratoire matrices, matériaux minéraux et organiques (LM₃O) de l'École des Mines d'Alès, dirigé par le Pr. Crespy.

En plus de ces groupes, il faut citer quatre autres équipes qui consacrent une partie de leur activité à ce thème :

- Le Laboratoire de chimie organométallique (LCOM-CNRS) à l'ENSCM, dirigé par le Dr J. Moreau.
- Le Laboratoire de chimie organique (LCO-CNRS) de l'université II du Pr. A. Comméras.
- Le groupe des Phases condensées (GPC) du Pr. M. Latour à l'université II.
- Le groupe Membranes polymères

du Laboratoire des matériaux et procédés membranaires (LMPM-CNRS-ENSCM), dirigé par le Pr. L. Cot.

De plus, et c'est là une des originalités de la région, un centre de transfert technologique, le Centre de Recyclage des Matières Plastiques (Ceremap) a été récemment créé à Mèze. Ce centre dirigé par les Drs J.-J. Robin et J.-P. Parisi, travaille en étroite relation avec le LCA de l'ENSCM et s'est associé à l'École des Mines d'Alès (LM₃O) pour constituer un Centre de Ressource Technologique et développer les techniques de recyclage des déchets plastiques et la mise au point d'alliages polymères. Dans ce contexte, il faut encore signaler une initiative récente et originale. Six des laboratoires cités plus haut et des équipes de l'Inra, de l'Orstom et du Cirad se sont fédérés en un centre de formation et de recherche sur le thème «Maîtrise du devenir des polymères et des déchets plastiques».

Pour tenter de décrire au mieux les recherches effectuées sur la chimie des matériaux polymères, on peut faire émerger six principaux thèmes pour la plupart originaux et uniques en France faisant l'objet d'étude à la fois fondamentales et finalisées.

Polymères biorésorbables et biodégradation

Au CRBA, une trentaine de chimistes, physico-chimistes, physiologistes, pharmaciens et biochimistes associés à un médecin travaillent de concert sur la synthèse et l'étude de polymères biorésorbables à finalité le plus souvent thérapeutique. Les sujets sont divers : polymères optiquement actifs, polyélectrolytes bifonctionnels, drogues et prodrogues macromoléculaires, radiosynthèse et modification chimique, biodégradation et devenir, biorésorption, délivrance contrôlée de principes actifs. Ce dernier sujet de recherche est aussi développé au LCM et appliqué aux produits vétérinaires.

Parallèlement, et en collaboration avec des chercheurs de l'Orstom et de l'Inra, le CRBA étudie la biodégradation des matériaux polymères au contact des micro-organismes.

Alliages des polymères et recyclage

A côté des méthodes destructives, le recyclage des matières plastiques sous forme de matériaux homogènes ou d'alliages est une solution avantageuse aux problèmes éco-environnementaux. La rentabilité et l'efficacité du recyclage nécessitent cependant un grand effort de recherche à la fois fondamentale et technologique. Ces recherches réalisées au LCA, au Ceremap et au LM₃O sont axées sur deux voies :

- une voie technologique pour optimiser le traitement, la séparation et la mise en forme des déchets plastiques,
- une voie «valorisation» développée au LCA et au LM₃O. Elle comprend l'étude physique et chimique des mélanges de polymères thermoplastiques, l'incorporation de charges minérales traitées ou non, leurs compatibilisations par des agents de couplage interfacial du type copolymère et l'optimisation des procédés de mise en œuvre en relation avec la réactivité, la rhéologie et la microstructure.

Matériaux organofluorés et siliciés

L'activité sur les polymères organofluorés et/ou siliciés est une des particularités de la région. Elle constitue un des thèmes forts de quatre laboratoires (LCA, LCOM, LCO, GPC). L'introduction d'hétéroatomes tels que le fluor et le silicium dans une chaîne ou un gel polymère confère aux matériaux dérivés des propriétés spécifiques à fort potentiel technologique : propriétés de surface et de perméabilité, stabilité thermique, résistance aux solvants et à l'abrasion, hydrophobie et oléophobie, conduction, catalyse, pour ne citer que les plus connues. Ces propriétés sont exploitées dans des applica-

* Laboratoire de chimie appliquée, URA 11030, UM-II, École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier, 8, rue de l'École Normale, 34053 Montpellier Cedex.
Tél. : 67.14.43.65/03 et 01. Fax : 67.14.72.20.

tions telles que les revêtements, les peintures et vernis, les tensio-actifs, les traitements des cuirs et de la pierre... Les recherches portent sur la synthèse de monomères, d'oligomères, de polymères ou de gels hybrides incorporant des séquences fluorées ou siliciées de structures diverses et spécifiques.

Matériaux photoréactifs

L'utilisation des radiations (UV, électrons, rayons X) pour la synthèse ou l'élaboration de matériaux polymères présente de nombreux avantages. Les réactions sont le plus souvent rapides, sélectives et propres, peu coûteuses en énergie et applicables aux matériaux préformés. La recherche

montpellieraine est bien placée dans ce domaine. Le LEMP/MAO est spécialisé dans l'étude de systèmes photochimiques à base de résines multifonctionnelles et notamment thermostables. A partir de l'étude de la réactivité de photoamorceurs, l'optimisation des formulations photosensibles est réalisée. De même, les radiations sont appliquées à l'élaboration et aux traitements de matériaux composites tels que des biomatériaux. Le LCA s'est spécialisé dans la synthèse de monomères et d'oligomères porteurs de groupes photoréactifs. Les matériaux post-réticulables qui en dérivent ont des applications nouvelles notamment en revêtement (papier, fibres textiles ou optiques, fibres de verre ou de

carbone). Citons aussi le LCM qui a une activité en microlithographie.

Matériaux membranaires

Outre l'activité dans ce domaine du LMPM décrite ailleurs, le LCA et le LCM s'intéressent à la mise au point de membranes perm-sélectives en étudiant divers procédés de synthèse ou de transformation adaptés à la finalité recherchée. Ainsi, le LCM étudie des membranes pour la culture de cellules endocrines ainsi que la modification de membranes microfiltrantes par plasma. Le LCA développe depuis plusieurs années le greffage de monomères par ozonisation de surface polymère.

Interface chimie-biologie : un pôle interdisciplinaire s'est constitué à la faculté de pharmacie de Montpellier associant recherche et formation

Jean-Marc Lhoste* *directeur de recherche*

La biologie considérée à l'échelle moléculaire est, par essence, chimique. La définition d'une interface entre les deux disciplines est donc nécessairement artificielle. A Montpellier, elle correspond à une volonté de restructuration, de regroupement et de formation, principalement au sein de la faculté de pharmacie. C'est dire qu'on y trouve la pharmacochimie, depuis longtemps en place, entourée d'activités plus récemment implantées et plus directement marquées par la biologie mais dont les outils ou

même les concepts sont ceux de la chimie : pharmacologie de peptides et de leurs récepteurs, immunologie orientée vers le diagnostic, pathologie moléculaire, biopolymères naturels et synthétiques, enfin, création récente d'un centre de biochimie structurale. L'ensemble est coordonné au sein d'un nouvel institut fédératif de recherche, reconnu par le CNRS et l'Inserm, et baptisé du nom de Balard, montpellierain et découvreur du brome. L'ensemble apporte une large capacité d'accueil pour la formation par la recherche, qui s'appuie sur un diplôme d'études approfondies récemment réhabilité pour quatre années et qui s'intitule justement

«interface chimie-biologie», avec quatre options couvrant la diversité des thèmes de ces unités de recherche.

Cette présentation, reposant sur une restructuration récente, n'est pas limitative. Il existe au sein des deux universités, scientifique et médicale, de Montpellier et des laboratoires du CNRS et de l'Inserm, une longue tradition biochimique qui a su résister (en s'y associant) à vingt années de développement de la biologie moléculaire ; cette dernière n'étant pas traditionnellement associée à la chimie malgré son intitulé et bien qu'elle ait beaucoup bénéficié de ses méthodes d'analyse et de synthèse ! On trouve donc de nombreuses extensions et collaborations du pôle d'interface au sein d'instituts plus anciens, comme le Centre de Pharmacologie et d'Endocri-

* Centre de Biochimie Structurale, Faculté de pharmacie, 15, avenue Charles Flahault, 34060 Montpellier Cedex 1.
Tél. : 67.04.34.34. Fax : 67.52.96.23.

nologie (CCIFE) et le Centre de Recherche en Biochimie Macromoléculaire (CRBM) ou auprès de laboratoires universitaires. Les filiations historiques renforcent encore ces liens.

L'institut fédératif de recherche Balard

La création récente de l'Institut fédératif de recherche Balard, «à l'interface de la chimie et de la biologie», a coïncidé avec la création sur le site de la faculté de pharmacie de Montpellier d'un des sept centres du programme interdisciplinaire national Imabio (ingénierie des macromolécules biologiques). Sa base est cependant sensiblement plus large, couvrant le thème «interactions et communications moléculaires en biologie» et mettant en jeu cinq disciplines :

- la biologie moléculaire et le génie génétique,
- la biologie structurale et la modélisation moléculaire, la biologie et le génie cellulaire,
- la chimie organique,
- la chimie et la physico-chimie macromoléculaires.

Cela permet de couvrir des domaines variés allant de la pharmacologie moléculaire et fonctionnelle (pharmacochimie, réceptologie moléculaire, relations structure-activité) à l'étude structurale et fonctionnelle de macromolécules normales (calciprotéines, protéines des systèmes contractiles, protéines de régulation de l'expression génétique...) ou anormales (impliquées dans les pathologies musculaires), en passant par la chimie des polymères naturels ou synthétiques. Peptides et protéines y tiennent donc une place dominante.

L'IFR «Balard» regroupe ainsi six unités de recherche associées au CNRS et à l'Inserm :

- l'URA 1111 (J.-P. Girard, directeur) : «Chimie des médiateurs et physico-chimie des interactions biologiques»,
- l'URA 1465 (M. Vert, directeur) : «Centre de Recherche sur les Biopolymères Artificiels»,
- l'URA 1845 (J. Martinez, directeur) : «Chimie et pharmacologie de molécules d'intérêt biologique»,
- l'UMR 9921 (B. Pau, directeur) : «Immunoanalyse et innovation en biologie clinique»,

– l'UMR 9955 et U 414 (J.-M. Lhoste, directeur) : «Centre de Biochimie Structurale»,

– l'U 300 (J. Léger, directeur) : «Physiopathologie cellulaire et moléculaire»,

Elles sont complétées par une équipe sous contrat de jeune formation de l'Inserm (J.-P. Bali «Biochimie des membranes») et six équipes universitaires d'accueil reconnues (Pr. Andary, Bastide, Bonne, Chanal, Gorenflot et Puech).

L'ensemble de ces équipes regroupe plus de deux cents personnes et accueille 70 étudiants en cours de thèse.

Un centre intégré de biochimie structurale

Mention particulière peut être faite de la création du Centre de Biochimie Structurale (CBS), puisqu'il a été conçu et mis en place à partir de 1993 comme un centre entrant dans le programme national de développement de la biologie structurale en regroupant des moyens et des compétences dans des méthodes semi-lourdes de détermination des structures, des propriétés dynamiques et des interactions des macromolécules biologique, protéines et acides nucléiques principalement. Le CBS, soutenu également par les collectivités régionales, regroupe des moyens importants en résonance magnétique nucléaire à haute résolution (à 600, 400 et 360 MHz pour le proton), en cristallogénèse et cristallographie biologique par diffraction des rayons X, et en informatique pour la modélisation moléculaire. Il a également mis en place un secteur de production de protéines recombinantes pouvant être marquées par les isotopes stables pour la RMN hétéronucléaire indispensable à l'établissement de structures tridimensionnelles en solution. Le mode de fonctionnement du centre est donc autonome, mais non indépendant, car il se doit de collaborer en priorité avec les autres laboratoires montpelliérains, dans lesquels il a trouvé une part importante de ses thèmes de recherche (on y retrouve donc les calciprotéines, les protéines des systèmes contractiles et protéines de régulation des cycles cellulaires, mais aussi des thèmes nouveaux développés au niveau national, enzymologie, interactions protéines-acides

nucléiques, protéines virales...). Cette complémentarité s'ouvre au-delà de l'IFR et se traduit également par le regroupement d'autres méthodes d'analyse sur d'autres sites (spectrométrie de masse et méthodes optiques au CRBM, méthodes cinétiques à l'U 129...). La communauté dispose également d'un centre de recherche en imagerie cellulaire, le CRIC, implanté à la faculté de médecine. Une équipe du CBS y développera bientôt les microscopies à champ proche, en complément des microscopies optiques tridimensionnelles et des microscopies électroniques. L'objectif est d'intégrer la dimension structurale moléculaire à l'échelle des systèmes organisés cellulaires et membranaires.

Formation

L'«interface chimie-biologie» dispose de son diplôme d'études approfondies propre, sous-titré «Systèmes moléculaires à visée thérapeutique» et placé sous la responsabilité du Pr J.-P. Chapat. Il comprend un tronc commun d'introduction aux (macro)molécules naturelles et aux propriétés et devenir des xénobiotiques, et quatre options couvrant largement le champ de l'interface :

- «pharmacochimie» (J. Martinez), fortement orientée vers la réceptologie et la signalisation cellulaire ;
- «biopolymères d'intérêt thérapeutique» (M. Vert), biodégradables ou de substitution ;
- «modélisation moléculaire» (G. Grassy), plus théorique, de la modélisation macromoléculaire structurale et dynamique aux relations structure-activité dans le développement du médicament ;
- «Ingenia» (J.-M. Lhoste), où l'ingénierie des protéines et acides nucléiques est fortement orientée vers la biochimie structurale et la bioinformatique.

Le pôle d'interface chimie-biologie ainsi constitué à Montpellier dispose donc de l'ensemble des moyens et compétences nécessaires pour assurer l'accueil et la formation de ses étudiants, comme le développement d'une recherche qui vise à intégrer les aspects moléculaires dans une perspective fonctionnelle et thérapeutique plus intégrée de la biologie.

Biomolécules

Jean-Louis Imbach* *professeur*

La chimie des biomolécules représente l'un des axes forts de développement de la chimie moléculaire dans les universités montpelliéraines et, plus particulièrement, à l'université de Montpellier II.

Regroupés autour du DEA «Chimie des biomolécules : synthèse, structure et réactivité» (responsable : Pr. Jean-Louis Imbach), les laboratoires constitutifs représentent un ensemble d'équipes de recherche recouvrant les axes forts de développement en chimie du vivant.

La chimie des peptides, regroupant des laboratoires d'audience reconnue tant au niveau national qu'international, constitue sans nul doute un axe pôle de recherche privilégié concernant ce type

de biomolécules (Pr. Viallefont : URA 468, Dr Martinez : URA 1845, Dr Jouin : UPR 9023).

Un autre domaine dans lequel la chimie montpelliéraine occupe une place d'excellence est celui de la chimie des acides nucléiques, couvrant un axe de recherche s'étendant des nucléosides aux oligonucléotides (Pr. J.-L. Imbach : URA 488).

Les acides gras, leucotriènes, prostaglandines, sont à la base des travaux du groupe du Dr Girard (URA 1111), cette équipe contribue fortement au développement de la chimie des biomolécules.

Pour ce qui concerne la chimie prébiotique, l'équipe du Pr. Commeyras (URA 1097) occupe une place de choix et le laboratoire de recherche sur les biopolymères artificiels (Dr Vert : URA 1465) participe pleinement au positionnement de la chimie moléculaire à Montpellier.

Parallèlement à ces axes de développement, il nous faut signaler le domaine du phytosanitaire développé tant à

l'ENSCM par le Pr. Cristau (URA 458) que par le Centre de Phytopharmacie de l'université de Perpignan (Pr. Coste: URA 461) ; ce dernier étant en relation étroite avec l'ensemble montpelliérain.

Ce bref descriptif n'est aucunement limitatif et d'autres équipes apportent leur contribution au positionnement de la chimie montpelliéraine.

Il ressort de cette présentation que la chimie organique montpelliéraine occupe une place de choix dans le développement des biomolécules se situant ainsi à l'interface de la chimie et de la biologie moderne. De par ces orientations, l'ensemble de ces laboratoires est fortement impliqué dans le tissu industriel tant régional, national, qu'international, principalement pour ce qui concerne l'industrie pharmaceutique.

Cette brève analyse démontre bien toute la vitalité de la chimie des biomolécules à Montpellier et perpétue la longue tradition locale de la chimie organique comme domaine d'excellence.

* Chimie organique biomoléculaire de synthèse, URA 488, Université de Montpellier II, 2, place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 05.
Tél. : 67.14.46.18. Fax : 67.04.20.29.

Montpellier, rôle charnière entre le Nord et le Sud

Claude Tapiero* *professeur*, Pierre Vitse* *professeur*

Par la position géographique de Montpellier et celle de la région Languedoc-Roussillon ainsi que par les orientations affichées en matière de relations internationales, le Pôle Universitaire Européen s'avère être un outil idéal pour initier, développer voire renforcer des relations de coopération entre l'Europe du Nord, du Centre, de l'Est et les pays du pourtour méditerranéen.

En moins d'un an, le Pôle Universitaire Européen a été associé et a participé à de nombreuses activités visant à renforcer les liens particuliers, nombreux et actifs qui existent déjà entre les universités de ces pays mais qui nécessitent d'être canalisés.

A titre d'exemple, dans le cadre universitaire, cette collaboration a pu se faire, en particulier, au sein du groupe Coïmbra, comptant 30 universités européennes anciennes et traditionnelles situées dans 15 pays européens - y compris en Europe centrale - comme au sein de l'UNiversité de la MEDiterranée (Unimed), dont le siège est à Rome et qui est constituée par le regroupement d'une cinquantaine d'universités du pourtour méditerranéen.

Structure d'accueil et de fédération des trois universités de Montpellier, le Pôle Universitaire Européen est actuellement membre du groupe Coïmbra et du réseau Unimed, ce qui élargit à toutes ses autres composantes institutionnelles enseignement et recherche (CNRS, Codige, Agropolis) l'accès aux réseaux que représentent ces deux grands groupes.

Le groupe Coïmbra

La construction européenne, et en particulier l'élargissement de l'Union vers le Nord et vers l'Est, amène le Pôle

Universitaire Européen à renforcer ses relations avec ces pays.

Créé en 1985, ce réseau a pour mission d'amplifier, de structurer et de favoriser les accords de collaboration dans les domaines de l'enseignement universitaire, de la recherche, de la formation, du transfert technologique. Ce groupe n'est pas exclusif à l'Europe, il a également développé des programmes de coopération vers les pays latino-américains et les pays industrialisés.

Les universités membres sont représentées dans les programmes européens de mobilité (Socrates, Leonardo). 30 % du nombre total d'étudiants et 25 % du nombre total d'enseignants sont impliqués dans les plans de mobilité européenne.

Ces universités jouent un rôle important dans Tempus, Med Campus et dans les programmes de recherche Union européenne/USA ou européens tels que Human Capital, Delta, Force ainsi que dans le programme Unitwin de l'Unesco.

Le réseau Unimed

Association créée en 1990, Unimed a pour but de développer les collaborations interuniversitaires des pays du Bassin méditerranéen. Cette collaboration se situe plus particulièrement dans les domaines scientifique, littéraire et de gestion, de recherche et de formation.

Au sein de ce groupe, de nombreuses actions ont déjà été accomplies. Parmi les plus récentes et illustrant leur diversité, peuvent être cités :

- la présence des universités de Montpellier au colloque de Rome sur la paix en Méditerranée orientale ;
- la promotion de la coopération auprès de nouvelles universités du golfe Persique (Oman) ;
- l'envoi d'un expert du Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) en Jordanie pour la création d'un département de recherche sur les problèmes de désertification ;
- l'envoi d'une stagiaire de Montpellier

au siège d'Unimed à Rome, pour une durée d'un an, afin de s'occuper des actions européennes au profit des PTM (pays tiers méditerranéens) ;

- la présence du pôle aux réunions du bureau exécutif à Malte et au Caire ;
- la mise en relation d'universitaires italiens, espagnols, français pour la création de nouveaux réseaux européens.

L'une des priorités que s'est fixée le Pôle Universitaire Européen pour les années à venir (1995-1998) en matière de relations internationales est donc de jouer le rôle essentiel de «charnière» entre les universités européennes (groupe Coïmbra) et celles des pays tiers méditerranéens (réseau Unimed notamment).

Cet affichage, identifié par le MESR (ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche), a conduit ce dernier et la Commission européenne à solliciter le Pôle européen de Montpellier pour faire partie du comité de pilotage national du colloque international «L'Europe de la recherche et la Méditerranée».

Ce colloque a réuni, en mars 1995 à Sophia Antipolis, pour la première fois dans l'histoire, 17 ministres de l'enseignement supérieur et de la recherche des pays du pourtour méditerranéen afin de définir de nouveaux domaines de coopération, soutenus par l'Union européenne.

Dans le cadre de ce colloque, la réflexion sur les problèmes de formation, de l'emploi et de la mobilité a été confiée au Pôle Universitaire Européen. Les conclusions de cette réflexion menée aux triples niveaux régional, national et international a fait ressentir la nécessité de mettre en œuvre, d'urgence, une nouvelle politique européenne vis-à-vis des PTM.

Il ne fait pas de doute que l'ensemble universitaire et scientifique fédéré au sein du pôle verra son action vers les pays de la Méditerranée largement facilitée par la mise en place d'un bureau décentralisé français d'Unimed dont le siège a toute chance de se situer à Montpellier au sein du Pôle Universitaire Européen

* Pôle Universitaire Européen, 99, avenue d'Occitanie, 34296 Montpellier Cedex 5.
Tél. : 67.41.93.33. Fax : 67.41.93.34.

L'organisation professionnelle de l'industrie chimique en Languedoc-Roussillon

Sylvie Malacarne* *secrétaire générale*

Le Syndicat Général des Industries Chimiques est implanté en Languedoc-Roussillon sur les cinq départements.

L'industrie chimique couvre un large éventail d'activités : la chimie de base, la chimie fine et la parachimie.

En Languedoc-Roussillon, la chimie est largement représentée dans l'industrie chimique de base et la parachimie.

Mais cinq grandes familles de produits y sont fabriquées : chimie minérale, chimie organique, biochimie, parachimie, chimie fine ; même si l'on constate que notre région n'a pas une implantation chimique très forte.

Un syndicat pour quoi faire ?

Le Syndicat Général des Industries Chimiques (SGIC) rassemble 35 adhérents. Ses missions se développent surtout autour de trois axes :

Rassembler les entreprises

Le SGIC anime des réunions et des commissions qui favorisent échanges et concertation entre ses membres sur l'environnement, la certification, la qualité, la sécurité, la formation et d'autres thèmes liés à l'actualité, susceptibles d'aider les entreprises à résoudre leurs difficultés.

A ce titre, le SGIC est un carrefour d'échanges où les expériences des uns sont mises à la disposition des autres.

Le SGIC permet aux chefs d'entreprise de se rencontrer régulièrement et de tisser des liens étroits entre eux, renforçant la solidarité par là même au sein de notre profession.

Informier et conseiller

Le SGIC informe et conseille ses adhérents sur les textes législatifs et réglementaires : affaires sociales, vie économique générale, questions juridiques, sous-traitance, questions chimiques...

Représenter

Le SGIC représente au niveau régional l'ensemble des industriels de la profession auprès des élus, des administrations et des forces économiques de la région : tribunaux de commerce, prud'hommes, chambres de commerce et d'industrie, Assedic, Cram, Urssaf, agence de bassin...

Un syndicat au service des entreprises

Le Syndicat rend un service de proximité aux entreprises de par sa présence sur le terrain dans les domaines suivants :

- Juridique et social avec l'application notamment de la convention collective des industries chimiques.
- Technique et environnement : c'est un domaine qui retient particulièrement l'attention des entreprises avec une législation sur la protection de l'environnement très présente.

Au travers du syndicat, une commission Environnement, Qualité, Sécurité se réunit régulièrement avec les responsables concernés afin d'échanger leur expérience et d'étudier les sujets liés à l'actualité en la matière.

Enseignement et formation

Le syndicat entretient des relations avec l'Éducation nationale au niveau de l'enseignement secondaire et supérieur à travers notamment "les opérations 1 000 professeurs" qui permettent à des professeurs du secondaire des visites dans les sites chimiques.

Les Olympiades de la chimie qui sont organisées chaque année ont pour but de mieux faire connaître aux élèves de terminale notre profession et, par là même, les possibilités de carrière offerte aux jeunes par l'industrie chimique.

L'information des entreprises est prioritaire

Des réunions, des circulaires d'information permettent de véhiculer cette information précieuse mais les relations avec les organismes institutionnels tels que le conseil régional, la Drire, les préfectures doivent être privilégiées.

La fonction économique «produit» est dévolue aux fédérations nationales à travers notamment les syndicats économiques de branche.

Le SGIC, syndicat professionnel, est autonome dans ses relations avec ses adhérents.

L'ensemble des chambres syndicales est fédéré au niveau national dans une instance commune, l'UIC (Union des Industries Chimiques), qui a un double rôle :

- Appuyer, en tant que service fédéral, l'action des chambres syndicales.
- Être, au niveau national et européen, le groupe de pression et d'accompagnement des industriels. Les entreprises ont, dans leur contact avec le SGIC, accès aux expertises du réseau et la garantie d'une promotion et d'une défense de leurs intérêts à tous les niveaux.

Le SGIC s'appuie sur l'UIC dans des domaines de compétence spécifique relevant d'expert (sécurité des installations, politique commerciale et douanière...).

* SGIC, Maison de l'Entreprise, 429, rue de l'Industrie, 34966 Montpellier Cedex 2.
Tél. : 67.06.20.53. Fax : 67.06.20.52.

L'usine de Salindres, groupe Rhône-Poulenc

Laurent Geoffroy* responsable du développement social

L'usine de Salindres est l'une des plates-formes industrielles du groupe Rhône-Poulenc qui assoit sa notoriété sur une forte tradition d'innovation. Elle développe aujourd'hui une chimie tournée vers la fabrication de produits très performants.

Par sa maîtrise de procédés technologiquement «pointus», l'usine de Salindres est leader sur plusieurs marchés mondiaux. Au centre d'une compétition très vive, la vocation du site est d'offrir en plus du produit, un service aux clients s'appuyant sur une compétence reconnue dans l'application de nos fabrications.

Les salariés de l'usine s'engagent pour atteindre ensemble ces objectifs dans un souci constant de sécurité, de qualité et de respect de l'environnement.

Située aux portes des Cévennes, Salindres est un des sites industriels parmi les plus importants de la région.

Marchés et produits

Une unité de haute technologie produit à Salindres du gallium destiné à l'industrie de l'électronique pour lequel Rhône-Poulenc Chimie est leader mondial.

L'usine produit des adsorbants, des supports de catalyseurs, des catalyseurs et des tamis moléculaires destinés aux marchés du raffinage du pétrole et du traitement des gaz. Ces productions sont développées et commercialisées par la société Procatalyse, filiale commune à 50 % de Rhône-Poulenc Chimie et Isis, holding de l'Institut Français du Pétrole.

Le site produit également des intermédiaires organiques dont les applications se retrouvent sur les marchés de la protection des cultures, de la pharmacie humaine et animale.

Qualité/sécurité/environnement

L'usine de Salindres applique une politique volontariste en matière de qualité, sécurité, environnement. La satisfaction du client, la sécurité des personnes et le respect de l'environnement figurent parmi les grandes priorités du site. Des progrès très significatifs ont été réalisés dans ces domaines au cours de ces dernières années.

Salindres s'est engagée dans la démarche qualité de certification à l'Iso 9002 afin de fournir à chaque client un produit correspondant exactement à sa demande.

En sécurité, le taux de fréquence des accidents avec arrêt a été divisé par 10 au cours de ces 10 dernières années. Cette évolution démontre bien que la sécurité des hommes est une des priorités actuelles du site.

Quant aux questions d'environnement, elles sont désormais intégrées à la vie de tous les produits, depuis leur conception jusqu'à leur destruction finale. Grâce au développement de technologies propres, Salindres concilie les intérêts économiques avec les intérêts écologiques.

Historique

Implanté depuis 1855 dans le bassin alésien, le site de Salindres fut la première unité au monde à produire de l'aluminium.

Le premier atelier fut une soudière utilisant le procédé Leblanc. L'usine vendait alors de l'acide sulfurique, de l'acide chlorhydrique, du sulfate de soude et de la soude.

A partir de 1885, sous la direction d'Alfred Rangod, dit "Pechiney", Salindres est en plein essor grâce à de nouvelles fabrications : chlorate de soude, sulfate de cuivre pour la viticulture. Enfin, l'usine profite de l'extension du marché de l'aluminium pour en produire les matières premières telles

L'usine de Salindres de Rhône-Poulenc : chiffres clés

Effectif : 619 personnes.

Chiffre d'affaires 1994 : 650 millions de francs dont 70 % à l'export.

Investissements

1994 : 47 millions de francs.

1993 : 49 millions de francs.

1992 : 47 millions de francs.

Matières premières principales :

soude, spath fluor, composés organiques, aluminés hydratés.

Consommations (traduites en équivalent de consommation domestique)

Électricité : 64 millions de kWh soit l'équivalent d'une ville de 100 000 habitants

Gaz : 11 millions de m³ soit l'équivalent d'une ville de 60 000 habitants

Eau : 140 m³/h

que l'alumine par le procédé Bayer et les produits fluorés minéraux.

Apparaîtront, un peu plus tard, les productions de fluorés organiques.

L'usine dans sa région

L'usine est située au sud des Cévennes, dans le département du Gard, riche en vestiges du passé avec Nîmes, la Rome française, et le célèbre Pont du Gard.

De nombreux châteaux et ruines, d'anciennes bastides parsèment cette région. Ainsi Salindres est dominée par une tour de guet du 12^e siècle, la Tour Bécamel.

Proche de Salindres, c'est dans la ville d'Alès, berceau du chimiste J.-B. Dumas que Richelieu conclut, en 1629, un traité avec les protestants : l'Édit de Grâce d'Alès, qui leur laissait la liberté de conscience mais supprimait leurs privilèges politiques. Un peu plus tard, un fort Vauban fut édifié pour protéger la ville.

* Rhône-Poulenc Chimie, 30340 Salindres.
Tél. : 66.78.58.58. Fax : 66.78.57.07.

Le groupe interdivisions «Enseignement» : ses premiers travaux

Gérard Montel* *président du groupe interdivisions Enseignement*

Le groupe interdivisions «Enseignement» de la Société Française de Chimie a été créé, au début de l'année 1995, par le président Marc Julia, à la suite de l'Assemblée générale de la SFC à Lyon, en septembre 1994.

Ce groupe, où sont représentées toutes les divisions de la Société Française de Chimie, a pour mission d'associer la SFC et l'enseignement supérieur à l'ensemble des opérations liées à l'évolution considérable de l'enseignement de la chimie dans les collèges, les lycées et les classes préparatoires aux grands écoles, et à l'évolution parallèle qui va certainement intervenir dans l'enseignement universitaire.

Les nouveaux programmes des lycées sont aujourd'hui tous publiés [1, 2]. Ceux des classes préparatoires PC (physique-chimie) et PSI (physique et sciences de l'ingénieur), qui vont être mis en place à partir de la rentrée 1995 et qui sont présentés dans ce numéro de *L'Actualité Chimique* [3], sont officiels depuis le début de juillet 1995.

Dans ce contexte, l'action du groupe interdivisions «Enseignement» revêt plusieurs aspects :

- 1) Une information de l'ensemble des divisions sur les opérations qui ont précédé, et qui accompagnent la mise en place des nouveaux programmes de chimie de l'enseignement secondaire.
- 2) La définition et l'engagement

d'opérations pouvant être conduites par la SFC, seule ou en relation avec différents partenaires, en vue de contribuer à l'évolution de l'enseignement de la chimie dans les universités et dans l'enseignement secondaire (formation des professeurs).

Information sur les opérations qui ont précédé et qui accompagnent les nouveaux programmes de chimie des lycées et collèges

Ces opérations sont nombreuses. Elles sont conduites par la Société Française de Chimie, par l'Union des Physiciens (qui regroupe les professeurs de physique et chimie des lycées) et par des organismes industriels, comme l'Union des Industries Chimiques, la Société de Chimie Industrielle. Ces partenaires travaillent indépendamment ou, le plus souvent, en étroite liaison, suivant une formule qui montre de plus en plus son efficacité.

On peut citer les opérations suivantes :

– **Les Olympiades nationales de la chimie** [4], créées en 1984 à l'initiative d'une grande entreprise chimique. Elles ont permis en 11 ans de faire découvrir à 40 000 élèves des classes terminales des lycées, une chimie intéressante, où l'expérience et la révélation des applications pratiques des connaissances acquises au lycée ont suscité l'enthousiasme de nombreux candidats.

La Société Française de Chimie a été associée, aux côtés de ses partenaires de l'industrie et de l'enseignement secondaire, à la création et au fonctionnement de cette vaste opération qui a servi de modèle aux auteurs des nouveaux programmes de chimie des lycées.

– **L'opération «1000 professeurs»**, lancée par les organisations industrielles. Elle permet d'offrir chaque année, à 1 000 professeurs de lycée, la possibilité de visiter pendant une journée, dans d'excellentes conditions, des laboratoires industriels et des usines, d'y rencontrer des ingénieurs, et de se trouver ainsi en présence d'intéressants exemples d'applications de leurs connaissances dont ils peuvent s'inspirer dans leurs enseignements.

Le voyage organisé, pendant une semaine, par la Société de Chimie Industrielle, à l'intention des professeurs qui se sont distingués dans l'encadrement des candidats aux Olympiades, constitue une version améliorée de l'opération «1 000 professeurs».

– **Les écoles d'été**

D'une durée moyenne de 4 jours, ces écoles, organisées conjointement par les quatre partenaires précédemment cités, offrent aux professeurs des lycées l'occasion de compléter et d'actualiser leurs connaissances, et d'être informés sur les procédés et les produits industriels les plus récents. Les conférences y sont présentées par des professeurs des enseignements supérieurs, des chercheurs ou des cadres industriels.

Elles sont de plus en plus fréquentées, du fait, notamment, de la mise en place des nouveaux programmes de chimie dans les lycées.

– **Les conférences présentées dans les lycées.**

Présentées aux élèves des lycées par des ingénieurs en poste dans des entreprises, associés à des élèves d'ENS de chimie, ces conférences, dont le nombre augmente constamment, sont destinées à redresser l'image de l'industrie

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

Composition actuelle du groupe de travail interdivisions Enseignement

Animateur

Gérard Montel, président d'honneur des Olympiades nationales de la chimie.

Représentants des divisions (désignés par les présidents de division)

• Division Catalyse

Mme Elisabeth Bordes, professeur à l'université de technologie de Compiègne, département de génie chimique.

M. André Mortreux, professeur à l'ENS de chimie de Lille.

• Division Chimie analytique

M. Étienne Roth, professeur honoraire au Conservatoire National des Arts et Métiers.

• Division Chimie de coordination

M. Michel Verdaguer, professeur à l'université Paris VI-Pierre et Marie Curie.

• Division Chimie organique

M. Jean-Michel Lefour, maître de conférences à l'École polytechnique, professeur agrégé à l'université Paris XI-Orsay, président du groupe technique disciplinaire chimie (qui a élaboré les programmes des lycées, collèges et classes préparatoires).

• Division Chimie physique

Mme Gilberte Chambaud, professeur à l'université Marne-la-Vallée.

• Division Chimie du solide

M. Pascal Gressier, Institut des Matériaux de Nantes.

• Division Matériaux polymères et élastomères

Mme Marguerite Rinaudo, Cermav-CNRS, Grenoble.

• Division Enseignement de la chimie

M. Roland Lissillour, professeur à l'université Rennes I.

Experts

– M. Michel Boyer, professeur à l'université Paris VI-Pierre et Marie Curie, président des Olympiades nationales de la chimie.

– M. Daniel Ayroles, coordonnateur des Olympiades nationales de la chimie, Union des Industries chimiques.

– M. Paul Cadiot, professeur émérite à l'ENS de chimie de Paris.

– Mme Hélène Mestdagh, École Normale Supérieure, département de chimie et IUFM de Paris.

chimique auprès des lycéens et à stimuler leur intérêt vis-à-vis des professions de la chimie.

La Société de Chimie Industrielle y est associée aux écoles de chimie.

D'autres opérations, «chimie : la classe», «graines de chimiste», la première d'une grande ampleur, sont conduites par l'industrie chimique en vue de permettre aux élèves des écoles primaires et des collèges de découvrir la place des produits chimiques dans leur environnement quotidien.

Il s'y ajoute des actions très appréciées par les professeurs, engagées depuis quelques années par l'Académie des sciences qui s'intéresse de plus en plus à l'éducation scientifique de notre jeunesse, par les syndicats professionnels de la chimie et plusieurs grandes entreprises qui réalisent et diffusent des documents remarquables relevant de leur compétence ; s'y ajoute, également, une importante réflexion menée par nos musées scientifiques et techniques, en liaison avec de grands musées européens, sur l'amélioration de la présentation de la chimie au public.

Toute cette activité est suivie, de façon globale, à l'occasion de réunions informelles entre tous les partenaires, qui s'informent réciproquement et harmonisent leurs programmes : telles sont les réunions périodiques du groupe «Éducation-industrie-partenariat», qui est en relation, au niveau européen, notamment avec le Cefic (Conseil Européen des Fédérations de l'industrie chimique).

La France y occupe une position de pionnier.

Opérations conduites par le groupe interdivisions Enseignement

Les actions précédentes ont été conçues en vue d'atteindre directement les élèves des écoles primaires et des lycées, et leurs professeurs : c'était une première étape nécessaire et essentielle.

Mais il est clair qu'au point où nous en sommes, après la mise en place des nouveaux programmes de chimie des collèges et des lycées, et après la publication toute récente des nouvelles structures des classes préparatoires et de leurs programmes [3], les universités et les écoles d'ingénieurs sont touchées, à leur tour, par cette évolution : les étudiants qui vont s'engager dans l'enseignement

supérieur dans ces toutes prochaines années auront, en effet, reçu une formation en chimie très différente de celle de leurs aînés, et ils ne comprendraient pas que cette situation nouvelle ne soit pas prise en compte.

Par ailleurs, la formation des professeurs des enseignements primaire et secondaire, qui revient légalement à l'enseignement supérieur, se doit de leur apporter les connaissances et les attitudes qui leur permettront de présenter les nouveaux programmes à leurs élèves dans les meilleures conditions. Cette exigence intervient aussi dans la formation permanente des professeurs en poste.

S'agissant de la chimie, il revenait tout naturellement à la Société Française de Chimie de contribuer à cette vaste opération : c'est la mission qui a été confiée au groupe interdivisions Enseignement, qui se doit avant tout de mobiliser l'ensemble de notre communauté sur le sujet.

Les actions qu'il a conduites jusqu'à présent sont de plusieurs ordres.

1. Suivi de la mise en place des nouvelles structures et des nouveaux programmes des classes préparatoires

Les réactions suscitées par l'évolution actuelle de ces classes, et par le retour de la chimie vers une position conforme à son importance scientifique et économique, nécessitent une grande vigilance : en liaison avec l'Union des Industries Chimiques, la Société Française de Chimie a eu l'occasion de s'exprimer jusqu'à la publication des textes officiels présentés dans ce numéro de *L'Actualité Chimique* [3].

2. Engagement d'une réflexion sur les enseignements du premier cycle universitaire

À la faveur de la mise en place des nouvelles structures des Deug, il était opportun de réfléchir, en respectant l'autonomie des universités, aux objectifs et aux caractéristiques des enseignements du premier cycle en chimie, et de les situer par rapport aux formations reçues antérieurement par les étudiants, aux diverses orientations ultérieures de leurs études, et aux enseignements de second et de troisième cycles en chimie mis en place par les universités.

Cette réflexion, souhaitée par toutes les divisions de la Société, a été conduite par un groupe animé par Mme Gilberte

Chambaud, représentante, dans le groupe interdivisions, de la division Chimie physique. Elle en présente un compte rendu dans ce numéro de *L'Actualité Chimique* [5].

3. Prise en compte de la formation initiale des professeurs de sciences physiques des lycées

Il convenait d'introduire sans tarder les dimensions nécessaires à la présentation des nouveaux programmes de chimie dans les formations dispensées par les instituts universitaires de formation des maîtres (IUFM).

Michel Boyer, président des Olympiades nationales de la chimie, avait progressé dans ce sens en obtenant, à l'IUFM de Paris, la validation de la formation reçue par les stagiaires de 2^e année qui avaient accepté d'encadrer les candidats parisiens aux Olympiades et de s'associer au déroulement du concours régional. Les étroites relations qui existent entre les Olympiades et les nouveaux programmes de chimie justifiaient la recherche d'une généralisation, à l'ensemble des académies, des dispositions mises en place à Paris.

L'action conjuguée du président des Olympiades et du groupe interdivisions de la SFC se traduit actuellement par une démarche engagée par M. Boyer, avec l'accord du ministère, auprès de l'assemblée des directeurs d'IUFM. Cette démarche pourra s'articuler avec des interventions conjointes au niveau régional des délégués régionaux des Olympiades.

4. Prise en compte de la formation permanente des professeurs en poste dans les lycées

Cette formation est réglementairement assurée par les Missions académiques pour la formation des personnels de l'Éducation nationale (Mafpen).

Des actions sont déjà conduites, depuis plusieurs années, par ces organismes, souvent en collaboration avec les professeurs qui ont encadré les Olympiades et qui constituent, de ce fait, un «noyau de compétences» particulièrement précieux.

Il est toutefois nécessaire d'amplifier considérablement l'action conduite par les Mafpen qui doivent répondre, par ailleurs, à une grande diversité de demandes.

Le groupe interdivisions a engagé des démarches dans ce sens, et recherche, au sein de la Société Française de Chimie, et en liaison avec ses partenaires, les moyens de faciliter et d'enrichir la documentation des professeurs dans les domaines avec lesquels ils sont peu familiarisés, en envisageant les différents voies d'accès.

Conclusions

Assurément, les actions précédentes, engagées depuis quelques mois, ne constituent qu'une toute première étape.

Il va s'agir, dans les mois et les années à venir, d'exploiter et de concrétiser, en faisant intervenir toutes les divisions de la société, les idées qui se dégagent actuellement.

Les moyens d'action ne manquent pas : livres, publications, documents multimédias, techniques informatiques, collaborations entre partenaires... Il faudra trouver les ressources correspondantes.

Références

- [1] Nouveaux programmes des classes de seconde, première et terminale des lycées, tome 1 : Programmes de la classe de seconde générale et technologique, *Bulletin Officiel du ministère de l'Éducation nationale*, numéro hors série du 24 septembre 1992.
- [2] Nouveaux programmes des classes de seconde, première et terminale des lycées, tome 2 : Programmes des disciplines des classes de premières des séries ES, L et S et de technologie industrielle des classes de première et terminale de la série S, *Bulletin Officiel du ministère de l'Éducation nationale*, numéro hors série du 24 septembre 1992.
- [3] Les classes préparatoires : nouveaux programmes, *L'Actualité Chimique*, 1995, 5, p. 27.
- [4] Montel G., Évolution des programmes d'enseignement de la chimie. Rôle des Olympiades. *L'Actualité Chimique*, 1994, 7, p. 9.
- [5] Chambaud G., Prolonger la réforme des programmes de chimie du secondaire en premier cycle universitaire, *L'Actualité Chimique*, 1995, 5, p. 24.

Prolonger la réforme des programmes de chimie du secondaire dans les premiers cycles universitaires

Gilberte Chambaud* *professeur, animatrice du groupe de réflexion de la SFC sur l'enseignement de la chimie en 1er cycle universitaire.*

Le démarrage en 1993 des nouveaux programmes de chimie de l'enseignement secondaire va aboutir à l'arrivée d'une nouvelle génération d'étudiants à l'université dès la rentrée 1996. Ceci est un fait qu'il faut impérativement prendre en compte pour assurer un passage harmonieux du lycée à l'enseignement supérieur. Dans le but d'accompagner et d'aider l'évolution actuelle de l'enseignement de la chimie, la Société Française de Chimie, en liaison avec les responsables des Olympiades nationales de la chimie, a mis en place, début 1995, un groupe de travail «Enseignement» dans lequel sont représentées différentes divisions de la SFC ainsi que les organisations mentionnées plus haut. Les quelques réflexions qui suivent émanent de ce groupe ainsi que des discussions animées qui ont eu lieu dans des ateliers des 12e Jirec (Journées de l'innovation et de la recherche dans l'enseignement de la chimie) organisées par la division Enseignement de la SFC et qui se sont déroulées du 31 mai au 2 juin 1995 à Strasbourg.

Pour bien comprendre l'évolution actuelle de l'enseignement de la chimie, qui s'est appuyée sur l'expérience des Olympiades, il est nécessaire de rappeler brièvement les principaux objectifs [1] de la réforme mise en place :

- le premier point est que, au niveau du secondaire, l'enseignement vise à former le citoyen plutôt qu'un futur chimiste. Il conduit donc à une présentation et à une reconnaissance des produits chimiques qui constituent le panorama quotidien dans lequel nous vivons, avec ses bienfaits et ses dangers. La présentation thématique qui a été choisie permet d'introduire et d'illustrer un grand nombre de domaines (entre autres l'alimentation, les matériaux, l'environnement, la couleur, la santé...).
- le deuxième point est la formation à une démarche scientifique en complémentarité avec les autres disciplines scientifiques. Ceci est accompli par un enseignement expérimental, dans un premier temps, puis par l'introduction de modèles et de concepts pour interpréter les expériences.

En faisant une projection réaliste des effets de cette réforme, nous avons été amenés à soulever les points et questions suivants : quel est le rôle de l'enseignement de la chimie en premier cycle universitaire ? Comment y aborder la chimie ; concepts ou expériences ? Comment définir à la fois une vision globale de la chimie et ses différentes interfaces avec les autres sciences ? Comment susciter l'investissement personnel dans une démarche scientifique ?

Question 1 : Où veut-on mener les étudiants qui entrent à l'université ?

Cette question nous amène à définir le cadre de l'enseignement de la chimie. Le Deug (diplôme d'études universitaires générales) reste, selon son intitulé, une formation générale sur deux ans qui n'a pas pour vocation unique de former des futurs chimistes. Quand faut-il donc se décider à devenir chimiste ? En classe préparatoire, les étudiants choisissent désormais à la fin du premier trimestre [2]. A l'université, la situation dépend des établissements : le choix de la filière peut survenir à la fin du premier semestre (c'est la cas par exemple à Nantes et à Orsay), ailleurs (à l'université Paris VI ou à Marne-la-Vallée, par exemple), le choix se fait à la fin de la première année. Si le choix d'une filière chimie ne se fait pas dès l'entrée à l'université, il faut préciser ce qu'on peut considérer comme un enseignement général (et donc culturel ?) de la chimie, pour un auditoire large. A titre d'exemple, dans les classes préparatoires on enseigne à ce niveau, en tronc commun [2], l'architecture moléculaire, de la cinétique des systèmes chimiques et de la chimie organique.

Considérons les diverses possibilités d'études

Si on veut donner une formation courte et professionnelle, il faut alors insister très tôt sur un enseignement technique (avec une grande part de pratique expérimentale) ce qui implique un fort encadrement par du personnel compétent, des machines et donc des moyens financiers. De telles formations existent dans les IUT avec des études finalisées et donc très vite spécialisées,

* Université Marne-La-Vallée, département Matériaux, bât. IFI, 2, rue de la Butte verte, 93166 Noisy-le-Grand Cedex.
Tél. : (1) 49.32.90.56. Fax : (1) 49.32.31.35.

sur 2 ou 3 ans, et des possibilités de passerelle vers les cycles universitaires longs à la fin de la deuxième année. Les universités ont, depuis 1993, mis en place des IUP (instituts universitaires professionnalisés) en 3 ou 4 ans. Ces formations nécessitent non seulement des enseignants universitaires traditionnels, mais aussi des enseignants spécifiques en liaison étroite avec le monde professionnel.

Si on forme à des études longues de chimie (soit ingénieur, soit MST, soit maîtrises traditionnelles suivies d'un troisième cycle et éventuellement d'une thèse), il faut acquérir des connaissances solides tant théoriques qu'expérimentales dans sa spécialité et cultiver une ouverture sur les disciplines voisines (physique, biologie...). Un premier cycle universitaire dans lequel l'enseignement reste pluridisciplinaire et de type général est souhaitable pour ces formations. Ces formations longues ne s'adressent toutefois qu'à une fraction d'étudiants qui seront sélectionnés au cours de leur cursus universitaire.

Il faut être conscient qu'un grand nombre d'étudiants doivent se réorienter après le Deug et qu'ils quittent l'université avec ou sans diplôme. Pour ceux-là, une formation effectivement générale en chimie peut être un atout culturel.

Question 2 : A quel niveau faut-il enseigner la chimie à l'université ?

Quels sont les acquis des entrants ? Avec la réforme des programmes, on peut s'attendre à ce que les étudiants aient une certaine culture, notamment sur la chimie du monde qui nous entoure, et l'enseignement en premier cycle universitaire comportera certainement des redites, ce qui n'est pas forcément mauvais. Certains sujets ont certes été déflorés mais il s'agit surtout de communiquer aux étudiants l'appétit et la curiosité du «nouveau». L'enseignement qu'ils ont reçu jusqu'au baccalauréat est un enseignement tous publics qui n'est pas conçu pour des jeunes qui veulent se spécialiser en chimie. Le nouvel enjeu est :

1. de montrer que dans chacun des domaines qu'ils ont déjà vus on peut aller plus loin et que, s'ils en ont le désir, ils peuvent toujours progresser

(pour cela il est important qu'ils aient accès à des documents allant beaucoup plus loin que la stricte définition du programme et dans lesquels ils seront obligés de faire un tri en laissant de côté des informations qu'ils pourront retrouver ultérieurement),

2. de créer les connexions entre leurs connaissances qui sont variées mais compartimentées,
3. de créer des vocations pour la chimie. Il faut pour cela montrer l'impact novateur et économique de la chimie, en insistant sur ses relations étroites avec les autres disciplines scientifiques.

Quel doit être leur niveau de sortie en fin de Deug ? Comme il n'y a pas de sélection pour l'entrée en second cycle universitaire, il est important que les connaissances acquises pendant le premier cycle universitaire soient suffisantes quel que soit le niveau d'arrivée à l'université. Ceci est forcément différencié suivant les universités en fonction des seconds cycles existants. Il est, de ce fait, impossible et non souhaitable de préciser un programme de premier cycle universitaire ; on peut cependant délimiter le niveau des connaissances et un minimum nécessaire.

Point 3. Vers une définition de la chimie : nécessité d'une vision globale

En premier cycle universitaire, on doit établir les règles du jeu : La chimie est la science de la transformation de la matière organique ou inorganique, elle s'appuie sur la thermodynamique, la cinétique et la structure.

Il est nécessaire pour cela :

– D'introduire les concepts en les replaçant dans leur cadre théorique, sans pour autant aller trop loin dans ces théories. La démarche intellectuelle est inverse de celle adoptée dans le secondaire. On présente, dans un premier temps, les bases et on les illustre par des expériences.

– Dans le secondaire, on a choisi des thèmes qui ont permis d'introduire des concepts. Il faut maintenant regrouper ces concepts et en donner une vision globale en relation avec les grands domaines de la chimie (chimie physique, organique et inorganique).

– Il semble souhaitable de traiter aussi en détail au moins un domaine d'appli-

cations, tel matériaux ou biotechnologies (etc.) afin de montrer comment, dans un domaine concret, on met en œuvre les concepts introduits.

– Le langage des enseignants chimistes universitaires doit conserver une aussi grande rigueur que celle que l'on essaye d'introduire dans l'enseignement secondaire, au niveau de la nomenclature, dans l'utilisation du Système International, dans les manipulations des valeurs numériques et dans l'appréciation des ordres de grandeur.

Point 4. La chimie est une science expérimentale

La chimie met en œuvre deux volets expérimentaux : la *synthèse* et l'*analyse* des produits. Il faut apprendre à manipuler les produits chimiques et les appareils classiques de laboratoire et enseigner la démarche scientifique. Ceci dans un triple but,

1. apprendre les techniques courantes utiles pour la synthèse ou la caractérisation,
2. évaluer les difficultés rencontrées lors de la synthèse d'un produit (pureté des produits de départ, rendement, purification, identification...),
3. apprendre les techniques d'exploitation des résultats de mesure (précision, reproductibilité, statistique, sensibilité, nature de l'échantillon...).

Il est aussi important d'avoir quelques TP «phares» (tels supraconducteur, polymères, etc.) afin de montrer que certaines découvertes technologiques récentes, lorsqu'elles sont bien mises au point, peuvent être accessibles au laboratoire sans une grande expertise et sans de très gros moyens.

Point 5. Développer l'initiative personnelle. Importance des bibliothèques

L'apport de l'enseignement universitaire est d'aider à développer l'esprit critique et l'initiative. Nous devons utiliser pour cela tous les outils pédagogiques possibles : réaliser des projets, des exposés, des travaux en petits groupes. Dans le secondaire, on essaye déjà d'introduire des activités de documentation. A l'université, il est primordial de favoriser le travail sur documents annexes tels les livres ou les revues scientifiques, en agissant

progressivement c'est-à-dire avec un choix restreint en première année, plus large par la suite. Ceci implique non pas un encadrement mais la présence d'un tuteur (enseignant ou étudiant plus avancé dans ses études). Cette activité contribue à part entière à la formation universitaire, elle doit être reconnue comme telle. Il faudrait aménager non seulement des locaux appropriés mais aussi des plages horaires pour ce type de travail. Les groupes de recherche en

didactique ont déjà fait beaucoup dans cette direction et il faudrait maintenant banaliser ce qui a été jusqu'ici des expériences pédagogiques, pour en faire une certaine règle de gestion des enseignements à tout niveau.

Conclusion

Le premier cycle universitaire doit certainement conserver son caractère d'enseignement général, mais il doit aider à définir les règles de fonctionne-

ment de la discipline chimie à savoir la reconnaissance des grands domaines de la chimie et l'élaboration de la démarche scientifique.

Références

- [1] Lefour J.-M., Meheut M., *L'Actualité Chimique*, juillet-août 1994, p. 5.
[2] Mises en œuvre de la réforme des classes préparatoires aux grandes écoles, *L'Actualité Chimique*, août-septembre 1995, p. 27.

L'actualité chimique

organise une demi-journée d'étude le

3 octobre 1995

LA SÉCURITÉ DANS LES LABORATOIRES : adéquation des personnels aux risques

(Salon POLLUTEC - Paris - Porte de Versailles - Hall 7, salle 736)

- 13 h 30 : Accueil des participants
14 h 00 : **Introduction** par **R. Hamelin** (Professeur, Président du Comité général de rédaction des Techniques de l'Ingénieur)
14 h 10 : **La réglementation : évolution au cours des 20 dernières années** par **J.-P. Guetté** (Professeur au CNAM et Président de la Commission de prévention des risques professionnels d'origine chimique, biologique et ambiance physique au ministère du Travail)
Discussion
14 h 40 : **La réponse du CNAM à travers ses formations à la sécurité** par **M. Rabache** (Ingénieur)
Discussion
15 h 10 : **Pourquoi un enseignement à distance de l'INRS à l'intention des animateurs de prévention ?** par **P. Gauchet** (Responsable de l'enseignement à distance à l'INRS)
Discussion
15 h 40 : **De l'analyse d'accidents à la stratégie de prévention**, par **G. Gautret de la Moricière** (Ingénieur Conseil à la CRAM Ile de France)
Discussion
16 h 10 : *PAUSE*
16 h 30 : **La manipulation des produits chimiques en laboratoire : quels risques ? quelles préventions ?** par **J.-P. Alazard**, Chercheur CNRS (Prévention du risque chimique, Gif-sur-Yvette)
Discussion
17 h 00 : **Débat animé par J.-P. Guetté** : La formation à la sécurité est-elle suffisamment inscrite dans les programmes d'enseignement ? Comment est-elle assurée ? Répond-elle aux besoins ? ...
Participation de : **B. Vogrig** (Lycée technique d'Auxerre) ; **B. Monfort** (IUT Besançon) ; **G. Colpin** (ENCPB) ; **J. Braun** et **D. Lincot** (ENSCP) ; **Joëlle Guignard** (Université Paris VI)
Discussion
17 h 50 : **Conclusions** par **R. Hamelin**

Renseignements : Miren Helou, SFC, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : (1) 43.25.20.78. Fax : (1) 43.25.87.63.

Les classes préparatoires : nouveaux programmes

Les nouveaux programmes des classes de première année viennent d'être publiés au *Bulletin Officiel de l'Éducation nationale** : nous les présentons ici après une description de la nouvelle structure des classes préparatoires et un tableau des horaires affectés aux différentes matières dans les nouvelles filières.

Les programmes présentés sont relatifs aux filières les plus intéressantes pour les chimistes :

- physique, chimie, sciences de l'ingénieur,
- biologie, physique, chimie, science de la terre,
- chimie et technologie chimique.

Les programmes des classes de deuxième année seront publiés dans *L'Actualité Chimique* dès qu'ils seront connus.

* Nous tenons à remercier le ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Insertion professionnelle, DGES 8, grâce à qui nous pouvons publier ces documents dans les meilleurs délais.

Mise en œuvre de la réforme des classes préparatoires aux grandes écoles

Les principes de la réforme

La rénovation des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) avait trois objectifs principaux :

- la diversification des parcours conduisant aux filières d'excellence, en relation avec la réforme des classes terminales et des baccalauréats,
- une meilleure adéquation avec les besoins du monde économique,
- une lisibilité accrue et une orientation plus ouverte des étudiants.

Le décret sur l'organisation et le fonctionnement des classes préparatoires aux grandes écoles, paru le 26 novembre 1994, et plusieurs arrêtés concernant les modalités d'application ainsi que les structures et les horaires des différents types de classes viennent aujourd'hui concrétiser ces orientations.

Il s'agit de la réforme la plus importante des classes préparatoires depuis plus de vingt ans.

Le décret et l'organisation générale des classes préparatoires aux grandes écoles

Le décret définit trois grandes catégories de classes préparatoires aux grandes écoles :

- les classes préparatoires littéraires,
- les classes préparatoires économiques et commerciales,
- les classes préparatoires scientifiques.

A l'exception des classes préparatoires vétérinaires, la scolarité de ces classes est organisée sur deux années.

Le décret sur l'organisation et le fonctionnement des classes préparatoires aux grandes écoles et l'arrêté d'application ont fait l'objet d'un très large assentiment auprès du conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche et du conseil supérieur de l'éducation.

Les classes scientifiques

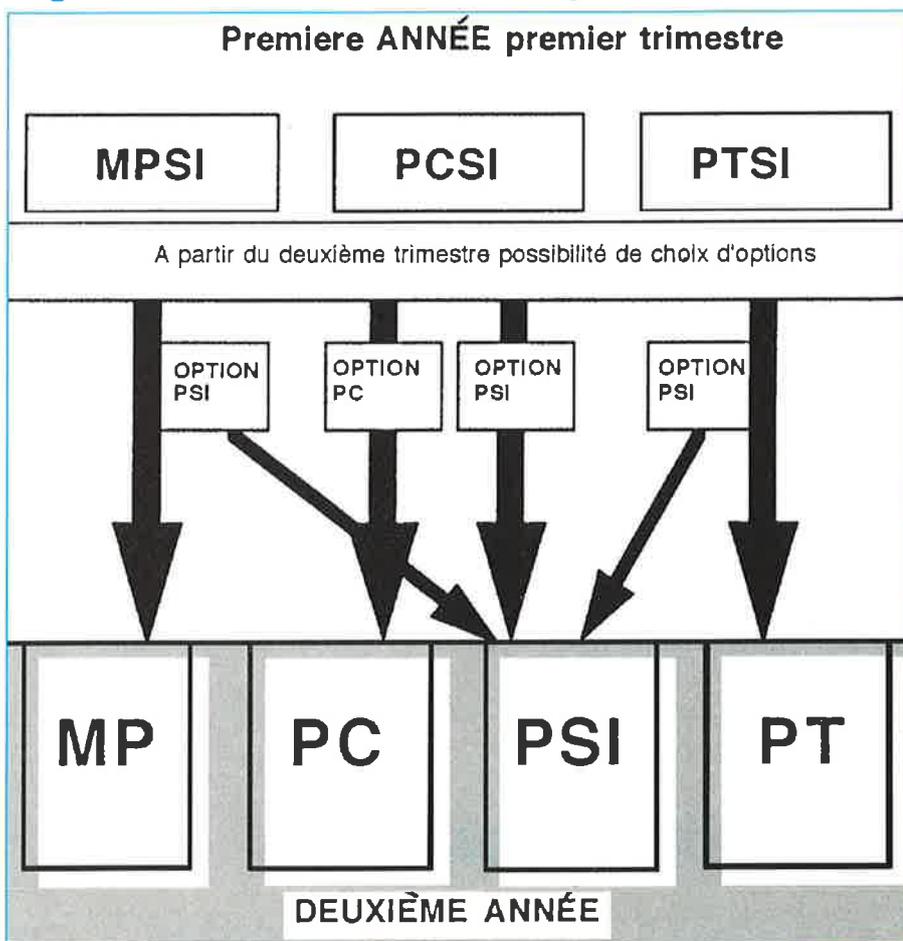
La réforme des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques répond

à une demande de diversification des profils d'ingénieur et d'aménagement de leur formation formulée par les entreprises dans le prolongement de la réforme pédagogique des lycées. A côté d'enseignements visant à l'excellence dans les domaines de la recherche fondamentale et appliquée et dans la conceptualisation et la maîtrise des projets industriels, elle introduit un enseignement basé sur une pédagogie plus expérimentale valorisant des domaines comme la chimie et les sciences de l'ingénieur. Cette réforme cherche par ailleurs à développer les capacités de synthèse et d'autonomie des étudiants en favorisant le travail personnel.

Cette réforme se caractérise notamment par :

- une nouvelle approche des travaux pratiques,
- une approche des mathématiques et de la physique comme outil pour les sciences de l'ingénieur,
- une approche d'objets industriels

Organisation des CPGE scientifiques



complexes illustrant des enseignements des sciences de l'ingénieur comme la mécanique ou l'automatique,

– la création d'une *nouvelle filière PSI* qui a l'ambition de développer chez les étudiants un sens affirmé du concret et de la réalité physique, ainsi qu'une capacité à analyser et à modéliser un phénomène ou un système. Un des objectifs est d'amener ces étudiants à savoir poser un problème et proposer une modélisation. L'enseignement de première année propose aux bacheliers de la série scientifique trois filières :

- Mathématiques physique, sciences de l'ingénieur (MPSI),
- Physique chimie, sciences de l'ingénieur (PCSI),
- Physique technologie, sciences de l'ingénieur (PTSI).

A l'issue du premier trimestre, les élèves se déterminent en vue de leur orientation en deuxième année et choisissent parmi les options suivantes :

- MP ou PSI pour les étudiants de MPSI.
- PC ou PSI pour les étudiants de PCSI.

– PT ou PSI pour les étudiants de PTSI.

Ils suivront alors les enseignements correspondant à leur choix.

En deuxième année, il existe donc quatre filières à partir desquelles les écoles recruteront d'une manière équilibrée :

- Mathématiques physique (MP),
- Physique chimie (PC),
- Physique sciences de l'ingénieur (PSI),
- Physique technologie (PT).

Cette organisation doit permettre aux élèves d'effectuer un choix positif entre différentes filières leur assurant des chances équivalentes d'intégrer une grande école. A cette fin, plusieurs conditions seront remplies.

– Les enseignements de spécialité suivis par les élèves en terminale ne prédétermineront pas l'accès dans les différentes filières de classes préparatoires aux grandes écoles. Les élèves s'orienteront en fonction de leurs goûts et compétences plus ou moins affirmés pour la théorie pure, les sciences expérimentales ou les synthèses nécessitées par

les grands projets industriels et en fonction de leur projet personnel.

– Dans les quatre filières, des classes de deuxième année, qui seront identifiées par un astérisque, seront spécifiquement destinées à préparer leurs élèves aux carrières de l'enseignement supérieur, de la recherche et des grands corps techniques de l'État. Sur la base des mêmes programmes que dans les autres classes, elles proposeront une étude approfondie des contenus. La liste de ces classes sera publiée.

Les autres classes préparatoires scientifiques subiront des modifications plus limitées ne remettant pas en cause leur architecture générale ; ceci concerne :

- pour les classes préparatoires scientifiques accessibles aux titulaires d'un baccalauréat de la voie générale, les filières :

– Biologie physique chimie sciences de la terre (BCPT),

– Vétérinaire ;

- pour les classes préparatoires scientifiques accessibles aux titulaires d'un baccalauréat de la voie technologique, les filières :

– Technologie et sciences industrielles (TSI),

– Technologie physique chimie (TPC).

Les programmes de ces classes seront également rénovés dans la continuité de la réforme pédagogique des lycées.

La filière T' sera maintenue sous le nom de Mathématiques et technologie (MT) pendant une durée de deux ans afin de vérifier que les concours mis en place à l'issue des filières faisant une part importante aux sciences de l'ingénieur permettent de recruter avec les mêmes chances de succès des élèves issus du baccalauréat scientifique avec l'enseignement obligatoire de technologie. Si c'est le cas, ces classes T' seront insérées, à l'issue de cette période probatoire, dans les filières scientifiques rénovées.

La filière TB' sera maintenue sous le nom de Technologie et biologie (TB) pendant une durée de deux ans afin, notamment, de juger des répercussions de la réforme pédagogique des classes technologiques «sciences et technologie de laboratoire, spécialité biochimie-génie biologique» (ex F7 et F7') sur le niveau des élèves.

Les classes préparatoires réservées aux titulaires d'un brevet de technicien

supérieur ou d'un diplôme universitaire de technologie seront organisées en années préparatoires spéciales.

L'application de nouveaux programmes est prévue en première année dès septembre 1995 et, en deuxième année, à la rentrée 1996.

Les travaux d'initiative personnelle encadrés constituent une nouveauté essentielle dans les grilles horaires des classes préparatoires scientifiques. Ils doivent permettre aux étudiants de développer leur esprit d'initiative et leur sens critique dans les raisonnements scientifiques. Ils seront mis en place en première et en deuxième année dans toutes les filières concernées à la rentrée de septembre 1996 et seront pris en compte à la session 1997 des concours.

A la rentrée 1995, ils seront expérimentés en première année dans la filière biologie. Des formations seront mises en place à l'intention de tous les professeurs concernés.

Les passerelles avec les filières universitaires

Les textes réglementaires prévoient la délivrance d'une attestation d'études certifiant la formation reçue et les résultats obtenus en classes préparatoires, susceptible d'être validée dans le cadre d'autres établissements d'enseignement supérieur, français ou étrangers.

Un arrêté relatif à l'admission et au régime des études précise la présence d'un enseignant-chercheur universitaire au sein des commissions d'admission et

d'évaluation de chaque établissement afin, notamment, de faciliter la validation des acquis en vue d'une éventuelle poursuite d'études au sein de l'université.

Un groupe, associant des universitaires, des représentants des écoles de l'inspection générale, étudie les modalités d'obtention de dispenses de tout ou partie de Deug universitaires à l'issue de la scolarité dans ces classes.

La carte scolaire

La carte scolaire des classes scientifiques est établie en fonction des intentions de recrutement des grandes écoles (environ 30 % pour la filière MP, 30 % pour la filière PC, 23 % pour la filière PSI et 17 % pour la filière PT).

Horaire hebdomadaire des filières Mathématiques et physiques, Physique et chimie, Physique et sciences de l'ingénieur, Physique et technologie.

1re année : classes de «mathématiques, physique et sciences de l'ingénieur», «physique, chimie et sciences de l'ingénieur», «physique, technologie et sciences de l'ingénieur».

DISCIPLINES	CLASSES														
	Mathématique, physique et sciences de l'ingénieur			Physique, chimie et sciences de l'ingénieur									Physique, technologie et sciences de l'ingénieur		
	Enseignements communs														
1ère période	Cours	TD	TP	Cours	TD	TP	Cours	TD	TP	Cours	TD	TP			
Mathématiques	10	2	-	7	3	-				0	3	-			
Physique	4	1	1	5	1	2				4	1	1			
Chimie	1	-	1	2	0,5	1,5				1	-	1			
Sciences Industrielles	1	1	-	1	1	2				2	3,5	2,5 (d)			
Informatique	-	1	-	-	1	-				-	1	-			
Français-Philosophie	2	-	-	2	-	-				2	-	-			
Langue vivante étrangère I	2	-	-	2	-	-				2	-	-			
Education physique et sportive	2	-	-	2	-	-				2	-	-			
TOTAL	22	5	2	21	6,5	6,5				19	8,5	4,5			
Langue vivante étrangère II (facultative)	2	-	-	2	-	-				2	-	-			
2ème période	Option physique et chimie			Enseignements communs			Option physique et sciences de l'ingénieur								
	Cours	TD	TP	Cours	TD	TP	Cours	TD	TP	Cours	TD	TP	Cours	TD	TP
Mathématiques	10	2	-	7	3	-				6 (e)	3	-			
Physique	4	1	1	5	1	2				4	1	1			
Chimie	1	-	1	2	0,5	1,5				1	-	1			
Sciences Industrielles	1 (a) (b)	-	1 (a) (b)							1	1	2	2	3,5	2,5 (d)
Informatique	1 heure d'enseignement inclus dans les horaires des disciplines scientifiques et technologiques (c)														
Français - Philosophie	2	-	-				2	-	-				2	-	-
Langue vivante étrangère	2	-	-				2	-	-				2	-	-
Travaux d'initiative personnelle encadrés	-	2	-				-	1	1				-	2	-
Education physique et sportive	2	-	-				2	-	-				2	-	-
TOTAL	22 (a)	5	3 (a)	2	0,5	1,5	18	5	3	2	1	3	19 (e)	9,5	4,5 (d)
Langue vivante étrangère II (facultative)	2	-	-				2	-	-				2	-	-

- a) Plus 1 heure de cours et 1 heure de travaux pratiques pour les étudiants de la classe de «mathématiques, physique et sciences de l'ingénieur», suivant l'option «sciences de l'ingénieur» (module optionnel)
- b) Non applicable aux étudiants de la classe de «mathématiques, physique et sciences de l'ingénieur» suivant l'option informatique.
- c) Plus 1 heure de cours et 1 heure de travaux dirigés pour les étudiants de la classe de «mathématiques, physique et sciences de l'ingénieur» suivant l'option informatique.
- d) Plus 2 heures de travaux pratiques en 1re et 2e période pour les étudiants issus du baccalauréat général série scientifique n'ayant pas choisi en épreuve obligatoire la technologie industrielle.
- e) Plus 1 heure de cours pour les étudiants de la classe de «physique, technologie et sciences de l'ingénieur» suivant l'option «sciences de l'ingénieur» (module optionnel).

Programme de chimie des classes de mathématiques supérieures PCSI

L'enseignement de la chimie a pour objectif d'en donner une vue équilibrée entre ses aspects de science expérimentale, débouchant sur d'importantes réalisations industrielles, et ses aspects de science théorique faisant appel à la modélisation et susceptible de déductions logiques.

Un autre objectif est de faire prendre conscience aux étudiants que la chimie participe au développement d'autres disciplines scientifiques, comme la physique, la biologie et les géosciences.

Cet enseignement vise à faire acquérir des connaissances et des savoir-faire tant expérimentaux que théoriques afin que les futurs ingénieurs, chercheurs ou professeurs soient initiés à une véritable attitude scientifique. Les spécificités de cette démarche en chimie (approche expérimentale, raisonnement qualitatif ou par analogie, modélisation non mathématique) seront soulignées.

Programme

Préambule

Le programme de la classe PCSI forme un ensemble cohérent réparti sur deux années, que les étudiants choisissent, à la fin de la première période, l'option PC ou l'option PSI.

L'enseignement de la chimie est abordé au cours des deux années, selon trois axes complémentaires :

- un axe expérimental important qui met en jeu les techniques de base et les outils de modélisation et de simulation ;
- un axe conceptuel qui permet d'acquérir les notions de base théorique ;
- un axe orienté vers les applications qui présente ou illustre les concepts et notions fondamentales dans le domaine des matériaux et de la synthèse organique.

La démarche expérimentale, qui s'inscrit dans la continuité du cycle

terminal des lycées, doit être privilégiée. La réflexion sur les phénomènes doit primée sur toute dérive calculatoire. Les exercices qui ne font place qu'à l'application des mathématiques doivent être bannis.

Les travaux pratiques (TP) et TP-cours sont les temps forts de cet enseignement.

Chaque fois que cela est possible, l'ordinateur interfacé doit être employé pour l'acquisition et le traitement des données expérimentales. Plus généralement, l'ordinateur sera utilisé chaque fois qu'il apporte un gain de temps ou une amélioration de la compréhension. L'emploi de banques de données ou de logiciels scientifiques est signalé dans les différentes rubriques du programme.

L'enseignement de chimie de la première période de la première année revêt un caractère particulier. En effet, à la fin de cette période, les étudiants doivent choisir entre les deux options PC ou PSI, qui préfigureront leur orientation en seconde année. Il importe donc d'apporter aux étudiants des éléments de décision. Aussi, le professeur veillera dans cette période à dégager les spécificités et l'originalité de la démarche scientifique en chimie. Le choix d'y réaliser une initiation à la synthèse organique n'est pas étranger à cette préoccupation.

Le programme, dans son approche théorique, est soigneusement articulé et abondamment commenté. Si la liberté pédagogique du professeur reste entière, il lui est toutefois imposé de traiter certains chapitres lors de la première période de la première année, qui constitue un tronc commun d'enseignement.

Le contenu de l'enseignement de première année constitue le socle de connaissances qui doit permettre aux étudiants de poursuivre leur scolarité aussi bien dans la filière PC que dans la filière PSI.

Les pratiques d'évaluation impliquent la connaissance de tout le programme. Elles doivent éviter tout formalisme excessif et être proches des réalités expérimentales ou technologiques et des applications pratiques.

D'une manière générale, l'évaluation des savoir-faire expérimentaux est une nécessité compte tenu des objectifs.

Les connaissances exigibles sont strictement limitées au programme et à ses commentaires.

PREMIÈRE ANNÉE

Programme de la première période

I. L'architecture moléculaire

I.1. Le modèle quantique de l'atome et la classification périodique

Parallèlement à l'étude théorique, on réalisera une étude expérimentale portant sur quelques propriétés chimiques des corps simples et composés des éléments de la troisième période et de la colonne des halogènes.

Programme

(Les programmes sont imprimés en caractères maigres et les commentaires en gras).

Interprétation du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène.

Commentaires

Les limites du modèle de Bohr permettront d'introduire le modèle quantique.

Aucune question de cours ni aucun calcul ne seront posés sur le modèle de Bohr.

Résultat de l'équation de Schrödinger pour un atome hydrogénoïde ; probabilité de présence de l'électron pour un atome hydrogénoïde.

L'équation de Schrödinger n'est pas au programme.

Nombres quantiques n , l , m_l ; orbitales atomiques s , p et d .

Atomes polyélectroniques : facteurs d'écran (règles de Slater) ; énergie et rayon des orbitales de Slater.

La connaissance des expressions analytiques des orbitales (hydrogénéoïdes de Slater) et des valeurs numériques des facteurs d'écran n'est pas exigible.

Spin de l'électron ; nombres quantiques de spin s et m_s .

Configuration électronique des atomes dans leur état fondamental ; principe de Pauli, règle de Klechkovski et règle de Hund.

Classification périodique des éléments à partir du modèle quantique de l'atome.

Seule la classification en 18 colonnes recommandée par l'UICPA (1989) sera présentée.

Périodicité des propriétés atomiques : énergie d'ionisation, affinité électronique, électro-négativité de Mulliken ; rayons covalents, métalliques et ioniques.

Les évolutions et les analogies dans les colonnes et les lignes, y compris pour les séries de transition, seront mises en évidence.

L'existence d'autres échelles d'électro-négativité, en particulier celle de Pauling sera signalée.

Les notions de pouvoir polarisant et de polarisabilité seront introduites qualitativement en se limitant à donner quelques exemples des conséquences du champ électrique à la surface d'un cation : solvatation des petits ions, caractère acide des oxydes de degré supérieur par exemple.

I.2. Structure électronique des molécules

Liaison covalente localisée : notation de Lewis.

Règle de l'octet et règle des dix huit électrons.

Liaison covalente délocalisée : mésomérie et résonance.

Les concepts de mésomérie et de résonance seront abordés sur des molécules simples (Ex. : O_3 , SO_2) et quelques ions polyatomiques (Ex : NO_3^- , CO_3^{2-})

Prévision de la géométrie par la méthode de répulsion des paires électroniques de la couche de valence (VSEPR).

Des exemples de type AX_nE_p avec $n+p = 2, \dots, 6$, seront envisagés.

Ce modèle a déjà été introduit en terminale scientifique pour les molécules de type AX_2 , AX_3 , AX_4 , AX_3E , AX_2E_2 .

II. Cinétique des systèmes chimiques

Préambule

Il s'agit d'une présentation générale : de nombreux exemples seront développés en chimie organique. Les phénomènes de catalyse seront étudiés en seconde année.

Définition générale de la vitesse d'une réaction chimique dans le cas d'un réacteur fermé de composition uniforme : vitesses de disparition et de formation, vitesse de réaction.

Lois de vitesse ; ordre.

Influence des divers facteurs sur la vitesse : concentrations, température. Énergie d'activation.

Notion de mécanismes réactionnels en cinétique homogène. Molécularité.

Processus élémentaires ; intermédiaires de réaction, état de transition.

Approximation de l'état quasi stationnaire.

Approximation de l'étape cinétiquement déterminante.

III. Structure, réactivité et synthèse en chimie organique

Préambule

Cette étude a pour objectif principal l'initiation à la synthèse organique. La nomenclature des composés étudiés sera donnée.

III.1. Stéréochimie des molécules organiques

Représentations de Newman, de Cram et perspective.

Stéréo-isomérie de configuration : Z et E, R et S, énantiomérie et diastéréo-isomérie.

Il s'agit d'un rappel des notions abordées en classe de terminale scientifique.

L'écriture topologique des molécules (représentation sans les hydrogènes des chaînes carbonées) sera également présentée.

La représentation de Fischer est hors programme.

La nomenclature érythro-thréo ne sera pas utilisée.

Les méthodes de séparation des énantiomères seront illustrées sur un seul exemple.

Conformation : éthane, butane, cyclohexane et cyclohexanes mono- et disubstitués.

III.2. Les liaisons simples carbone-halogène

Réactions de substitution nucléophile :

mécanismes limites S_N1 et S_N2 ; stéréochimie.

Réactions d'élimination : mécanismes limites E1 et E2, stéréochimie.

Les dérivés fluorés des alcanes ne sont pas au programme.

Les alcools et les amines seront choisis comme exemples de réactifs nucléophiles.

Certaines notions de cinétique pourront être introduites à cette occasion : intermédiaires de réaction, état de transition.

A ce niveau, les diagrammes énergétiques seront tracés à l'échelle moléculaire : énergie potentielle en fonction des coordonnées réactionnelles.

A l'aide d'un exemple, on illustrera le rôle du solvant et du substrat. On se limitera à la stabilisation des charges en présence d'un solvant polaire.

L'effet électronique des substituants sera limité aux substituants alkyle.

La règle de Zaitsev ne sera pas justifiée.

III.3. Les liaisons simples carbone-oxygène

Obtention d'éthers-oxydes : synthèse de Williamson (mécanisme).

Passage de ROH à RX :

- par HX (mécanisme) ($X=Cl, Br, I$) ;
- par PCl_3 , PBr_3 et $SOCl_2$

Les mécanismes des réactions mettant en jeu PX_3 et $SOCl_2$ ne sont pas au programme.

Déshydratations inter- et intramoléculaire en milieu acide (mécanismes).

Programme de la deuxième période spécifique à l'option PC

I. L'architecture moléculaire

I.2. Structure électronique des molécules (suite)

Niveaux énergétiques électroniques :
- principe de construction des orbitales moléculaires par combinaison linéaire d'orbitales atomiques ;

Le principe de construction sera limité à l'interaction entre deux orbitales atomiques.

- utilisation du diagramme des orbitales moléculaires des molécules diatomiques homonucléaires des éléments de la deuxième période ;

– théorie du champ cristallin : application aux complexes octaédriques.

Les propriétés magnétiques des complexes seront évoquées à cette occasion.

La connaissance de la série spectrochimique n'est pas exigible.

II. Thermodynamique des systèmes chimiques

II.1. Applications du premier principe de la thermodynamique

Description d'un système fermé en réaction chimique : avancement de la réaction.

Cette partie sera développée en relation avec le programme de physique.

États standard d'un constituant pur : gaz parfait et état condensé ; grandeur molaire standard.

Système fermé siège d'une transformation physico-chimique :

– énergie interne standard de réaction $\Delta_r U^\circ$ enthalpie standard de réaction $\Delta_r H^\circ$, variation de ces grandeurs avec la température ;

– enthalpie standard de formation.

Les enthalpies standard $\Delta_r H^\circ$, d'ionisation, d'attachement électronique (fixation d'électrons), réticulaire et de changement d'état seront définies. Les trois premières grandeurs pourront être assimilées aux grandeurs correspondantes : énergie d'ionisation, opposé de l'affinité électronique, énergie réticulaire, définies plus précisément comme énergie interne standard à 0 K des mêmes réactions.

Les bilans thermodynamiques des réactions en solution seront vus en seconde année.

II.2. Équilibres chimiques en solution aqueuse

Préambule

La réflexion sur les phénomènes sera privilégiée en évitant toute dérive calculatoire. L'outil informatique sera utilisé comme aide à l'interprétation des résultats expérimentaux.

Présentation unitaire des bilans de transfert de particules, dans un couple donneur/accepteur : H^+ (acidobasicité), e^- (oxydoréduction), ion ou molécule (complexation et précipitation).

Relation de Guldberg et Waage :

– application aux équilibres acido-

basiques, de complexation et de précipitation (solubilité) ;

– application aux équilibres et réactions d'oxydoréduction.

La relation de Guldberg et Waage (loi d'action des masses) sera introduite à ce niveau sans démonstration.

Potentiel d'électrode ; formule de Nernst.

La formule de Nernst ne sera pas démontrée.

La notion de nombre d'oxydation sera exploitée au fur et à mesure des besoins.

Dosages acido-basiques, redox, de complexation et de précipitation.

Cette partie sera développée en travaux pratiques à l'aide des techniques suivantes : indicateurs de fin de réaction, spectrophotométrie, pH-métrie, potentiométrie et conductométrie.

III. Structure, réactivité et synthèse en chimie organique (suite)

III.4. Réactivité de la double liaison carbone-carbone

Addition électrophile et addition radicalaire, régio- et stéréosélectivité (hydratation, hydrohalogénéation et halogénéation), mécanismes.

Les notions de contrôle cinétique et de contrôle thermodynamique d'une réaction seront développées en seconde année.

III.5. Les organomagnésiens mixtes

Préparation des organomagnésiens mixtes ; conditions expérimentales.

L'étude est limitée à celle des organomagnésiens mixtes en première année. D'autres réactions faisant intervenir d'autres organométalliques seront abordées en seconde année.

Nucléophilie, basicité des organomagnésiens mixtes.

Les réactions secondaires qui peuvent se produire lors de la préparation seront citées et le choix du solvant sera justifié. L'acido-basicité de Lewis sera introduite.

La synthèse des magnésiens acétyléniques et vinyliques sera présentée.

Réactions sur le groupe carbonyle (cétones, aldéhydes, esters, chlorures d'acyle), sur le dioxyde de carbone, sur le groupe nitrile et sur les époxydes.

On se limitera à un schéma mécanistique simple.

III.6. Élaboration de matériaux organiques thermoplastiques

Structure et réactivité des monomères : styrène et méthacrylate de méthyle.

Cette partie sera illustrée par quelques exemples de polystyrènes et de polyméthacrylates substitués.

Polymérisations anionique et radicalaire homogène :

– amorçage, propagation, cinétique globale ;

– régiosélectivité et stéréosélectivité de la polymérisation (tacticité) ;

Relation entre la structure et les propriétés macroscopiques des polymères.

Programme de la deuxième période spécifique à l'option PSI

I. L'architecture de la matière (suite)

I.3. Structure et organisation de la matière condensée

Préambule

On veillera à présenter la structure cristalline parfaite comme un cas particulier de l'état solide.

Interprétation de la cohésion des cristaux : liaisons métallique, covalente et ionique, liaisons intermoléculaires (van der Waals et liaison hydrogène).

Le carbone graphite et diamant ainsi que le silicium seront présentés comme exemple de cristaux covalents.

Les cristaux de diiode et de dioxyde de carbone seront présentés comme exemple de cristaux moléculaires.

Définitions élémentaires sur la structure cristalline : réseaux, nœuds, motifs et mailles.

La connaissance des quatorze réseaux de Bravais n'est pas au programme.

Assemblages compacts de sphères identiques : l'arrangement ABAB hexagonal compact et l'arrangement ABCABC cubique compact. Notions de coordination et de compacité.

Un assemblage pseudo-compact : le cubique centré.

Répartition des éléments métalliques selon leur structure électronique dans les trois types d'assemblages.

Existence de sites interstitiels tétraédriques et octaédriques dans les assemblages compacts cubique et hexagonal.

Seul le cas du réseau cubique pour décrire les deux types de sites et calculer leurs dimensions respectives sera étudié.

En travaux pratiques, on pourra s'aider d'un logiciel pour la visualisation des sites dans les cas les plus simples (système cubique, système hexagonal) et dans quelques systèmes plus complexes.

Assemblages ioniques :

- description des divers types de structures dérivées du réseau cubique compact selon le remplissage des sites (type NaCl, type ZnS, type CaF₂) ;
- cas du cubique CsCl ;
- relations entre type structural et rayons ioniques dans le cas des composés AB.

II. Thermodynamique des systèmes chimiques

II.1 Applications du premier principe de la thermodynamique

Description d'un système fermé en réaction chimique avancement de la réaction.

Cette partie sera développée en relation avec le programme de physique.

États standard d'un constituant pur : gaz parfait et état condensé ; grandeur molaire standard.

Système fermé siège d'une transformation physico-chimique :

- énergie interne standard de réaction $\Delta_r U^\circ$; enthalpie standard de réaction $\Delta_r H^\circ$; variation de ces grandeurs avec la température ;
- enthalpie standard de formation.

Les enthalpies standard $\Delta_r H^\circ$, d'ionisation, d'attachement électronique (fixation d'électrons), réticulaire et de changement d'état seront définies. Les trois premières grandeurs pourront être assimilées aux grandeurs correspondantes : énergie d'ionisation, opposé de l'affinité électronique, énergie réticulaire, définies plus précisément comme énergie interne standard à 0 K des mêmes réactions.

II.2. Équilibres d'oxydoréduction en solution aqueuse

Préambule

L'objet du présent programme est de fournir les bases nécessaires à la compréhension des réactions en solution aqueuse, en mettant l'accent sur les processus d'oxydoréduction. Pour les

réactions acido-basiques, de précipitation et de complexation, on introduit uniquement la notion de domaine de prédominance ou d'existence d'une espèce en vue de l'établissement des diagrammes potentiel pH en deuxième année. On évitera les calculs dont le seul objectif est la détermination d'un pH.

La réflexion sur les phénomènes sera privilégiée en évitant toute dérive calculatoire. L'outil informatique sera utilisé comme aide à l'interprétation des résultats expérimentaux.

Présentation unitaire des bilans de transfert de particules, dans un couple donneur/accepteur : H⁺ (acido basicité), e⁻ (oxydoréduction), ion ou molécule (complexation et précipitation).

Relation de Guldberg et Waage ; application à la détermination des domaines de prédominance ou d'existence des espèces acido-basiques, des complexes et des précipités.

La relation de Guldberg et Waage (loi d'action des masses) sera introduite sans démonstration.

Équilibres et réactions d'oxydoréduction ; potentiel d'électrode ; formule de Nernst.

La formule de Nernst ne sera pas démontrée. La notion de nombre d'oxydation sera exploitée au fur et à mesure des besoins.

Dosages redox par potentiométrie.

Cette partie sera développée en travaux pratiques.

Travaux pratiques

Préambule

Pour que les étudiants puissent atteindre un bon niveau de connaissances et de savoir-faire dans le domaine expérimental, il convient que les sujets de travaux pratiques proposés leur permettent d'acquérir une bonne maîtrise des appareils, des méthodes et des phénomènes au programme et les habituent à les utiliser, en faisant preuve d'initiative et d'esprit critique. L'étudiant sera amené à réfléchir, à comprendre le phénomène par une série d'hypothèses, de vérifications expérimentales qui exigeront de lui initiative, savoir-faire, rigueur et honnêteté intellectuelle. On doit s'efforcer de développer une bonne faculté d'adaptation à un problème qui peut être nouveau, à condi-

tion qu'il soit présenté de façon progressive. La nouveauté peut résider dans le phénomène étudié, dans la méthode particulière ou dans l'appareillage. Dans cette hypothèse, la séance doit comporter non seulement la manipulation proprement dite, mais aussi des temps de réflexion, de construction intellectuelle, de retour en arrière, d'échanges avec le professeur.

L'utilisation d'un ordinateur, soit pour l'acquisition et le traitement de données expérimentales, soit pour comparer les résultats des mesures aux données théoriques évitera des calculs longs et répétitifs et favorisera le tracé de courbes ainsi que la représentation graphique des résultats. On pourra ainsi multiplier les expériences en faisant varier les conditions d'expérimentation, montrant en particulier l'influence des paramètres pertinents sur le phénomène étudié et renforcer ainsi le lien entre la théorie et les travaux expérimentaux par référence à des modèles de divers niveaux d'élaboration.

Les séances de travaux pratiques seront établies à partir de la liste figurant *in fine*. Elles devront permettre de juger, non seulement le savoir-faire des étudiants, mais aussi le sens critique, l'initiative, le réflexe et le comportement devant les réalités expérimentales ; un compte rendu leur sera demandé. Pour ce qui concerne l'outil informatique, il pourra être proposé d'utiliser un ordinateur en tant qu'assistant ; une procédure simple étant clairement indiquée aux étudiants, aucune connaissance préalable du matériel et des logiciels ne devra être requise, de façon à ce que la séance conserve le but unique d'évaluer les capacités en physique ou en chimie.

Les étudiants ne sont pas censés connaître des méthodes et des appareils autres que ceux figurant dans la liste donnée ci-après. En ce qui concerne ces appareils, on ne pourra exiger des étudiants qu'ils ne connaissent plus que leur principe sommaire de fonctionnement.

Par l'importance donnée à ces séances, on souhaite, en particulier, continuer à améliorer dans l'esprit des étudiants la relation qu'ils ont à faire entre le cours et les travaux pratiques et leur donner le goût des sciences expérimentales, même s'ils n'en découvrent, à ce stade, que quelques-unes des méthodes.

Thèmes et méthodes

- Présentation des règles de sécurité au laboratoire.
- Détermination d'enthalpies de réaction.
- Étude expérimentale sur quelques propriétés chimiques des corps simples et composés de la troisième période et de la colonne des halogènes.
- Vérification de la loi de Beer-Lambert.
- Méthodes de dosages volumétriques à l'aide d'indicateurs de fin de réaction.
- Tracé et exploitation de courbes de titrage par pH-métrie, conductimétrie et potentiométrie.
- Détermination des constantes thermo-

dynamiques en solution aqueuse : constante d'acidité, produit de solubilité, constante de dissociation ou de formation de complexe, potentiel standard d'oxydoréduction.

- Étude d'une cinétique chimique : vérification de l'ordre d'une réaction et détermination de la constante de vitesse. Influence de la température.

- Utilisation de modèles moléculaire et cristallin.

- Techniques de la chimie organique :
 - préparations simples ;
 - séparation et caractérisation par chromatographie colonne* et couches minces ;
 - extraction par lavage et décantation ;
 - caractérisation* des groupes fonc-

tionnels du programme ;

- recristallisation et prise de point de fusion ;

- distillations* sous pression atmosphérique et sous pression réduite ;

- hydrodistillation* ou entraînement à la vapeur d'eau.

- Certaines séances de travaux pratiques feront appel à l'utilisation d'outils informatiques :

- pour la saisie et le traitement de données ;

- pour la simulation (thermodynamique, cinétique) ;

- pour la modélisation moléculaire et la cristallographie.

- Utilisation de banques de données.

*pour l'option PC uniquement.

Programme de chimie des classes de mathématiques supérieurs BCPT

Les objectifs du programme de chimie s'inscrivent dans ceux de la rénovation des classes préparatoires biologiques. Pour l'essentiel, ils s'efforcent :

- de s'adapter aux nouveaux bacheliers, y compris ceux qui éprouvent des difficultés face à l'outil mathématique et de réduire la chute importante observée actuellement en fin de première année ;
- de moderniser leurs contenus en les rendant plus adaptés à des études surtout tournées vers la biologie, la biochimie, la chimie et la géologie ;
- d'améliorer la répartition des différentes matières, sur les deux années, pour permettre aux étudiants de mieux équilibrer leurs efforts et pour faciliter l'accès éventuel aux écoles de chimie ;
- d'explicitier davantage la rédaction du programme, afin d'en améliorer la lisibilité et d'indiquer plus clairement ses limitations et d'assurer une meilleure homogénéité des enseignements en vue des épreuves de concours.

Programme

Préambule

Les évolutions précédemment décrites se traduisent par :

- La modernisation de la chimie organique : introduction de la RMN, adaptation du choix des réactions étudiées à la biologie, approfondissement des études de mécanismes réactionnels avec un enseignement réparti sur les deux années.

- L'introduction de concepts actuels concernant la réaction chimique.

- Le remplacement des monographies de chimie minérale par un enseignement de chimie de coordination.

- Une présentation renouée de la thermodynamique chimique en relation avec la thermodynamique physique.

Les concepts et les méthodes expérimentales étudiés constituent un outil solide et performant, directement opérationnel. Leur utilisation par les étudiants leur permettra de manifester leurs qualités d'initiative et leurs aptitudes à modéliser des phénomènes complexes.

On utilisera la nomenclature officielle définie par l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (IUPAC) défi-

nie dans ses publications :

- Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry (2nd edition, 1993), I. Mills et al., Blackwell Scientific Publications.

- Nomenclature of Inorganic Chemistry Recommendations, 1990, G.J. Leigh, Blackwell Scientific Publications.

- Nomenclature UICPA des composés organiques, R. Panico, J.-C. Richer, Masson 1994.

PREMIÈRE ANNÉE

A. Atomes et édifices chimiques

1. Structure électronique de l'atome

Séries de raies spectrales de l'atome d'hydrogène : quantification de l'énergie des atomes.

Atome à un électron ; nombres quantiques n, l, m, s ; probabilité de présence de l'électron, densité électronique.

Le modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène et la règle de Ritz sont hors programme.

L'équation de Schrödinger n'est pas au programme ; le professeur présentera sommairement les orbitales s, p et d.

Atome à plusieurs électrons ; principe de Pauli.

2. Classification périodique des éléments

L'objet de cette étude est de faire acquérir les diverses règles qui permettent de relier la structure électronique des atomes et la place des éléments dans la classification périodique. On signalera les analogies dans les groupes (colonnes) et les évolutions entre les groupes (lignes).

On définira l'énergie d'ionisation et l'électronégativité (au sens de Pauling).

3. Molécules diatomiques et polyatomiques

Liaison covalente : formule de Lewis pour les molécules simples, règle de l'octet, prévision de leur géométrie par la méthode de répulsion des paires électroniques de la couche de valence (dite VSEPR).

On définira la longueur de la liaison, l'énergie de liaison et le moment dipolaire.

Dans tous les cas, on précisera les doublets non liants, lacunes et électrons libres des molécules étudiées. On montrera que ces caractères peuvent être présents dans des espèces de charges variées.

La notion de liaison dative ne sera en aucun cas utilisée.

La liaison ionique est hors programme. A propos de la règle de l'octet, on donnera des exemples où cette règle, dans son sens restrictif, n'est pas appliquée.

4. Liaisons covalentes délocalisées

Conjugaison, énergie de résonance.

Mésomérie, formules mésomères.

Aromaticité.

On donnera la condition des $4n + 2$ électrons.

5. Existence de forces intermoléculaires

Liaison hydrogène.

Forces de van der Waals.

On fournira un ordre de grandeur des énergies mises en jeu.

On soulignera les conséquences sur les propriétés physiques.

B. Cinétique chimique

1. Vitesse de réaction globale en système fermé

Notion de vitesse de réaction globale.

Étude expérimentale : systèmes homogènes.

Facteurs de la cinétique (concentrations, température, pression, catalyse).

Méthodes d'études utilisant notamment la spectrophotométrie UV-visible.

On présentera la loi de Beer-Lambert.

Notion expérimentale d'ordre : exemple de réactions avec ordre et de réactions sans ordre.

Loi d'Arrhénius. Énergie d'activation.

2. Notion de mécanisme

Décomposition d'une réaction globale en actes élémentaires.

Le professeur illustrera ces notions à l'aide d'exemples de réactions par stades ou de réactions en chaîne. On présentera à cette occasion l'halogénéation des alcanes. On montrera les limites de l'état quasi stationnaire.

Étape déterminant la vitesse. Molécularité de l'acte élémentaire.

Intermédiaires réactionnels : radicaux, ions positifs et négatifs.

Notion de chemin réactionnel.

Toute étude de la théorie des collisions est hors programme.

On présentera le diagramme énergie potentielle/coordonnée de réaction.

Notion de contrôle cinétique et thermodynamique.

Cette partie pourra servir d'introduction à l'étude des mécanismes de substitution et d'élimination en chimie organique.

3. Catalyse

Caractères généraux de l'action catalytique.

On donnera un exemple de catalyse acido-basique et un exemple de catalyse d'oxydo-réduction.

Catalyse homogène.

Catalyse enzymatique à un seul substrat : constante de Michaelis, vitesse maximale.

C - Solutions aqueuses

Les calculs effectués dans le cours seront précédés d'une analyse physico-chimique et porteront sur quelques exemples simples sans procéder à une étude exhaustive de tous les cas.

1. Couples acido-basiques, pH des solutions aqueuses, exemples de courbes de titrage acido-basique, effet tampon

On utilisera la formulation de Brønsted.

Les calculs de pH se limiteront à établir le pH, dans le domaine de concentration où l'autoprotolyse du solvant n'intervient pas, de systèmes tels que le pH d'un acide faible, d'une base faible ou d'une espèce amphotère en solution.

Hors de ces cas particuliers, on limitera les calculs du pH aux cas où l'acide faible et sa base conjuguée sont dans les rapports 0,1 à 10.

L'utilisation des formules démontrées devra s'accompagner de la vérification des hypothèses limitant leur application.

Tout exercice nécessitant une équation de degré supérieur à 2 ne peut faire l'objet d'une épreuve.

La simulation numérique sera utilisée à titre d'outil.

On ne décrira ni les phénomènes de membrane ni ceux intervenant dans le fonctionnement de l'électrode de verre.

2. Complexation, précipitation de composés ioniques

Toutes les limitations du paragraphe précédent concernant les pH sont applicables.

Équilibres de complexation. Constante de dissociation.

Solubilité, produit de solubilité, facteurs de solubilité (température, effet d'ion commun, pH, complexation...)

On étudiera des cas simples et réalistes où existe une réaction nettement prépondérante.

D - Chimie organique

On illustrera par des exemples concrets (substrats, réactifs dans les

conditions de la chimie «fine») les notions présentées.

On utilisera la nomenclature officielle en langue française.

Les réactions et les mécanismes explicitement mentionnés dans le programme sont les seuls exigibles.

L'étude des préparations et des propriétés physiques est hors programme.

1. Formules brutes, formules développées. Structure stérique des molécules

Représentations : perspective et projection de Cram, Newman et Fischer.

Règles élémentaires de la nomenclature en chimie organique.

On se limitera aux séries aliphatiques et monocycliques sans hétéroatome et aux fonctions du programme. Aucune question de cours ne pourra être posée.

Configuration ; isomérisation autour d'une double liaison (nomenclature E, Z).

Conformation.

Dans le cas du cyclohexane, on définira les termes suivants :

- substituant axial, équatorial (notion d'isomérisation cis-trans),
- formes chaise et bateau.

Les autres conformations sont exclues.

Application au cas du glucose.

Chiralité, isomérisation optique.

Configuration absolue d'un atome (nomenclature R, S ; nomenclature D, L pour les sucres et les acides α -aminés).

Cas de deux carbones asymétriques.

Nomenclature érythro-thréo dans le cas d'une paire de substituants identiques.

2. Alcènes

Addition électrophile.

On définira à cette occasion les effets inductif et mésomère d'un substituant et leurs conséquences sur la cinétique et la régiosélectivité de l'addition.

Séréosélectivité de l'halogénéation.

Régiosélectivité de l'hydrohalogénéation et de l'hydratation.

L'effet Kharash et la caractérisation des alcènes par des réactions d'addition électrophile sont hors programme.

La notion de syn et anti sera présentée.

La notion de compétition entre l'addition 1,2 et l'addition 1,4 sera présentée pour les diènes.

Fonctionnalisation par oxydation : obtention de diols, comparaison de la

stéréochimie de l'addition dans le cas du permanganate dilué à froid et dans celui d'un peracide.

Coupage oxydant (ozonolyse).

Le mécanisme d'ozonolyse est hors programme.

Équation-bilan de l'hydrogénation.

3. Dérivés monohalogénés des alcanes

Substitution nucléophile : cas limites des mécanismes S_N1 et S_N2 .

Réactions d'élimination : cas limites des mécanismes E1 et E2.

Dans les deux cas, les aspects stéréochimiques seront discutés.

L'influence du rôle du solvant est hors programme.

4. Alcools

Activation du groupement alcool. Comparaison des groupes partants OH^- , H_2O , paratoluène-sulfonate.

Le test de Lucas, la formation des éthers sont hors programme.

Application à l'élimination et à la substitution.

Comparaison des propriétés acido-basiques et de la nucléophilie avec celles des thiols.

On présentera la réaction d'oxydation des thiols conduisant au pont disulfure et la réaction inverse de réduction.

Oxydation par les sels de chrome VI en dérivés carbonylés ou en acides carboxyliques.

On n'omettra pas de signaler la toxicité des sels de chrome (VI).

5. Amines

Caractère nucléophile du doublet, basicité.

L'action de l'acide nitreux, l'élimination d'Hofmann sont strictement hors programme.

6. Aldéhydes et cétones

Toute étude comparative des aldéhydes et des cétones est hors programme.

Notion de tautomérisation.

Addition nucléophile : intermédiaire tétraédrique. évolution.

Réaction en α du groupement carbonyle : obtention d'un carbanion en α d'un groupement électro-attracteur : énolates.

On signalera l'utilisation possible des amidures.

Aldolisation, cétolisation, crotonisation en milieu basique, mécanisme.

On signalera le mécanisme d'élimination par carbanion ($E1_{CB}$).

Protection du groupement fonctionnel : acétalisation en milieu acide, mécanisme. Réaction avec les dérivés $Y-NH_2$, mécanisme.

Les propriétés stéréochimiques sont hors programme. Seule la caractérisation par la 2,4-DNPH est exigible.

Équation-bilan de l'oxydation des aldéhydes.

Réduction en alcools par les hydrures métalliques ($NaBH_4$).

On signalera l'analogie avec le NADH.

SECONDE ANNÉE

A. Thermodynamique chimique

1. État standard

Ce paragraphe ne pourra en aucun cas faire l'objet d'une question de cours, à l'écrit comme à l'oral. Les conventions utilisées devront être précisées dans les exercices et les problèmes.

Grandeurs thermodynamiques standard.

On donnera les conventions dans les cas suivants :

- corps pur : gaz, liquides, solides ;
- solution diluée : on signalera la convention utilisée en énergétique biochimique : $\Delta_r G^\circ$ à pH = 7.

2. Enthalpie de réaction

On définira l'enthalpie de réaction :

$$\Delta_r H = (\delta H / \delta \xi)_{p,T}$$

On écrira la relation entre la quantité de chaleur reçue par le système réagissant à pression et température constantes, l'enthalpie de réaction et l'avancement de la réaction.

La chaleur de réaction à volume constant et la loi de Kirchhoff sont hors programme.

Enthalpie de formation

3. Système à l'équilibre chimique

Règle des phases ; variance.

Constante thermodynamique d'équilibre.

Formule de van't Hoff.

Ces relations doivent être démontrées.

4. Système proche de l'équilibre

Affinité chimique.

Variation de l'enthalpie libre d'une réaction chimique à pression et température constantes.

Lois de déplacement des équilibres.

Bilan entropique pour un avancement élémentaire : taux de production d'entropie.

$$\delta S/\delta t = A/T \cdot \delta x/\delta t > 0$$

B - Transfert d'électrons en solution aqueuse

Couples oxydo-réducteurs

Potentiel d'électrode, potentiel d'oxydo-réduction ; formule de Nernst.

On admettra la formule de Nernst sans démonstration.

Application : mesure du pH ; courbes de titrage oxydo-réducteur ; lecture de diagrammes potentiel-pH.

La construction complète d'un diagramme potentiel-pH n'est pas au programme. Les diagrammes potentiel-pH seront utilisés pour la prédiction des réactions thermodynamiquement possibles. A propos de la stabilité des solutions aqueuses des couples étudiés, on signalera que la thermodynamique, seule prise en compte par la formule de Nernst, ne peut interpréter des phénomènes conditionnés par la cinétique ; ceci ne fera l'objet d'aucune question.

On ne décrira ni les phénomènes de membrane ni ceux intervenant dans le fonctionnement de l'électrode de verre.

On présentera le couple : NADH/NAD⁺

C - Chimie de coordination

Les exemples seront choisis dans la chimie du fer et dans celle du zinc.

1. Définitions

Composés de coordination.

Ligand (monodentate, polydentate).

Liaison métal-ligand.

La liaison en retour est hors programme.

2. Structure idéale octaédrique, tétraédrique, plan-carré. Stéréochimie des complexes octaédriques

L'effet Jahn-Teller est hors programme.

3. Réactions de substitution des ligands

Équilibres successifs.

Constante de stabilité.

On pourra utiliser les ligands suivants : ammoniac, éthylènediamine, diéthyl-ènetriamine.

Chélate et contrôle entropique.

4. Présentation élémentaire de la levée de la dégénérescence dans le cas des complexes octaédriques

On limitera les exemples à ceux du fer.

Applications au magnétisme (champ fort, champ faible), et aux spectres d'absorption par transition électronique.

Toute présentation dans le cadre de la théorie des groupes est hors programme.

5. Influence de la liaison métal-ligand sur les propriétés chimiques du métal

Modification des propriétés redox.

6. Influence de la liaison métal-ligand sur les propriétés du ligand

Toute notion de structure tridimensionnelle est hors programme

Propriétés acido-basiques des complexes hexaaqua-métal.

Complexes polynucléaires par pont hydroxo.

D - Chimie organique

On illustrera par des exemples concrets (substrats, réactifs dans les conditions de la chimie «fine») les notions présentées.

On utilisera la nomenclature officielle en langue française.

Les réactions et les mécanismes explicitement mentionnés dans le programme sont les seuls exigibles.

L'étude des préparations et des propriétés physiques est hors programme.

1. Détermination des structures par spectroscopie RMN du proton

Principe de la spectroscopie RMN du proton.

Ces méthodes doivent être vues comme des outils.

Déplacement chimique, couplage du premier ordre, intégration.

Ce paragraphe ne pourra en aucun cas faire l'objet d'une question de cours, à l'écrit comme à l'oral.

Des tables de valeurs numériques devront être obligatoirement fournies à l'étudiant : aucune valeur caractéristique de déplacement chimique ou de couplage n'a à être exigée.

On admettra l'existence d'un spin nucléaire 1/2. On se limitera à introduire la RMN comme l'interaction de moments magnétiques «classiques» avec le champ magnétique, le moment magnétique ne pouvant prendre que deux orientations. Les équations de Bloch et la précession de Larmor sont strictement hors programme.

Toute notion de diastéréotopie est hors programme.

2. Benzène et dérivés monosubstitués

Substitution électrophile aromatique : mécanisme général, alkylation, acylation, nitration et halogénéation.

Les réactions de sulfonation et de diazotation sont hors programme.

Orientation de la substitution électrophile sur le benzène substitué.

On utilisera à cette occasion les effets inductif et mésomère d'un substituant et leurs conséquences sur la cinétique et la régiosélectivité de la substitution.

Influence du noyau et de ses substituants sur les propriétés acido-basiques des groupements hydroxy et amino.

On comparera l'ionisation des alcools et du phénol.

3. Organomagnésiens mixtes, organolithiens

Préparation des organomagnésiens mixtes. Conditions expérimentales.

Seule la forme R-MgX sera présentée.

On se limitera à l'éthoxyéthane et au tétrahydrofurane comme solvant.

Nucléophilie, basicité des organomagnésiens mixtes et des organolithiens.

On signalera la réaction de substitution des dérivés halogénés et ses conséquences sur la préparation.

Addition sur la fonction carbonyle : réactions avec les aldéhydes, cétones, esters et le dioxyde de carbone.

Toutes les réactions avec les halogènes ou le dioxygène sont hors programme.

Dans le cas du dioxyde de carbone, on se limitera à l'obtention de l'acide carboxylique.

4. Acides carboxyliques

Activation de la fonction acide (chlorure d'acyle anhydride d'acide), application à la synthèse des esters.

Préparation du chlorure d'acyle par action du chlorure de thionyle sur l'acide correspondant.

Préparation de l'anhydride par action du carboxylate sur le chlorure d'acyle.

On donnera le mécanisme uniquement dans le cas de l'utilisation du chlorure d'acyle.

Hydrolyse des esters en milieu basique. Mécanisme.

Hydrolyse des nitriles en milieu acide. Mécanisme.

Toute autre réaction des nitriles est hors programme.

Réaction de décarboxylation : influence de la stabilité du carbanion formé.

5. Synthèse malonique

Alkylation des diesters maloniques.

Hydrolyse en milieu basique, décarboxylation en milieu acide.

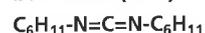
Cette synthèse est choisie par analogie avec les réactions biologiques mettant en jeu des alkylations de carbone activé et de décarboxylations. Le mécanisme de la décarboxylation est hors programme.

6. Liaison peptidique

Hydrolyse en milieu acide et en milieu basique d'une fonction amide et comparaison.

Construction d'une chaîne peptidique comme exemple de protection-déprotection.

Protection de NH₂ par le groupement tertbutoxycarbonyl (BOC) : tBuO-CO-
Protection de -COOH par estérification, couplage induit par la dicyclohexylcarbodiimide (DCC):



Les mécanismes de ces réactions sont hors programme.

Travaux pratiques

Le programme de TP regroupe les thèmes des deux années. La répartition se fera en fonction des enseignements théoriques.

Aucun principe de fonctionnement d'appareil de mesure n'est à connaître (balance monoplateau, multimètre,

générateur BF, oscilloscope, pH-mètre, millivoltmètre, conductimètre, spectrophotomètre). Une notice simplifiée indiquant les principales fonctions et réglages devra être fournie à l'étudiant lors de l'évaluation.

Les étudiants devront savoir manipuler l'ensemble des instruments cités.

Le professeur insistera sur les règles de sécurité à mettre en œuvre lors des différents thèmes.

La liste des thèmes est donnée à titre indicatif (les commentaires sont en **gras** et le matériel en *italique*).

- Présentation des règles de sécurité dans un laboratoire de chimie.

On insistera en particulier sur le port des lunettes de sécurité et l'utilisation des poires d'aspiration.

- Dosages volumétriques à l'aide d'indicateurs colorés.

- Tracé et exploitation de courbes de titrages acido-basiques et de titrage par précipitation.

Électrode de référence. Électrode de verre. pH-mètre. Cellule conductimétrique. Conductimètre.

- Détermination de constantes d'équilibre : constante d'acidité, produit de solubilité.

- Vérification de la loi de Beer-Lambert. Étude d'un indicateur coloré, point isobestique.

Spectrophotomètre.

- Cinétique chimique : vérification de l'ordre d'une réaction et détermination de la constante de vitesse. Influence de la température.

Bain thermostaté.

- Étude thermodynamique d'une pile.

- Tracé et exploitation de courbes de titrages redox. Détermination expérimentale de potentiels standard et de constantes thermodynamiques.

Électrode métallique. Millivoltmètre

- Tracé partiel d'un diagramme potentiel-pH.

- Utilisation de modèles moléculaires. *Modèles moléculaires.*

- Techniques de la chimie organique :

- Montage d'une expérience à reflux.

Verrerie rodée : ballon, réfrigérant, ampoule à additionner à tube de respiration.

Le protocole opératoire détaillé devra être fourni à l'étudiant.

- Montage en condition anhydre.

Les montages sous gaz inerte sont hors programme.

- Extraction par lavage et décantation.

Ampoule à décanter.

- Filtration sous vide.

- Évaporation sous vide.

Évaporateur rotatif.

- Distillation.

Montage de distillation à pression atmosphérique.

- Recristallisation, prise d'un point de fusion.

Appareil à point de fusion. Polarimètre.

- Mesure d'un pouvoir rotatoire.

Séparation sur couche mince.

- Chromatographie.

- Interprétation de spectres RMN.

On restera strictement dans le cadre du programme.

- Détermination de la formule d'un complexe et de sa constante de dissociation.

- Synthèse d'un complexe inorganique.

- Utilisation de données bibliographiques pour interpréter quelques réactions des ions en solution aqueuse.

CRC Handbook of chemistry and Physics. Usuel de chimie générale et minérale.

Programme de chimie et technologie chimique

L'enseignement de la chimie a pour objectif d'en donner une vue équilibrée entre ses aspects de science expérimentale, débouchant sur d'importantes réalisations industrielles et ses aspects de science théorique faisant appel à la modélisation et susceptible de déductions logiques.

Un autre objectif est de faire prendre conscience aux étudiants que la chimie participe au développement d'autres disciplines scientifiques, comme la physique, la biologie et les géosciences.

L'enseignement de la chimie et technologie chimique dans la filière TPC vise à faire acquérir des connaissances et des savoir-faire tant expérimentaux que théoriques afin que les futurs ingénieurs ou chercheurs soient initiés à une véritable attitude scientifique. Les spécificités de cette démarche en chimie (approche expérimentale, raisonnement qualitatif ou par analogie, modélisation non mathématique) seront soulignées.

Programme

Préambule

Le programme de la filière TPC forme un ensemble cohérent réparti sur les deux années.

L'enseignement de la chimie y est abordé selon trois axes complémentaires :

- un axe expérimental important qui met en jeu les techniques de base et les outils de modélisation et de simulation ;
- un axe conceptuel qui permet d'acquérir les notions de base théorique ;
- un axe orienté vers les applications qui présente ou illustre les concepts et notions fondamentales dans le domaine des matériaux et de la synthèse organique.

La démarche expérimentale qui s'inscrit dans la continuité des programmes de l'enseignement du

second degré, en particulier des séries sciences et technologies de laboratoire, doit être privilégiée. La réflexion sur les phénomènes doit primer sur toute dérive calculatoire. Les exercices qui ne font place qu'à l'application des mathématiques doivent être bannis.

Les travaux pratiques (TP) sont les temps forts de cet enseignement.

Chaque fois que cela est possible, l'ordinateur interfacé doit être employé pour l'acquisition et le traitement des données expérimentales. Plus généralement, l'ordinateur sera utilisé chaque fois qu'il apporte un gain de temps ou une amélioration de la compréhension. L'emploi de banques de données ou de logiciels scientifiques est signalé dans les différentes rubriques du programme.

Le programme, dans son approche théorique, est soigneusement articulé et abondamment commenté. Toute liberté pédagogique est laissée au professeur pour l'étude des divers sujets, tant théoriques que pratiques.

Les programmes innoveront :

- sur le plan conceptuel, par l'introduction de l'approximation des orbitales frontières et de la théorie de Hückel sur des exemples simples choisis en chimie organique ;
- sur le plan expérimental, par l'utilisation de la spectroscopie IR et RMN pour la détermination des structures ;
- sur le plan des applications, par l'introduction d'un module de chimie des matériaux. Celui-ci regroupe en un tout cohérent quelques connaissances et savoir-faire indispensables au futur ingénieur.

Les pratiques d'évaluation impliquent la connaissance de tout le programme.

Elles doivent refléter la spécificité de la filière TPC, en évitant tout formalisme excessif et en étant proches des réalités expérimentales ou technologiques et des applications pratiques.

D'une manière générale, l'évaluation des savoir-faire expérimentaux, est une

nécessité compte tenu des objectifs de la filière.

Les connaissances exigibles sont strictement limitées au programme et à ses commentaires.

PREMIERE ANNÉE

I. L'architecture de la matière

I.1. Le modèle quantique de l'atome et la classification périodique

Préalablement à l'étude théorique, on réalisera une étude expérimentale portant sur quelques propriétés chimiques des corps simples et composés des éléments de la troisième période et de la colonne des halogènes.

Programme

(Les programmes sont imprimés en caractères maigres et les commentaires en gras).

Interprétation du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène.

Commentaires

Les limites du modèle de Bohr permettront d'introduire le modèle quantique.

Aucune question de cours ni aucun calcul ne seront posés sur le modèle de Bohr.

Résultats de l'équation de Schrödinger pour un atome hydrogénoïde : probabilité de présence de l'électron pour un atome hydrogénoïde.

Nombres quantiques n , l , m_l ; orbitales atomiques s , p et d .

L'équation de Schrödinger n'est pas au programme.

Atomes polyélectroniques : facteurs d'écran (règles de Slater) ; énergie et rayon des orbitales de Slater.

La connaissance des expressions analytiques des orbitales et des valeurs numériques des facteurs d'écran n'est pas exigible.

Spin de l'électron ; nombres quantiques de spin s et m_s .

Configuration électronique des atomes dans leur état fondamental ; principe de Pauli, règle de Klechkovski et règle de Hund.

Classification périodique des éléments à partir du modèle quantique de l'atome.

Seule la classification en 18 colonnes recommandée par l'UICPA (1989) sera présentée.

Périodicité des propriétés atomiques : énergie d'ionisation, affinité électronique, électro-négativité de Mulliken ; rayons covalents, métalliques et ioniques.

Les évolutions et les analogies dans les colonnes et les lignes, y compris pour les séries de transition, seront mis en évidence.

L'existence d'autres échelles d'électro-négativité en particulier celle de Pauling sera signalée.

Les notions de pouvoir polarisant et de polarisabilité seront introduites qualitativement en se limitant à donner quelques exemples des conséquences du champ électrique à la surface d'un cation : solvation des petits ions, caractère acide des oxydes de degré supérieur par exemple.

1.2. Structure électronique des molécules

Liaison covalente localisée : notation de Lewis.

Règle de l'octet et règle des dix huit électrons.

Liaison covalente délocalisée : mésométrie et résonance.

Les concepts de mésométrie et de résonance seront abordés sur des molécules simples (Ex: O_3 , SO_2) et quelques ions polyatomiques (Ex : NO_3^- , CO_3^{2-})

Prévision de la géométrie par la méthode de répulsion des paires électroniques de la couche de valence (VSEPR).

Des exemples de type AX_nE_p avec $n+p = 2, \dots, 6$ seront envisagés.

Ce modèle a déjà été introduit en terminale scientifique pour les molécules de type AX_2 , AX_3 , AX_4 , AX_3E , AX_2E_2 .

Niveaux énergétiques électroniques :
– principe de construction des orbitales moléculaires par combinaison linéaire d'orbitales atomiques ;

Le principe de construction sera limité à l'interaction entre deux orbitales atomiques.

– utilisation du diagramme des orbitales moléculaires des molécules diatomiques homonucléaires des éléments de la deuxième période ;

– théorie du champ cristallin : application aux complexes octaédriques.

Les propriétés magnétiques des complexes seront évoquées à cette occasion. La connaissance de la série spectrochimique n'est pas exigible.

1.3. Structure et organisation de la matière condensée

Préambule

On veillera à présenter la structure cristalline parfaite comme un cas particulier de l'état solide.

Interprétation de la cohésion des cristaux : liaisons métallique, covalente et ionique, liaisons intermoléculaires (van der Waals et liaison hydrogène).

De l'ordre au désordre : exemple des amorphes (verres), des liquides.

Les cristaux de diiode et de dioxyde de carbone seront présentés comme exemple de cristaux moléculaires.

Définitions élémentaires sur la structure cristalline : réseaux, nœuds, motifs et mailles.

La connaissance des quatorze réseaux de Bravais n'est pas au programme.

Assemblages compacts de sphères identiques : l'arrangement ABAB hexagonal compact et l'arrangement ABCABC cubique compact.

Coordinance et compacité.

Un assemblage pseudo-compact : le cubique centré.

Existence de sites intersticiels tétraédriques et octaédriques dans les assemblages compacts.

Le cas du réseau cubique compact sera seul utilisé pour décrire les deux types de sites et calculer leurs dimensions respectives. L'aide d'un logiciel pour la visualisation des sites dans les cas les plus simples (système cubique, système hexagonal) et dans quelques systèmes plus complexes est possible.

Assemblages ioniques :

– description des divers types de structures dérivées du réseau cubique faces centrées selon le remplissage des sites (type NaCl, type ZnS, type CaF_2) ;

– cas du réseau cubique simple CsCl ;

– relations entre type structural et rayons ioniques dans le cas des composés AB.

Le modèle covalent : description de la structure du diamant, du graphite et du silicium.

Existence de bandes d'énergie pour distinguer conducteurs, isolants, semi-conducteurs.

La théorie des bandes n'est pas au programme.

Du cristal parfait au cristal réel : exemple de la non stoechiométrie de FeO.

L'intérêt de la non stoechiométrie pour l'interprétation de certaines propriétés physiques (conductivité électrique...) sera signalé.

II. Thermodynamique et cinétique des systèmes chimiques

II.1. Applications du premier principe de la thermodynamique

Description d'un système fermé en réaction chimique : avancement de la réaction.

Cette partie sera développée en relation avec le programme de physique.

États standard d'un constituant pur : gaz parfait et état condensé ; grandeur molaire standard.

Système fermé siège d'une transformation physico-chimique :

– énergie interne standard de réaction $\Delta_r U^\circ$, enthalpie standard de réaction $\Delta_r H^\circ$, variation de ces grandeurs avec la température ;

– enthalpie standard de formation.

Les enthalpies standard $\Delta_r H^\circ$, d'ionisation, d'attachement électronique (fixation d'électrons), réticulaire et de changement d'état seront définies.

Les trois premières grandeurs pourront être assimilées aux grandeurs correspondantes : énergie d'ionisation, opposé de l'affinité électronique, énergie réticulaire, définies plus précisément comme énergie interne standard à 0 K des mêmes réactions.

Les bilans thermodynamiques des réactions en solution seront vus en seconde année.

II.2. Équilibres chimiques en solution aqueuse

Préambule

La réflexion sur les phénomènes sera privilégiée en évitant toute dérive

calculatoire. L'outil informatique sera utilisé comme aide à l'interprétation des résultats expérimentaux.

Présentation unitaire des bilans de transfert de particules, dans un couple donneur/accepteur : H^+ (acido-basicité), e^- (oxydoréduction), ion ou molécule (complexation et précipitation).

Relation de Guldberg et Waage :

- application aux équilibres acido-basiques, de complexation et de précipitation (solubilité) ;

La relation de Guldberg et Waage (loi d'action des masses) sera introduite à ce niveau sans démonstration.

- application aux équilibres et réactions d'oxydoréduction.

Potentiel d'électrode ; formule de Nernst.

La formule de Nernst ne sera pas démontrée. La notion de nombre d'oxydation sera exploitée au fur et à mesure des besoins.

Dosages acido-basiques, redox, de complexation et de précipitation

Cette partie sera développée en travaux pratiques à l'aide des techniques suivantes : indicateurs de fin de réaction, spectrophotométrie, pH-métrie, potentiométrie et conductimétrie.

II.3. Cinétique des systèmes chimiques

Préambule

Il s'agit d'une présentation générale : de nombreux exemples seront développés en chimie organique. Les phénomènes de catalyse seront étudiés en seconde année.

Définition générale de la vitesse d'une réaction chimique dans le cas d'un réacteur fermé de composition uniforme : vitesses de disparition et de formation, vitesse de réaction.

Lois de vitesse ; ordre.

Influence des divers facteurs sur la vitesse : concentrations, température. Énergie d'activation.

Notion de mécanismes réactionnels en cinétique homogène. Molécularité.

Processus élémentaires ; intermédiaires de réaction, état de transition.

Approximation de l'état quasi stationnaire.

Approximation de l'étape cinétiquement déterminante.

III. Structure, réactivité et synthèse en chimie organique

Préambule

Cette étude a pour objectif principal l'initiation à la synthèse organique.

III.1. Notions de spectroscopie IR et RMN ; aide à la détermination des structures

Préambule

Ce paragraphe ne pourra en aucun cas faire l'objet d'une question de cours lors de l'évaluation des connaissances des étudiants. Les méthodes présentées doivent être considérées comme des outils nécessaires à la détermination des structures et seront utilisées tout au long de l'année.

Principe de la spectroscopie IR :

Notions qualitatives sur les modes normaux de vibration moléculaire.

Les bandes caractéristiques des principaux groupes fonctionnels seront présentées.

Principe de la spectroscopie RMN : notion de déplacement chimique du proton, constante de couplage, courbe d'intégration.

L'existence d'un spin nucléaire sera admise. On se limitera à introduire la RMN comme l'interaction de moments magnétiques «classiques» avec le champ magnétique.

Les équations de Bloch et la précession de Larmor sont strictement hors programme.

Toute notion de diastéréotopie est hors programme.

On se limitera à la RMN du proton et aux couplages du premier ordre $AmXp$.

On utilisera des tables de données (fréquences IR, déplacements chimiques en RMN) pour la détermination de structures simples. Aucune valeur caractéristique de déplacement chimique ou de couplage ne sera exigée.

III.2. Stéréochimie

Représentations de Newman, de Cram et perspective.

L'écriture topologique des molécules (représentation sans les hydrogènes des chaînes carbonées) sera également présentée.

Stéréo-isomérisation de configuration : Z et E, R et S, énantiomérisation et diastéréo-isomérisation.

La représentation de Fischer est hors programme.

La nomenclature érythro-thréo ne sera pas utilisée.

Les méthodes de séparation des énantiomères seront illustrées sur un seul exemple.

Conformation : éthane, butane, cyclohexane et cyclohexanes mono- et disubstitués.

II.3. Les liaisons simples carbone-halogène

Réactions de substitution nucléophile : mécanismes limites S_N1 et S_N2 ; stéréochimie.

Les dérivés fluorés des alcanes ne sont pas au programme.

On choisira entre autres les alcools et les amines comme exemples de réactifs nucléophiles.

Réactions d'élimination : mécanismes limites $E1$ et $E2$, stéréochimie.

Certaines notions de cinétique pourront être introduites à cette occasion : intermédiaires de réaction, état de transition.

A ce niveau, les diagrammes énergétiques seront tracés à l'échelle moléculaire : énergie potentielle en fonction des coordonnées réactionnelles.

A l'aide d'un exemple, on illustrera le rôle du solvant et du substrat. On se limitera à la stabilisation des charges en présence d'un solvant polaire.

L'effet électronique des substituants sera limité aux substituants alkyle.

La règle de Zaitzev ne sera pas justifiée.

III.4. Les liaisons simples carbone-oxygène

Obtention d'éther-oxydes : synthèse de Williamson (mécanisme).

Passage de ROH à RX :

- par HX (mécanisme) ($X=Cl, Br, I$) ;
- par PCl_3, PBr_3 et $SOCl_2$.

Les mécanismes des réactions mettant en jeu PX_3 et $SOCl_2$ ne sont pas au programme.

Déshydratations inter- et intramoléculaire en milieu acide (mécanismes).

III.5 Réactivité de la double liaison carbone-carbone

Addition électrophile et addition radicalaire, régio- et stéréosélectivité (hydratation, hydrohalogénéation et halogénéation) ; mécanismes.

Les notions de contrôle cinétique et de contrôle thermodynamique d'une réaction seront développées en seconde année.

III.6. Les organomagnésiens mixtes

Préparation des organomagnésiens mixtes ; conditions expérimentales.

L'étude est limitée en première année à celle des organomagnésiens mixtes. D'autres réactions faisant intervenir d'autres organométalliques seront abordées en seconde année.

Nucléophilie, basicité des organomagnésiens mixtes.

Les réactions secondaires qui peuvent se produire lors de la préparation seront citées et le choix du solvant sera justifié. L'acido-basicité de Lewis sera introduite.

La synthèse des magnésiens acétyléniques et vinyliques sera présentée.

Réactions sur le groupe carbonyle (cétones, aldéhydes, esters, chlorures d'acyle), sur le dioxyde de carbone, sur le groupe nitrile et sur les époxydes.

On se limitera à un schéma mécanistique simple.

III.7. Élaboration de matériaux organiques thermoplastiques

Structure et réactivité des monomères : styrène et méthacrylate de méthyle.

Cette partie sera illustrée grâce à quelques exemples de polystyrènes et de polyméthacrylates substitués.

Polymérisations anionique et radicalaire homogène :

– amorçage, propagation, cinétique globale ;

– régiosélectivité et stéréosélectivité de la polymérisation (tacticité).

Relation entre la structure et les propriétés macroscopiques des polymères.

Travaux pratiques

Préambule

Pour que les étudiants puissent atteindre un bon niveau de connaissances et de savoir-faire dans le domaine

expérimental, il convient que les sujets de travaux pratiques proposés leur permettent d'acquérir une bonne maîtrise des appareils, des méthodes et des phénomènes au programme et les habituent à les utiliser, en faisant preuve d'initiative et d'esprit critique. L'étudiant sera amené à réfléchir, à comprendre le phénomène par une série d'hypothèses, de vérifications expérimentales qui exigeront de lui initiative, savoir-faire, rigueur et honnêteté intellectuelle. On doit s'efforcer de développer une bonne faculté d'adaptation à un problème qui peut être nouveau, à condition qu'il soit présenté de façon progressive. La nouveauté peut résider dans le phénomène étudié, dans la méthode particulière ou dans l'appareillage. Dans cette hypothèse, la séance doit comporter non seulement la manipulation proprement dite, mais aussi des temps de réflexion, de construction intellectuelle, de retour en arrière, d'échanges avec le professeur.

L'utilisation d'un ordinateur, soit pour l'acquisition et le traitement de données expérimentales, soit pour comparer les résultats des mesures aux données théoriques évitera des calculs longs et répétitifs et favorisera le tracé de courbes ainsi que la représentation graphique des résultats. On pourra ainsi multiplier les expériences en faisant varier les conditions d'expérimentation, montrant en particulier l'influence des paramètres pertinents sur le phénomène étudié et renforcer ainsi le lien entre la théorie et les travaux expérimentaux par référence à des modèles de divers niveaux d'élaboration.

Les séances de travaux pratiques seront établies à partir de la liste figurant *in fine*. Elles devront tenir compte de l'esprit dans lequel aura été dispensé l'enseignement, conformément aux indications données ci-dessus. Elles devront permettre de juger, non seulement le savoir-faire des étudiants, mais aussi le sens critique, l'initiative, le réflexe et le comportement devant les réalités expérimentales; un compte rendu leur sera demandé. Pour ce qui concerne l'outil informatique, il pourra être proposé d'utiliser un ordinateur en tant qu'assistant ; une procédure simple étant clairement indiquée aux

étudiants, aucune connaissance préalable du matériel et des logiciels ne devra être requise, de façon à ce que la séance conserve le but unique d'évaluer les capacités en physique ou en chimie.

Les étudiants ne sont pas censés connaître des méthodes et des appareils autres que ceux figurant dans la liste donnée ci-après. En ce qui concerne ces appareils, on ne pourra exiger des étudiants qu'ils ne connaissent plus que leur principe sommaire de fonctionnement.

Par l'importance donnée à ces séances, on souhaite, en particulier, continuer à améliorer dans l'esprit des étudiants la relation qu'ils ont à faire entre le cours et les travaux pratiques et leur donner le goût des sciences expérimentales, même s'ils n'en découvrent, à ce stade, que quelques-unes des méthodes.

Thèmes et méthodes

- Présentation des règles de sécurité au laboratoire.
- Détermination d'enthalpies de réaction.
- Étude expérimentale sur quelques propriétés chimiques des corps simples et composés de la troisième période et de la colonne des halogènes.
- Vérification de la loi de Beer-Lambert.
- Méthodes de dosages volumétriques à l'aide d'indicateurs de fin de réaction.
- Tracé et exploitation de courbes de titrage par pH-métrie, conductimétrie et potentiométrie.
- Détermination des constantes thermodynamiques en solution aqueuse : constante d'acidité, produit de solubilité, constante de dissociation ou de formation de complexe, potentiel standard d'oxydoréduction.
- Étude d'une cinétique chimique : vérification de l'ordre d'une réaction et détermination de la constante de vitesse. Influence de la température.
- Utilisation de modèles moléculaire et cristallin.
- Techniques de la chimie organique :
 - préparations simples ;
 - séparation et caractérisation par chromatographie colonne, couches minces et en phase gazeuse ;
 - extraction par lavage et décantation ;

- caractérisation des groupes fonctionnels du programme ;
- recristallisation et prise de point de fusion ;
- distillations sous pression atmosphérique et sous pression réduite ;
- hydrodistillation ou entraînement à la vapeur d'eau.
- Certaines séances de travaux pratiques feront appel à l'utilisation d'outils informatiques :
 - pour la saisie et le traitement de données ;
 - pour la simulation (thermodynamique, cinétique, spectres IR et RMN) ;
 - pour la modélisation moléculaire et la cristallographie.
- Utilisation de banques de données.

Liste de matériel nécessaire au fonctionnement des activités expérimentales

Lunettes, gants, poires d'aspiration.
*Balance électronique.

*Spectrophotomètre UV-visible.
Verrerie usuelle de dosage : burette, fiole jaugée, pipette.
*Agitateur magnétique.
*pH-mètre,
*conductimètre,
*millivoltmètre interfacés à l'ordinateur.
Électrodes de référence, électrode de verre, électrodes métalliques.
Cellule de conductimétrie.
Bain thermostaté.
Modèles moléculaires et cristallins.
Le poste de chimie organique : chauffage électrique, agitateurs magnétiques chauffants, réacteurs rodés, ampoule de coulée, ampoule à décanter, réfrigérant, trompe à eau, matériel de filtration, évaporateur rotatif.
Montages de distillation sous pression atmosphérique et sous pression réduite.
Matériel de chromatographie sur couches minces, sur colonne et en

phase gazeuse.
*Banc Kofler.
*Réfractomètre.
Étuve.
*Ordinateur avec écran couleur et imprimante.
Logiciels :

- de saisie et de traitement de données (tableur) ;
- de simulation (thermodynamique, cinétique, spectres IR et RMN) ;
- de modélisation moléculaire et de cristallographie ;
- banques de données informatisées.

 CRC Handbook of Chemistry and Physics.
Usuel de chimie générale et minérale.
* Appareils dont le principe de fonctionnement n'a pas à être connu des étudiants.



5-8 DÉCEMBRE UTRECHT, PAYS-BAS

Tous les jours de 10 heures à 18 heures

Billets gratuits et informations

Les billets d'entrée gratuits sont disponibles bien avant l'ouverture du Salon. Consultez Mme Nicole Schuch pour tout renseignement et toute demande de réservation de billets de faveur.

Gamma Expo Marketing

64, rue Jean-Pierre Timbaud, F - 75011 Paris.
Téléphone 01 - 435 - 501 00. Téléfax 01 - 435 540 77.

Votre prochain rendez-vous!

Réservez d'ores et déjà une ou plusieurs journées pour venir visiter le plus important salon européen du traitement des déchets et des techniques de l'environnement.

Plus de 500 exposants européens y présenteront les réalisations les plus marquantes dans ce domaine. Voici sous une forme résumée la nomenclature du Salon: Equipements, procédés et services pour le traitement des déchets de toute nature, leur purification et leur recyclage, techniques de recyclage et de récupération, équipements pour le stockage, le transport et la destruction des déchets.

Quel que soit le mode de traitement que vous ayez adopté et quels que soient les problèmes que ce mode soulève chez vous, Ecotech-Europe '95 vous apportera une solution, si spécifique soit-elle. Ne manquez pas ce Salon, car le prochain n'aura lieu qu'en 1997.

Foire Royale Néerlandaise (Jaarbeurs),
Boîte Postale 8500, NL-3503 RM Utrecht, Pays-Bas.
Téléphone (30) 955 911. Téléfax (30) 940 379.
Télex 47132 jaarb nl.
Internet: <http://www.qqq.com/ecotech/index.html>
E-mail: Jaarbeurs@infotree.nl

**JAARBEURS
UTRECHT/HOLLAND**

Le salon de l'environnement le plus spécialisé d'Europe... Ecotech-Europe '95

NO. 1 MONDIAL DU PLASTIQUE ET DU CAOUTCHOUC

Décisions pour l'avenir

K'95. Le Forum Mondial du secteur du Plastique et du Caoutchouc, les meilleurs producteurs mondiaux de matières premières, constructeurs de machines et transformateurs y proposent une base d'information unique au monde.

Des interlocuteurs compétents vous familiarisent avec les derniers développements afin que vous preniez vos décisions d'avenir en toute sécurité.

Düsseldorf
5-12.10.1995

Messe  Düsseldorf
PROMESSA
3, rue du Pont • 28700 Bleury • Téléphone: (16) 37311766 • Fax: (16) 37311764

'95

13ÈME FOIRE INTERNATIONALE – PLASTIQUE ET CAOUTCHOUC

Bhopal : causes, conséquences et leçons dix ans après

J.-B. Donnet* professeur

Dans les premières heures du 3 décembre 1984 un nuage blanc, poussé par un vent faible, est émis brutalement par le site industriel agrochimique d'Union Carbide of India (UCIL) - compagnie filiale à 50,9 % d'Union Carbide Corporation (UCC) et 49,1 % du gouvernement indien. Ce site est situé à Bhopal, ville de 700 000 à 1 million d'habitants, au centre du sous-continent indien (État de Madhya Pradesh). L'usine emploie environ 1 000 personnes dont 300 d'entreprises externes et fabrique du Carbaryl (Sevin) de la famille des carbamates (schéma 1).

Ce nuage est chargé en isocyanate de méthyle (MIC, utilisé pour la fabrication des pesticides de type Sevin et Temik qui ont remplacé le DDT depuis son interdiction en 1972) provenant d'un récipient de stockage qui a subi une introduction accidentelle d'eau entraînant des réactions exothermiques qui ont provoqué une forte élévation de température et de pression.

Cette émission, qualifiée ultérieurement par UCC de suite à un sabotage, va être à l'origine d'un désastre humain et industriel dans l'entourage surpeuplé de l'usine, s'étendant sur près de 10 kilo-

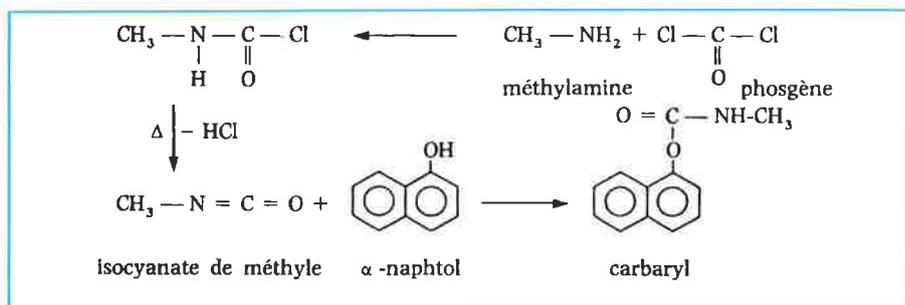


Schéma 1 - Synthèse du carbaryl.

mètres ; plusieurs milliers de morts vont être provoquées (de 3 à 10 000 selon les rapports qui suivront).

L'émotion soulevée aux Indes et dans le monde ainsi que les visites de Madame Gandhi et de Mère Theresa vont servir de cadre à des batailles juridiques tant aux Indes qu'aux États-Unis. Cet accident aura des conséquences profondes au plan légal, en ce qui concerne l'indemnisation des victimes, les conditions des implantations industrielles dans les pays en voie de développement et, très généralement, sur la sécurité en chimie et sur la législation auxquelles sont soumises les entreprises de chimie dans le monde entier.

Le président d'UCC, Warren M. Anderson, se rend aux Indes le jour suivant afin, pense-t-il, d'entamer l'étude des suites de «l'accident», et une offre de 2 millions de dollars est présentée à la Croix Rouge, sans préjudice du règlement ultérieur. Non seulement le chèque est refusé («insulting and dirty money») mais l'agitation est telle que Anderson est incarcéré dès son arrivée aux Indes sans aucune possibilité de contact avec la direction d'UCIL. S'il est relâché rapidement, c'est sous réserve de poursuites éventuelles et des suites des poursuites pendantes. Une nuée d'avocats américains s'abat alors sur les

Indes (Delhi et Bhopal), non seulement au titre d'UCC, mais surtout à la recherche de représentations fructueuses dans les procès à venir (photo 1).

Au moment où était entamée pour UCC la période sans doute la plus dure de son histoire, W.M. Anderson, confiant, n'en déclare pas moins à *Chemical & Engineering News* [1], dans les premiers jours de janvier 1985 : «It is fortunate that this kind of incident happened to UCC because we have a good reputation for health, safety and the environment, we are a company that has resources and we can cope with an issue like this one». Il indique aussi qu'aucune interview du personnel de l'usine n'a été possible car ils étaient «under arrest»... (c'était le cas de tous les personnels de direction d'UCIL d'origine américaine et de quelques responsables indiens).

Les causes techniques

Une enquête est immédiatement diligentée par UCC et elle est conduite sur dossiers puis sur place, elle est suivie par une autre, conduite sous les auspices du gouvernement indien par des scientifiques indiens de haut niveau.

* Ancien président de la SFC, CNRS, Centre de Recherches sur la Physico-Chimie des Surfaces Solides, 20, av. Président Kennedy, 68200 Mulhouse. Tél. 89.42.01.55. Fax : 89.32.09.96.

L'enquête de l'UCC, par ses propres moyens, puis avec l'aide du cabinet Kelley-Drye & Warren, dans le cadre d'un contrat de 700 000 \$ signé dès décembre 1984, a démarré trois semaines après l'accident [7] d'abord sur documents d'UCC, puis a été poursuivie en décembre 1985 sur documents de l'usine, lorsque l'accès à ces documents et l'interview du personnel de l'usine ont été autorisés.

Les premiers résultats ont été publiés en décembre 1986 dans la déposition écrite d'UCC à la Cour de Bhopal [7] puis en mai 1988 lors d'une communication d'Ashok S. Kaleikar, vice-président du conseiller juridique d'UCC Arthur D. Little [7]. Cette communication qui supporte la théorie du sabotage a soulevé une très grande controverse. Le Dr Varadarajan, ancien président du CSIR (Conseil scientifique indien ayant des analogies avec le CNRS français) et membre du Comité Chemrawn de l'IUPAC qui a dirigé l'enquête officielle indienne, s'est en particulier montré très réservé sur la "thèse" UCC résumée comme suit :

- 0,5 à 1 m³ d'eau ont été introduits «inadvertedly or deliberately» dans l'un des trois réservoirs de stockage de MIC, (tank 610) d'une capacité de 41 m³ et contenant en service environ 25 tonnes de MIC

- Ces réservoirs réfrigérés devaient être maintenus à 0 °C, en fait la réfrigération était coupée depuis plus de 5 mois et la température était de 15 à 20 °C. La température normale d'ébullition du MIC est 39 °C.

- La réaction de l'eau avec le MIC (hydrolyse, polymérisation, etc.) a entraîné une forte élévation de température et de pression sans que l'alarme sonore soit activée. En fait, le réglage de l'alarme avait été modifié afin d'éviter son activation par la surtempérature existante depuis plusieurs mois.

- La combinaison de l'élévation de température et la présence d'ions dues à l'hydrolyse du chloroforme et du phosgène, contaminants du procédé au MIC, aurait entraîné l'attaque des parois de la cuve en acier inox d'où catalyse de la trimérisation du MIC (exothermique) puis vaporisation du MIC.

- L'élévation de pression résultante a entraîné la rupture de la valve qui serait restée ouverte environ 2 heures d'où



Photo 1 - Caricature de la nuée d'avocats américains arrivant à Dehli et à Bhopal après la catastrophe en vue des procès à venir (C&EN, D.R.).

libération de MIC à une pression supérieure à 10 kg/cm² et à une température excédant 200 °C (cette élévation de température a été suffisante pour craquer l'enveloppe de béton du réservoir).

- Le MIC relâché, dirigé manuellement vers les tours d'épuration (scrubbers) a plus que saturé ce dispositif dans lequel de la soude à 20 % est injectée mais qui était prévu pour de petites quantités d'effluents. Une des deux tours était hors service (il n'est pas certain que l'autre ait été opérationnelle).

- Le gaz envoyé en torchère a rencontré une torchère hors service pour réparation.

L'enquête des scientifiques indienne aussi largement publiée et discutée [2] [7] (encadré 1) porte l'accent sur : une contamination accidentelle par combinaison de rouille, ions métalliques, un peu d'eau et une technologie largement déficiente (absence ou mauvais fonctionnement des alarmes automatiques, klaxons, flashes lumineux, réfrigération en tout état de cause insuffisante, absence de Freon obligatoire dans les unités de stockage de MIC aux États-Unis).

Ce qui n'est pas discuté c'est l'apparition au départ de réactions d'hydrolyse exothermiques puis polymérisation, addition, etc., échauffement, élévation de pression éjection à travers la ligne de décharge (200 mètres), scrubber sous-dimensionné et torchère éteinte.

En fait deux théories s'affrontent et vont s'affronter :

- Le «sabotage» à l'origine de l'introduction d'eau (240 gallons, environ 900 l) (c'est la position UCC supportée par des enquêtes détaillées).

- Le mauvais management (c'est la théorie des experts indiens) auquel s'ajoute la théorie du personnel selon laquelle un préposé au lavage des valves de 2 pouces aurait oublié *in fine* l'insertion de disques anti-retour (missing-slip-blind).

UCC a soutenu non seulement la thèse du sabotage mais indiqué connaître le saboteur qui, semble-t-il, [3] s'est dénoncé et est devenu une célébrité à Bhopal. Un ouvrage publié récemment en donne le nom (M.L. Verma) et sa version [21].

L'étude récente et détaillée de C&EN [3] rapporte, sur ce point et selon une firme légale qui représente le gouvernement indien, que le système de sécurité ne pouvait faire face à des réactions parasites et que des documents internes d'UCC montraient que la firme le savait tant à Bhopal qu'à l'usine d'Institute (États-Unis).

Ainsi les critiques d'UCC insistent sur le fait que même si l'arrivée d'eau est due à un sabotage, le coupable est le management qui a négligé les règles de sécurité de l'usine (unsafe handling - poor warning system).

Un article détaillé et documenté de A. Picot arrive sensiblement à cette position : «Il est

indéniable que c'est la sécurité telle qu'elle était appliquée à Bhopal qui est à remettre en question» [4].

Peut-on espérer, dix ans après l'accident, un audit impartial ?

Les conséquences humaines

«L'isocyanate de méthyle, très volatil, atteint électivement les voies respiratoires ; les cellules pulmonaires en se dégradant entraînent une fuite du plasma sanguin dans les poumons d'où un œdème aigu rapidement mortel» (A. Picot).

Des dommages graves aux yeux allant jusqu'à la cécité ont été également rapportés [3] ainsi qu'aux intestins (colite, diarrhées, ulcères), enfin de très nombreux cas d'avortement ont été également mentionnés [3].

Les blessés ont été soignés sur place dans des hôpitaux locaux rapidement débordés puis les secours se sont organisés.

Le nombre de morts, blessés graves et légers a fait l'objet d'un très grand nombre de communications dès décembre 1985 et, au cours des années suivantes, avec de très larges divergences. Pour une population dont le nombre total a été évalué, selon les sources, entre 800 000 et 1 000 000 d'habitants, le premier bilan gouvernemental au 30 juin 1985 était de 1754 morts auxquels devaient être ajoutés 500 à 1 000 décès intervenus dans les premières 24 heures et non officiellement enregistrés - 14 000 blessés graves sur les 32 000 blessés enregistrés. On estimait, fin 1985, à 170 000 le nombre de personnes atteintes par l'intoxication. En 1989, les chiffres officiels étaient de 3 828 tués.

En 1992, le nombre de blessés ayant subi un dommage entraînant une incapacité permanente fluctuait entre 10 000, nombre auquel parvenait les estimations d'UCC et 200 000, chiffre retenu par le conseil indien pour les plaintes médicales (Indian Council for Medical Research Claims) [5].

En 1994, un article documenté indiquait [6] que le nombre de morts dépassait 6 000 et que 200 000 personnes avaient été atteintes de dommages temporaires ou permanents, un nombre

important d'entre eux devenus invalides permanents, enfin, selon la même source, 600 000 demandes d'indemnisation auraient été présentées, dont 100 000 ont fait l'objet d'une indemnisation.

Une commission médicale internationale sur Bhopal (International Medical Commission on Bhopal) a été organisée par l'Institut international du suivi de la santé publique de Toronto (International Institute of Concern for Public Health) et va prochainement publier les résultats de ses études. Cette commission a admis que la responsabilité du suivi médical est (ou pourrait bien être) du ressort du Conseil Indien de la Recherche Médicale qui gère un centre de recherches sur les désastres, érigé à Bhopal après l'accident. Cette institution effectue actuelle-

Encadré 1

Report on Scientific studies on the factors related to Bhopal toxic gas leakage

Extrait du rapport indien, décembre 1985

In retrospect, it appears the factors that led to the toxic gas leakage and its heavy toll existed to the unique properties at very high reactivity, volatility and inhalation toxicity of MIC. The needless storage of large quantities of the material in very large size containers for inordinately long periods as well as insufficient caution in design, in choice of materials of construction and in provision of measuring and alarm instruments, together with the inadequate controls on systems of storage and on quality of stored materials as well as lack of necessary facilities for quick effective disposal of materials exhibiting instability, led to the accident. These factors contributed to guidelines and practices in operations and maintenance. Thus, the combination of conditions for the accident were inherent and extant. A small input of integrated scientific analysis of the chemistry, design and controls relevant to the manufacture would have had an enormously beneficial influence in altering this combination of conditions, and in avoiding, or lessening considerably the extent of damage of December, 1984, at Bhopal.

(Communication due au Dr S. Varadarajan, chairman Indian Vaccines Corporation Ltd.).

ment, selon ses propres déclarations, le suivi de 60 à 80 000 blessés graves.

Indépendamment de l'action du MIC, l'empoisonnement par l'acide cyanhydrique a été très largement débattu sans cependant que des preuves convaincantes aient pu apparemment être fournies quant à la présence d'acide cyanhydrique dans les gaz.

L'indemnisation des victimes

Après l'emprisonnement de Warren M. Anderson, dès son arrivée aux Indes, puis du personnel américain de l'usine de Bhopal et leur libération sous caution (release on bond), une bataille juridique tortueuse s'engage pour fixer les responsabilités de l'accident et l'indemnisation des victimes.

Les juristes (lawyers) américains venus en nombre sur place introduisent des actions en dommages intérêts, 119 au total, contre UCC auprès de cours américaines, notamment celle du district de New York présidée par le juge John F. Keenan. Toutes ces actions seront consolidées devant cette cour, tandis que UCC diligente son enquête et que le gouvernement de l'État de Madhya Pradesh, puis de l'Inde délibèrent sous la pression d'une opinion publique réclamant justice.

Dès avril 1985, le gouvernement indien fait approuver une loi le désignant seul représentant de toutes les victimes indiennes.

En juillet 1985, UCC demande le transfert de l'action légale et du jugement devant les tribunaux indiens pendant qu'en août un accident à l'usine UCC d'Institute (West Virginia) qui fabrique également du MIC, accident où 135 personnes sont blessées, avive la controverse. En novembre de la même année, l'offre UCC d'un chèque de 5 millions de dollars à la Croix Rouge, pour faire face aux premiers soins et sans préjudice de la suite, est refusé ; enfin, en décembre de la même année, une fuite d'oléum à l'usine de New Delhi de la compagnie Shriram Food and Fertilizer, causant plusieurs douzaines de blessés, vient encore exacerber les passions.

Suite aux demandes des avocats US des victimes indiennes et avec l'accord du gouvernement indien le juge Keenan tente

de trouver une solution «équitable». Il propose, outre le don immédiat sans conditions de 5 millions de dollars aux victimes (par l'intermédiaire de la Croix Rouge), don refusé comme insultant, un arrangement à hauteur de 350 millions de dollars accepté par les avocats américains des parties indiennes, mais rapidement rejeté par le gouvernement indien.

Après l'appel du gouvernement indien contre le jugement de Keenan qui renvoyait le cas aux Indes, UCC fait également appel et, en août 1986 [9], présente pour la première fois officiellement sa version du sabotage. En septembre le gouvernement indien introduit une action contre UCC devant la Cour de district de Bhopal, puis présente à la Cour un demande de 3,1 milliards de dollars de dommages au nom des victimes entraînant la Cour à prendre une mesure de «blocage» des avoirs d'UCC afin de protéger les droits des victimes ; en décembre de la même année, UCC accepte de maintenir 3 milliards de dollars d'avoirs bloqués et introduit devant la Cour de Bhopal une action impliquant la négligence des agences gouvernementales indiennes.

La Cour suprême indienne se basant sur ce qui va devenir un cas d'école, l'affaire Shriram [9, 10] qui conclut à la responsabilité «automatique» des sociétés industrielles qui conduisent des opérations dangereuses, incorpore cette notion à «l'affaire UCC».

L'année 1987 verra encore de nombreuses péripéties juridiques, notamment une décision de la Cour d'appel US statuant au maintien de l'affaire aux Indes et la demande du président W. Deo de la Cour de Bhopal visant au règlement urgent ainsi que le renouvellement d'UCC de son offre de 350 millions de dollars.

Le juge Deo ordonne par ailleurs à UCC de payer à titre d'indemnité («compensation») «intérimaire», 270 millions de dollars, sans préjudice du jugement de fond sur la culpabilité d'UCC. Ce jugement fut contesté par UCC qui fit appel devant la Haute Cour en janvier 1988 tout en introduisant devant une Cour du Connecticut une procédure en vue d'arriver à un accord (settlement) avec certaines des victimes de Bhopal.

En avril 1988, le juge S.K. Seth de la Haute Cour indienne confirme la déci-

sion du juge Deo, tout en modifiant la terminologie de «compensation» en «dommages» ce qui implique un jugement de culpabilité, qui surprit UCC et le gouvernement indien. La décision du juge Seth était cette fois basée sur la décision de la Cour Suprême indienne dans l'affaire Shriram de décembre 1986 considérée depuis, aux Indes, comme un élément fondamental de la jurisprudence. En juin, le juge Deo enjoint à UCC de ne pas chercher un règlement hors des Indes, puis, en octobre, un juge du Texas disjoint le cas «Bhopal» et, en novembre, la Cour Suprême indienne débute les audiences concernant les «interim damages».

Déjà, depuis plusieurs mois, des rumeurs persistantes [11] indiquaient que cette bataille juridique et la demande d'indemnités de 3 milliards de dollars présentée par le gouvernement indien créait un avenir financier incertain et fragilisaient la compagnie UCC. Nous y reviendrons ultérieurement.

En février 1989, la Cour Suprême termina apparemment le litige [12] en ordonnant à UCC le paiement de 470 millions de dollars de compensation pour les victimes, ce qui était un compromis entre les 500 millions finalement demandés par le gouvernement indien pour accepter un accord et les 426 qu'UCC avait finalement déclaré être prêt à payer pour un règlement final. Le 24 février 1989, UCC déposa 465 millions de dollars à la Banque des Indes (5 millions étant déjà versés, 425 millions étaient versés par UCC et 45 par UCIL). Cet accord mettait, selon les parties, un terme à toute action en cours ou à venir. Les activistes indiens déclarèrent immédiatement cet accord comme ne pouvant être «final». En fait, l'accord fut immédiatement disputé [13]. L'un de ses mérites était cependant de mettre fin à la «chasse aux ambulances» de la part d'avocats US désireux de représenter les victimes et qui fit dire aux représentants US du gouvernement indien que cette pratique n'était pas un «haut lieu éthique» !

En fait la procédure ne s'arrêta pas à l'accord de 1989 et, bien qu'en septembre 1991 [16] la Cour ait confirmé son verdict, elle n'en poursuivit pas moins l'instruction de charges criminelles après que le gouvernement indien, devant

l'ampleur des protestations, ait renoncé en mai 1990 à l'accord et rejoint les pétitionnaires en demandant la réouverture de l'instruction.

La réouverture de l'instruction [14] s'accompagne d'une injonction à UCC de reprendre ses plans initiaux concernant l'ouverture d'un hôpital ce qu'UCC finalement fit en établissant un fonds (Bhopal Hospital Trust) de législation britannique chargé de la construction de l'hôpital de Bhopal.

Le cas revint devant la Cour de Bhopal [16] devant le magistrat Gulab Sharma, qui en 1991 avait enjoint la comparution du président Anderson au plus tard avant le 1er février 1992 [15], cette injonction concernait aussi huit membres de l'exécutif d'UCIL (dont le président et le directeur général). Des procédures d'extradition étaient notifiées pour commencer dès le 27 mars 1992, le défaut de comparution devant être sanctionné par l'expropriation de tous les biens d'Anderson et des biens d'UCIL. Cette procédure n'a pour l'instant pas eu de suite.

UCC tente alors de se retirer d'UCIL en éliminant cette compagnie de ses livres de compte et de tous rapports et documents.

Cette nouvelle péripétie a donné une vigueur nouvelle aux controverses, tant aux Indes qu'aux États-Unis ou dans le monde. Cependant, le 9 septembre 1994, UCC réussit à se retirer complètement d'UCIL en vendant ses 50,9 % à Mac Leod Russel (Inde) pour 90 millions de dollars [17] estimant qu'ayant versé le montant de la somme faisant l'objet de l'accord de 1989 et n'étant plus actif aux Indes il n'est plus concerné par cette affaire qui reste cependant loin d'avoir connu une conclusion claire au plan juridique [18] et qui suscite toujours aux Indes une controverse passionnée, voire violente, ainsi qu'en témoigne [39, 40] les publications récentes à l'occasion du 10e anniversaire.

L'impact sur UCC (OPA contre UCC)

L'ampleur de la catastrophe, sa couverture médiatique, les mouvements activistes et les incertitudes tant sur le montant des dommages que sur les arcanes juridiques, leur durée et leur

coût, firent naître les rumeurs les plus extrêmes et les analystes financiers commencèrent dès 1985 à émettre des réserves sur la solidité d'UCC qui, d'une compagnie puissante et respectée, semblait un an après Bhopal menacée d'extinction.

Effectivement, fin 1985, UCC devint l'objectif d'une OPA lancée par General Food (GAF Corp) et UCC mit en œuvre une féroce et coûteuse stratégie de défense, qui démontra la volonté de survie et les qualités de son exécutif, mais fut finalement victorieuse aux prix d'une hémorragie financière et d'un amaigrissement qui amena les effectifs de près de 100 000 en 1984 au 13 000 employés actuels !

La chute des actions UCC, début 1985, fut extrêmement spectaculaire de 60 à 30 \$ et l'année 1985 fut certainement une «*annus horribilis*» pour la compagnie qui poursuivit en 1986 la bataille contre GAF tout en étant soumise aux aléas de «l'après-Bhopal» sur le plan juridique.

UCC emprunta environ 3 milliards de dollars pour racheter ses propres actions et mettre fin tant à la dérive boursière qu'à la tentative d'OPA, ce qui entraîna une très rapide remontée des actions (jusqu'à 85 \$) et donna à UCC le contrôle de son capital. Le remboursement des prêts (et le rachat des «junk bonds» émis par UCC) fut financé par la revente d'une grande partie de ses actifs : Consumer Products, la société d'emballage sous film, vendu à Envirodyne Indes pour 215 millions de dollars, des sociétés de métaux vendues au personnel pour 83 millions, l'ensemble des opérations de batteries (sauf aux Indes) vendu à Ralston Purine pour 1,415 milliard de dollars, l'ensemble polymères et composites (y compris les fibres de carbone) vendu à Amoco Chemical pour 184 millions, les produits ménagers et automobiles vendus à la First Berton Co. pour 800 millions, enfin l'agrochimie vendue à Rhône Poulenc pour 575 millions de dollars.

En fait, ainsi que Tara Jones l'écrit [19] «*Le coût des indemnités aux victimes de Bhopal pâlit au regard des dettes entraînées par la lutte contre l'OPA, les honoraires et les frais bancaires ainsi que les «golden parachutes» (c'est à dire les primes de fidélité et de prévention auprès du personnel*

en garantie contre d'autres éventuelles OPA).

Ainsi que l'écrivirent à l'époque tous les analystes [20, 21, 22] les manœuvres financières d'UCC contre l'OPA furent extrêmement coûteuses et estimées de 3 à 4 milliards de dollars, les intérêts et honoraires seuls payés en 1986 semblent avoir dépassé les 500 millions de dollars [1]. Cette dépense a cependant été regardée comme extrêmement positive «*plaçant une partie des actifs hors d'atteinte des victimes et immunisant la compagnie contre un boycott des consommateurs*» [23].

En 1989, Robert Kennedy, président d'UCC depuis un an, devint président de la puissante Chemical Manufacturers Association (CMA), preuve évidente de la confiance de ses pairs dans l'industrie chimique américaine et la restructuration d'UCC se poursuivit jusqu'à la fin 1991 où les actifs restants formaient essentiellement Union Carbide Chemicals and Plastics. Il restait encore à régler l'action en cours aux Indes et, notamment, l'action au pénal (criminal trial) dont nous avons vu qu'elle n'était pas éteinte, elle semble cependant être «assoupie»...

Sur un autre plan et si la direction d'UCC peut estimer avoir fait le plus dur du parcours tout en devenant une compagnie plus mince et ayant moins de bagages, «*les actionnaires qui l'ont soutenu e dans les jours noirs*» ont fait une excellente affaire, l'action de 35 \$ en décembre 1984 a en dix ans, et selon UCC, accumulé une valeur de 700 \$!... en tenant compte de toutes les primes et versements.

Conséquences et leçons

Déjà l'accident de 1976 à Seveso en Italie, où un relargage de dioxine avait eu lieu, avait généré non seulement une couverture médiatique, écologique et activiste que l'on peut juger parfaitement disproportionnée avec le danger réel pour la population exposée [28] puisqu'on a pu écrire sous l'égide de la CMA [29] : «*Il n'y a aucune évidence directe qu'aucun des effets de la dioxine ne se manifeste chez les humains au niveau quotidien*». Cependant, l'Agence américaine de la protection de l'environnement a réaffirmé, fin 1994, que le risque de cancer restait «probable» tant

pour la dioxine que pour les molécules apparentées...

Devant de telles incertitudes, on peut comprendre que la Commission de la Communauté européenne ait édicté le 24 juin 1982, avant Bhopal, une directive, communément appelée la «directive Seveso» ou «Réglementation Seveso» entrée en vigueur le 1er janvier 1984 et ayant pour but de réduire la probabilité d'un accident majeur en obligeant les industries à incorporer toutes mesures préventives dans la conception et la réalisation d'un procédé de fabrication, 200 produits étant énumérés dans une annexe comme hautement toxiques, carcinogènes ou explosifs et, à ce titre, soumis à des limitations de stockage et de volumes en fabrication. Cette directive soumet aussi les industriels à l'obligation d'informer les parties concernées (administration et public) ce qui était tout à fait nouveau. La directive a été suivie de très nombreuses circulaires d'application émanant de la Communauté et présentant des exigences qui semblent parfois anticiper les moyens de l'analyse... L'OCDE a cependant relevé qu'au cours des 8 années qui ont suivi Bhopal, 106 accidents majeurs ont été relevés (contre 74 durant les années qui ont précédé) et que, entre 1980 et 1990, 15 émissions de gaz excédant Bhopal en quantité et en toxicité, ont eu lieu aux États-Unis ! [41].

Bhopal a entraîné le passage de deux lois importantes devant le Congrès américain : la loi de 1987 «Emergency Planning and Community Right-to-Know Act» de 1990 connue sous le nom de «Clean Air Act». Un Comité a été créé sur le modèle du Bureau National de la Sécurité de Transports : le «National Chemical Hazards and Safety Review Board» ou Bureau national d'examen de la sécurité et des accidents chimiques [30] qui a commencé son existence en janvier 1995. Selon son président, Paul L. Hill Jr, ancien président de l'Institut national (US) des études chimiques à Charleston, une étude indépendante de l'accident de Bhopal devrait être entreprise par ce Bureau qui fixe lui-même son agenda.

Les États-Unis se sont donc donnés, et vont sans doute encore renforcer, les moyens légaux de prévention et de contrôle des entreprises, domaine où ils étaient en retard sur l'Europe. Cepen-

dant, les études récentes montrent que beaucoup reste à faire et que 5 millions de tonnes de gaz toxiques (chlore, etc.) restent stockées aux États-Unis [41].

Les conséquences de Bhopal ont été aussi très profondes aux Indes. L'une des conséquences immédiates de Bhopal a été le réexamen de la législation indienne tant en ce qui concerne l'indemnisation des dommages aux victimes que la législation concernant les implantations industrielles.

Sur le premier point, il est en effet apparu immédiatement que l'absence de législation pénale indienne concernant «les préjudices commis aux tiers» (absence of «tort law») rendait extrêmement difficile le règlement de «l'affaire Bhopal». On a pu dire [18] «*qu'il n'y a aucune possibilité pour le système légal indien de traiter une affaire importante et complexe*» et que la solution au fond d'une telle affaire pouvait prendre 20 ans... Ce qui expliquait sinon justifiait «le premier accord» intervenu sans réel jugement entre UCC et le gouvernement indien représentant les victimes.

Cependant, dès 1991, le parlement indien adopta une loi sur «l'assurance de la responsabilité publique» (Public Liability Insurance Bill) qui oblige tout propriétaire d'avoir une assurance couvrant les risques de décès, blessure ou dommage matériel résultant d'un accident et couvrant les conséquences matérielles pour une invalidité totale ou partielle en résultant.

En 1986, l'Environnement Protection Act (EPA) a été édité aux Indes, il prévoit le contrôle des substances toxiques ou dangereuses et l'inspection des sites de production et de manipulation ainsi que du transport. Il oblige les firmes aux déclarations et prévoit la mise en place de laboratoires d'analyses. A ce titre, en 1989-90, le gouvernement indien a formé 51 unités. Cette législation rend les «managers» personnellement responsables des violations de la loi. De plus, la loi sur les usines (Factories Act) a été amendée en 1987 et il a été introduit des règles de sécurité sur l'utilisation de produits toxiques ou explosifs avec une liste d'industries considérées comme dangereuses (hazardous industries) avec obligation de déclaration concernant la politique de santé et de

sécurité de l'entreprise vis-à-vis du personnel.

Enfin, un comité d'évaluation des sites examine toute demande d'implantation. De fortes pénalités sont prévues et l'amendement de 1987 est en fait une réglementation précise et détaillée qui marque un réel progrès [9]. Un amendement de 1987 a également été apporté à la législation de 1981 sur l'air (Air Act).

Ces nouvelles règles ont été suivies du second amendement, en 1992, qui impose des audits pour toutes les décharges (eau, air, déchets, etc.). Les projets nouveaux impliquant des technologies dangereuses continuent, cependant, à connaître un net développement aux Indes [41].

L'ensemble législatif nouveau donne cependant les moyens d'un strict contrôle aux Indes, même s'il est, dans la pratique, très difficile à exercer, et le «Public Liability Insurance Bill» apporte, pour la première fois, une couverture légale aux personnes. L'évolution juridique aux Indes a donc été profonde, bien que les conséquences réelles semblent encore très faibles et demeurent discutables et discutées [39, 40].

Alors que, dans l'immédiat après Bhopal, la question même de la possibilité de l'implantation d'industries chimiques dans les pays en voie de développement était posée et que, par exemple, un membre de l'exécutif, de Du Pont déclarait [34] : «*Ce qui est demandé lors de la construction d'une usine chimique dans un pays en voie de développement est la mise en place d'équipements parfaitement sûrs (fail-safe) pour au moins dix ans et il est impossible de le faire (there is no way we can do that) ; ainsi sans un contrôle d'exploitation (managerial control), nous n'y allons pas*», position largement partagée par les responsables internationaux de l'industrie chimique ; l'on s'est maintenant orienté avec un assez large consensus vers les règles de la Banque Mondiale qui sont très largement inspirées de la directive Seveso de la CEE et les industries sont extrêmement attentives aux conditions de transfert de technologies propres à rendre impossible une catastrophe : choix de sites non peuplés, audits de sécurité des procédés, des implanta-

tions et du management du procédé, entraînement du personnel et claire définition des responsabilités. Une récente réunion d'activistes à Charleston (Virginie occidentale) [33], à l'occasion du dixième anniversaire de Bhopal, a renouvelé ces conditions quelques six mois après la réunion industrielle de huit grands producteurs tenue également à Charleston

Enfin, l'enseignement de la sécurité chimique s'est répandu et l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (IUPAC), puis l'Office International du Travail [20], le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP) et l'Organisation Internationale de la Santé (WHO) ont joint leurs efforts pour promouvoir une chimie sans danger pour l'environnement et la santé [36, 37].

Les deux premiers «workshops» sur la sécurité dans la production chimique tenus à Bâle en 1990 et à Yokohama en 1993 sous l'égide de l'IUPAC ont été de réels succès, permettant l'enseignement et l'expérimentation *in situ* à un grand nombre de chimistes de pays du tiers-monde, un troisième «workshop» devrait se tenir à New York en 1995 dans le bâtiment des Nations Unies et un quatrième en Asie. Le président élu de l'IUPAC, Albert Fischli, a été très actif dans ce programme de l'IUPAC auquel l'Unesco et l'Unido apportent leur contribution ainsi que les industries chimiques suisse en 1990 et japonaise en 1993.

Un programme de l'Unido «Global Network of Safety» est en cours de mise en place. Il prévoit la création de centres d'enseignement et de pratique (training centers) en sécurité et environnement dans les pays en voie de développement notamment aux Indes, en Indonésie et en Thaïlande.

La Conférence internationale sur la sécurité chimique (ICCS) tenue à Stockholm les 25-29 avril 1994 à l'invitation de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement a mis en place le forum intergouvernemental sur la sécurité chimique [37].

Des réunions internationales sont prévues ainsi qu'un vaste programme de coopération concernant tous les aspects de la sécurité chimique.

Certes, les chimistes et les industriels de la chimie savent bien que les produits qu'ils manipulent, inventent ou fabriquent peuvent être et sont souvent toxiques, voire très toxiques. Ils savent aussi que les réactions qu'ils mettent en œuvre sont dangereuses, explosives parfois. Cependant les hommes apprennent et tirent de nouvelles leçons des accidents et désastres et la prévention ainsi que le «management des accidents» font intégralement partie de la gestion de l'industrie chimique. Un excellent ouvrage [24] soulignait la réputation d'Union Carbide qui était considérée avant Bhopal comme un «leader reconnu en sécurité industrielle dans l'industrie chimique» [25] et pourtant le désastre de Bhopal a eu lieu !

Une leçon essentielle est qu'il ne suffit pas d'avoir des procédures impeccables, il faut être sûr qu'elles fonctionnent à tout instant [24] et aussi

Encadré 2

World Bank guidelines

World Bank guidelines for preventing and controlling industrial hazards are modeled after those of the European countries. Under these guidelines, a plant manager would have to :

- Know where hazardous materials are present in the plant, and what processes could lead to emergencies.
- Provide outlines of primary preventive measures such as proper design, construction, inspection, maintenance, and operation of storage vessels and process systems.
- Provide special measures for preventing potentially hazardous leaks that could lead to major accidents.
- Show measures for limiting the extent of major accidents.
- Provide workers at the site with data, training, and equipment for preventing and handling any emergencies.
- Specify special local circumstances in procedures such as potential extent of hazardous impact, location, population density, meteorology, and topology.
- Provide a full safety case. This is the centerpiece of the whole set of guidelines. (D'après C&EN, April 1985).

qu'il faut «tout voir» «look at everything in an open-ended framework» [26, 27]. Les déficiences en sécurité mettent en jeu des vies humaines et la vie des entreprises et la maîtrise de la sécurité est non seulement une «obligation» mais aussi une «sauvegarde».

Bhopal aura généré un immense mouvement de réflexion et d'action pour faire en sorte que la chimie, si bénéfique aux activités humaines, ne soit pas terriblement menaçante et destructrice. S'il est peut-être trop tôt pour juger des résultats, compte tenu de l'ampleur de ce mouvement, il est évident qu'il s'agit d'un pas en avant, certes payé d'un prix exorbitant, mais qui portera des fruits bénéfiques, si l'action de prévention et de sécurité technique ne faiblit pas et si l'appareil juridique est suffisamment dissuasif sans cependant céder à une certaine «chimiphobie» ambiante [42].

Remerciements

L'auteur et *L'Actualité Chimique* tiennent à remercier tout particulièrement le Dr S. Varadarajan pour sa documentation et son aide précieuse.

Références

- [1] *Chemical and Engineering News (C&EN)*, 21.01.1985, p. 9-15.
- [2] *C&EN*, 25.03.1985, p. 4-5.
- [3] Lepkowski W., *C&EN*, 02.12.1985, p. 28-32.
- [4] Picot A., *La Recherche*, 1986, 17, p. 412-417. Voir aussi Picot A., *L'Actualité Chimique*, janvier 1985, p. 97.
- [5] *C&EN* 16.03.1992, p. 9.
- [6] *C&EN* 19.12.1994, p. 9.
- [7] Lepkowski W., *C&EN* 04.01.1988, p. 8-11.
- [8] Lepkowski W., *C&EN* 28.11.1988, p. 7-11.
- [9] Vasanoff S., *Learning from Disaster*, University of Pennsylvania Press, 1994.
- [10] Mekta M.C., *Versus Union of India (AIR 1987 - s.c. 1086)*.
- [11] Lepkowski W., *C&EN* 04.07.1988, p. 8-12.
- [12] Lepkowski W., *C&EN* 10.07.1989, p. 4.
- [13] Heylin M., *C&EN* 20.03.1989, p. 5.
- [14] Lepkowski W., *C&EN* 17.10.1991, p. 4.

- [15] Lepkowski W., *C&EN* 16.03.1992.
- [16] *New Scientist*, 12.10.1991, p. 15.
- [17] Lepkowski W., *C&EN* 19.09.1994.
- [18] Lepkowski W., *C&EN* 19.12.1994.
- [19] Tara J., *Corporate killing : Bhopals will happen*, Free Association Books, Londres, 1988.
- [20] Shrivastava P., *Anatomy of a Crisis*, Bollinger Publish Co Cambridge (Mass), USA, 1987.
- [21] Kurzman D., *A Killing Wind*, Mac Graw Hill, USA, 1987.
- [22] Bogard W., *The Bhopal Tragedy*, West View Press, 1989.
- [23] Morehowse W., directeur du conseil des affaires publiques et internationales, cité dans [9], p. 30.
- [24] Kasperson R.E., Kasperson J.X., Hohenemser C., Kates R.W., *Corporate Marnagement of Health and Safety Hazards : A comparison of current practice*, Westview Press, 5500 Central Ave, Boulder Co., USA, 1989.
- [25] Lynch J., *C&EN* 01.05 1989, p. 57.
- [26] Bogard W., *The Bhopal Tragedy, Language, Logic and Politics in the Production of a Hazard*, Westview Press, Boulder Co., USA, 1990.
- [27] Lepkowski W., *C&EN*, 27.08.1990, p. 25-26.
- [28] Rapport du Cadas de l'Académie des sciences (voir aussi *L'Actualité Chimique*, mars 1994, p. 81).
- [29] Hileman B., *C&EN* 19.09.1994, p. 6-7.
- [30] *C&EN* 12.12.1994, p. 22.
- [31] Lepkowski W., *C&EN* 08.04.1985.
- [32] *C&EN* 20.06.1994, p. 22.
- [33] Lepkowski W., *C&EN* 21.11.1994.
- [34] Lepkowski W., *C&EN* 08.04.1985.
- [36] World Bank Guidelines (*encadré 2*)
- [37] Chemistry International (IUPAC), 1994, 16, p. 204-209.
- [38] Chemistry International (IUPAC), 1994, 16, p. 41-46.
- [39] Ramakrishnan V., *Disaster Management, No relief 10 years after Bhopal, Frontline*, December 19, 1994, p. 22-24.
- [40] *The chemistry of living death, Down to Earth*, December 31, 1994, p. 25-36.
- [41] Madhusree Mukerjee, *Scientific American*, 1995, 273, p. 15-16.
- [42] Aftalion F., *La protection de l'environnement*, France Empire Éditeur, 1995.

alvéoles pulmonaires avec libération de méthylamine très agressive. Cette irritation pulmonaire s'observe à des concentrations extrêmement faibles, inférieures à 1 ppm, raison pour laquelle la valeur limite d'exposition dans l'air des ambiances de travail fixée par l'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) pour l'isocyanate de méthyle, est inférieure à 0,02 ppm, soit 0,05 mg par m³ d'air [9].

Pour les victimes du nuage toxique de Bhopal, les yeux et les poumons furent les cibles privilégiés, car ce sont les premières zones en contact avec le mélange gazeux. Une hydrolyse rapide de l'isocyanate de méthyle en présence de l'eau tissulaire pourrait rendre compte des troubles observés.

La toxicité à long terme de l'isocyanate de méthyle : un étrange paradoxe

Fait étonnant, parmi toutes les personnes atteintes par le nuage toxique mais non décédées, environ 20 000 ont ultérieurement développé des troubles à long terme qui, en plus des poumons et des yeux, ont atteint d'autres systèmes ou organes.

Ainsi, une enquête épidémiologique en 1988, auprès de 1 109 survivants de la catastrophe a permis de mettre en évidence que la majorité des personnes intoxiquées souffraient de troubles persistants. Ces atteintes plus ou moins importantes touchaient non seulement l'appareil respiratoire et les yeux, les cibles initiales, mais aussi les systèmes cardiovasculaire, gastro-intestinal, musculosquelettique, reproducteur et immunitaire [10].

Comment expliquer ces effets à retardement alors que, comme on l'a vu précédemment, la demi-vie de l'isocyanate de méthyle en milieu biologique n'excède pas 2 minutes ?

Il y a là un paradoxe difficile à comprendre.

Grâce à de l'isocyanate de méthyle radiomarqué, il a été mis en évidence qu'il pouvait se retrouver à des concentrations actives au niveau de différents organes, alors que sa forme libre n'était pas détectée. D'où l'hypothèse que l'isocyanate de méthyle pourrait être pris en charge, dès son entrée dans l'organisme, par un transporteur présentant dans sa structure une fonction nucléophile plus réactive que l'eau environnante. C'est en effet le cas de la fonction thiol (R-S-H), que l'on retrouve dans la structure d'un tripeptide très important, le glutathion (G-S-H).

Ainsi l'isocyanate de méthyle réagit rapidement et de façon réversible avec le glutathion, qui existe en abondance dans le film liquidien endo-alvéolaire [11]. Cette réaction est «spontanée» et ne nécessite pas de catalyse enzymatique du type S-glutathion-transférase.

Pour expliquer cette préférence vis-à-vis des fonctions thiols, il est nécessaire de faire appel au concept dur-mou décrit par Pearson [12]. La délocalisation des électrons de l'isocyanate de méthyle (H₃C-N=C=O) fait de cette molécule un électrophile mou. De ce fait, l'isocyanate de méthyle va préférentiellement réagir avec un nucléophile mou comme, par exemple, la fonction thiol (-S-H) du glutathion, de la cystéine, mais aussi d'autres peptides et de protéines à fonction thiol accessible.

Ceci explique aussi pourquoi la substitution nucléophile par une fonction thiol, par exemple du glutathion, sera privilégiée par rapport à l'hydrolyse en présence de l'eau du milieu biologique.

Ainsi, au niveau pulmonaire, l'isocyanate de méthyle va rapidement rencontrer du glutathion présent en quantité appréciable dans le liquide alvéolaire, et va former le S-(N-méthylcarbamoyl) glutathion (SMG).

D'un point de vue général, l'isocyanate de méthyle peut réagir selon un mécanisme réversible avec une fonction thiol en formant un S-thioester N-méthylcarbamique ou thiocarbamate (schéma 2).

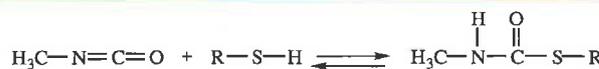


Schéma 2 - Réaction entre l'isocyanate de méthyle et un thiol.

Comme le résume le schéma 3, l'attaque de l'isocyanate de méthyle par la fonction thiol libre du glutathion forme le S-(N-méthylcarbamoyl) glutathion (SMG) qui pourrait ainsi servir au transport dans l'organisme de cet isocyanate réactif. Cette réaction étant réversible, l'isocyanate de méthyle peut être facilement libéré au niveau de cibles appropriées, par exemple des protéines cellulaires ou circulantes présentant une fonction thiol accessible. Le temps de demi-vie du SMG en milieu biologique est d'environ 1 heure, soit beaucoup plus que celui de l'isocyanate de méthyle [20].

Dans ces réactions, le SMG se comporte comme un agent de trans-carbamoylation pour les peptides ou les protéines à groupement cystéinyl-SH libre, modifiant ainsi leur structure et, de ce fait, leurs propriétés biologiques [13].

Ceci a des implications importantes dans la compréhension du mécanisme d'action toxique des isocyanates ou des isothiocyanates (R-N=C=S), ces derniers se retrouvant fréquemment dans des produits naturels.

En expérimentation animale, l'injection chez le Rat d'isocyanate de méthyle conduit à l'excrétion dans la bile du S-(N-méthylcarbamoyl) glutathion (SMG) [14] et à l'élimination urinaire de 25 % de la dose d'isocyanate de départ sous forme d'acide mercapturique correspondant : la N-acétyl-S-(N-méthylcarbamoyl) cystéine (AMCC) [15] comme l'indique le schéma 3.

Sur ce schéma, il apparaît bien que l'isocyanate de méthyle doit être considéré comme un toxique direct, c'est-à-dire qu'il peut, grâce à sa propre réactivité, interférer avec les molécules biologiques possédant une fonction nucléophile, et ceci sans l'aide d'enzymes.

Les cibles privilégiées semblent être les protéines à fonction thiol libre, dont en général la carbamoylation va entraîner l'inhibition de leur fonction biologique [16]. A titre d'exemple, *in vitro* l'isocyanate de méthyle va réagir sur l'actine G, une des protéines importantes des microfilaments, bloquant ultérieurement sa polymérisation en actine F ce qui en final désorganise le cytosquelette cellulaire.

Une seconde voie permet d'aboutir au même résultat, mais par un cheminement un peu plus compliqué, mettant en jeu une forme de transport originale, le glutathion. Ce dernier réagit très aisément avec l'isocyanate de méthyle et forme le SMG (schéma 3) qui peut alors traverser facilement les membranes lipophiles et être véhiculé dans le sang. Comme l'action du glutathion sur l'isocyanate de méthyle est réversible, le SMG

libérera au niveau cellulaire l'isocyanate de méthyle qui pourra ainsi intervenir directement sur sa cible. Pour son élimination hors de l'organisme, le SMG va faire intervenir les voies classiques de formation des acides mercapturiques. Il y a d'abord élimination d'une glycine puis d'un acide glutamique et ceci en présence de peptidases spécifiques. La S-(N-méthylcarbamoyl) cystéine (SMC) formée est, en final, acétylée en N-acétyl-S-(N-méthylcarbamoyl) cystéine (AMCC) que l'on va retrouver dans les urines comme métabolite urinaire principal de l'isocyanate de méthyle.

Pour une part, la SMC peut perdre sa cystéine et redonner au contact des tissus l'isocyanate de méthyle. Il est intéressant de remarquer que, par transcarbamoylation, le SMG en présence de cystéine peut facilement donner directement la SMC.

Il apparaît ainsi que le SMG et la SMC doivent être considérés comme des formes de transport de l'isocyanate de méthyle libérant celui-ci au niveau des cibles appropriées, par contact avec la membrane plasmique.

Les études ne sont pas actuellement assez avancées pour bien expliquer les effets myélotoxiques, génotoxiques et immunotoxiques de l'isocyanate de méthyle. Néanmoins, il semble que, dans de nombreux cas, le SMG et secondairement la SMC soient des éléments cytotoxiques capables de libérer *in situ* l'isocyanate de méthyle.

A part les atteintes pulmonaires et oculaires qui furent constantes parmi les victimes de l'accident de Bhopal, il apparaît que l'isocyanate de méthyle est aussi un toxique puissant pour la reproduction surtout chez la femme [5]. Beaucoup de femmes intoxiquées ont souffert de troubles gynécologiques (leucorrhées, inflammation pelvienne, suppression de la lactation...). Par ailleurs, les gestations menées à leur terme après l'accident de Bhopal n'ont jamais excédé 15 %.

Il semblerait que l'action fœtotoxique de l'isocyanate de méthyle soit due au SMG qui empêcherait le développement embryonnaire en inhibant la capture des nutriments par le sac vitellin. Cette inhibition pourrait être due à la carbamoylation des protéines tissulaires par l'isocyanate de méthyle libéré à partir du SMG [17].

Comme cela a été décrit précédemment [16], l'isocyanate de méthyle, de par son électrophilie, peut réagir facilement avec les fonctions thiols présentes sur certaines protéines, sur des peptides comme le glutathion, mais aussi sur la cystéine. Ceci constitue des formes particulières de transport qui permettent de libérer l'isocyanate de méthyle au niveau d'organes cibles aussi variés que les poumons, le foie, mais aussi au niveau de l'embryon ou ultérieurement du fœtus (schéma 3).

Par contre, l'affinité de l'isocyanate de méthyle est plus faible pour l'eau, et son hydrolyse en méthylamine et dioxyde de carbone n'est pas instantanée (schéma 1).

Avec l'ADN, le site d'alkylation par l'isocyanate de méthyle est, pour l'essentiel, les amines primaires hétérocycliques (qui sont des donneurs durs dans le concept dur-mou de Pearson), préférentiellement celle de la cytosine mais aussi secondairement celles de l'adénine et de la guanine [18] (figure 1).

Il se forme une méthylurée substituée, le reste méthylcarbamoylé occupant un volume de van der Waals identique à un groupement butyle, ce qui entraîne une distorsion locale dans l'ADN facilement reconnue par le système de réparation, type excision.

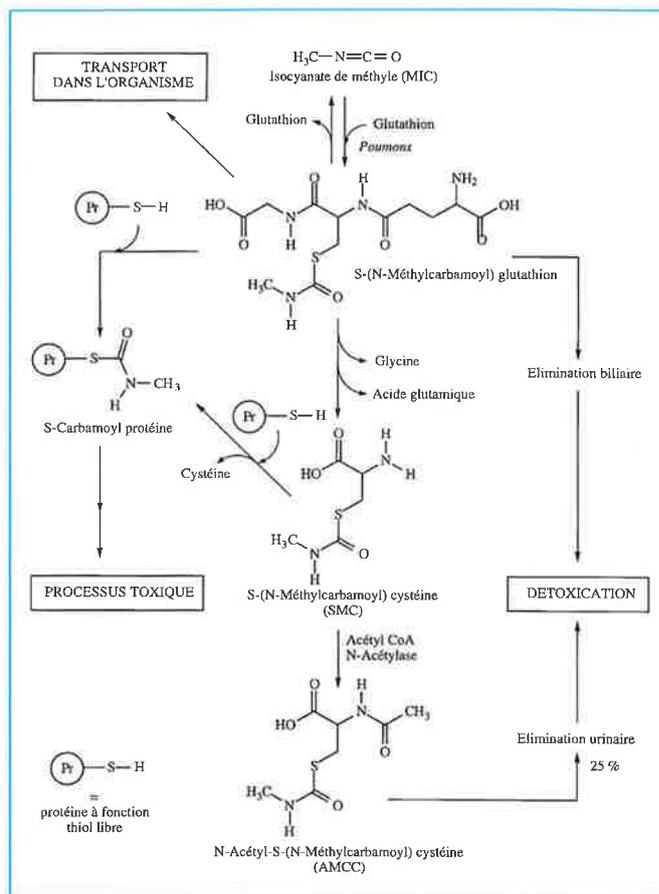


Schéma 3 - Réaction de l'isocyanate de méthyle avec le glutathion et les protéines à fonction thiol disponible.

Dans certains tests à court terme, l'isocyanate de méthyle est un faible mutagène, et est par ailleurs un agent clastogène entraînant des modifications de la structure des chromosomes, vraisemblablement par atteinte des protéines nucléaires (réparases ?). Ceci signifie peut-être que l'isocyanate de méthyle n'est pas un génotoxique vrai, mais serait plutôt un promoteur de cancérogénèse faible [19], mais ceci reste à vérifier.

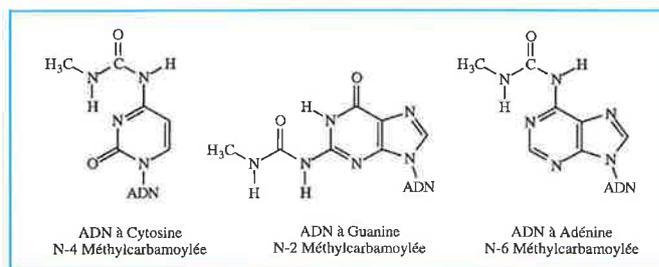


Figure 1 - Principaux adduits entre les bases nucléiques et l'isocyanate de méthyle.

Quelles leçons tirer de la catastrophe de Bhopal ?

Bhopal, qui fit connaître au monde entier l'isocyanate de méthyle, aura permis aux toxicologues de progresser plus rapidement dans la compréhension des propriétés de ce toxique étonnant... mais à quel prix !

Classiquement, cet isocyanate très réactif aurait dû intervenir sur les organismes vivants riches en eau en s'hydrolysant

avec libération de méthylamine. En fait, cette hydrolyse ne semble s'observer qu'au niveau des premiers points de contact de l'isocyanate de méthyle avec l'organisme : les yeux et l'appareil respiratoire.

Fait étrange, l'isocyanate de méthyle tue avec des temps de latence de plusieurs dizaines d'heures. Ceci semble signifier qu'une fois pénétré dans l'organisme, ce produit très réactif s'y dissimule sous une forme de transport moins réactive qui, ultérieurement, peut relibérer l'isocyanate de méthyle toxique.

La formation transitoire de ce transporteur peut aussi expliquer comment l'isocyanate de méthyle peut entraîner des effets toxiques retardés. En particulier, les effets sur la reproduction (toxicité maternelle, fœtotoxicité...) sont particulièrement importants et doivent procéder par un tel mécanisme. Les travaux démarrés après Bhopal sur la toxicité de l'isocyanate de méthyle, surtout les effets à long terme, ont permis de mettre en évidence pour la première fois le rôle essentiel joué par le glutathion comme transporteur de cet isocyanate réactif.

Normalement, dans l'organisme, le glutathion est une véritable plaque tournante. Il est capable, dans la majorité des cas, de neutraliser les composés xénobiotiques électrophiles, qui sont ultérieurement éliminés hors de l'organisme sous forme d'acides mercapturiques.

Avec certains composés bifonctionnels comme par exemple les 1,2-dihaloalcanes (1,2-dibromoéthane...), le glutathion conduit à la formation d'entités réactives (sels de sulfonium...) impliquées dans des processus génotoxiques.

Avec l'isocyanate de méthyle, tout comme avec les isothiocyanates, une nouvelle fonction du glutathion a été mise en évidence. Il peut servir de transporteur de molécules réactives masquant ainsi transitoirement les propriétés toxiques de celles-ci [20].

Autre retombée de ces recherches, la possibilité de formation transitoire d'isocyanate de méthyle lors de la métabolisation de certains xénobiotiques. Ainsi en présence de monooxygénase à cytochrome P-450 (CYP2E1), un solvant hépatotoxique comme le diméthylformamide (DMF) ou une molécule antitumorale telle que le N-méthylformamide, renommé pour son hépatotoxicité, sont métabolisés transitoirement en isocyanate de méthyle. Celui-ci est immédiatement capté par le glutathion hépatique sous forme de SMG qui sera soit éliminé tel quel par voie biliaire, soit dégradé en SMC qui, après acétylation, se retrouvera dans les urines sous forme d'AMCC (schéma 3).

Récemment, il a été mis en évidence que les isothiocyanates organiques, que l'on retrouve dans divers végétaux (crucifères), sont oxydés en présence de monooxygénase à cytochrome P-450 en isocyanates, ce qui pourrait expliquer l'hépatotoxicité de certains de ces composés [20].

L'isocyanate de méthyle se retrouve ainsi au carrefour de plusieurs voies de métabolisation mais, dès sa formation, il est rapidement capté par le glutathion. La formation d'un adduit entre le glutathion et l'isocyanate de méthyle permet à ce dernier de pénétrer dans l'organisme, de s'y répartir et, en final, d'être libéré au niveau des membranes cellulaires.

Le schéma 4 résume toutes ces voies de métabolisation aboutissant transitoirement à l'isocyanate de méthyle.

Il peut paraître dérisoire de mettre en parallèle le bilan catastrophique de l'accident de Bhopal et les avancées modestes en toxicologie moléculaire.

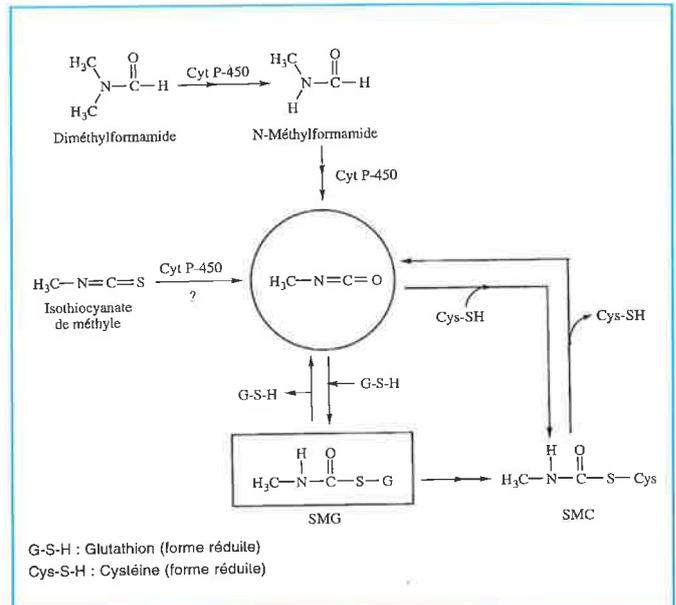


Schéma 4 - L'isocyanate de méthyle : carrefour de métabolismes.

Espérons malgré tout que l'isocyanate de méthyle, «l'oublié de la toxicologie», continuera à faire progresser nos connaissances dans ces domaines d'interface entre la chimie, la biologie et la toxicologie.

Ceci ne doit pas masquer qu'un accident, aussi dramatique que celui de Bhopal, ne semble guère avoir servi de leçon. En effet, le gouvernement indien vient d'accepter l'implantation de 22 usines pétrochimiques où les règles de sécurité sont, selon les experts, absentes ou inadéquates [21].

La revue *Business and Political Observer* [22] signale que Visakhapatnam, une cité en pleine expansion près de l'Andhra Pradesh (l'État où se situe Bhopal) pourrait connaître, à son tour, une catastrophe industrielle du fait de la présence de grandes quantités de produits chimiques réactifs. Ceux-ci sont stockés dans une vingtaine d'entrepôts implantés en pleine ville. Selon ce quotidien, un accident par explosion ou par fuite de gaz toxiques, pourrait provoquer en quelques minutes des milliers de morts.

Un autre Bhopal, n'est donc pas à exclure..., espérons que la sagesse indienne l'emportera ?

Remerciements

Je tiens à remercier très sincèrement Anne-Christine Macherey, Josyane Guéry et Jean-Pierre Alazard pour l'aide qu'ils m'ont apportée à la préparation de ce document.

Références

- [1] Donnet J.-B., Bhopal : causes, conséquences et leçons, dix ans après, *L'Actualité Chimique*, août-septembre 1995, p. 45.
- [2] Picot A., Bhopal : fuite mortelle d'isocyanate de méthyle dans l'usine de pesticides d'Union Carbide, *L'Actualité Chimique*, janvier-février 1985, p. 97-98.
- [3] Kimmerle G., Eben A., Zur toxicität von methylisocyanat und dessen quantitativen bestimmung in der Luft, *Archiv. Toxikol.*, 1964, 20, p. 235-241.
- [4] Varma D. R., Hydrogen cyanide and Bhopal, *The*

- Lancet*, September 2, 1989, p. 567-568.
- [5] Bucher J.R., Methylisocyanate : a review of health effects research since Bhopal, *Fund. Appl. Toxicol.*, 1987, 9, p. 367-379.
- [6] Nemery B., Sparrow S., Dinsdale D., Methyl isocyanate : thiosulphate does not protect, *Lancet ii*, 1985, p. 1245-1246.
- [7] Methyl isocyanate, Brochure F414431, Union Carbide Corporation, New York, 1976.
- [8] Brown W.E., Green A.H., Cedel T.E., Cairns J., The biochemistry of protein-isocyanate interactions. A comparison of the effects of aryl and alkyl isocyanates. *Environ. Health Perspect*, 1987, 72, p. 5-11.
- [9] Picot A., Bhopal : les retombées d'une tragédie, *La Recherche*, mars 1986, 17, 175, p. 412-417.
- [10] Gupta B.N., Rastogi S.K., Chadra H., Mathur A.K., Mathur N., Mahendra P.N., Pangtey B.S., Kumar S., Kumar P., Seth R.K., Dwivedi R.S., Ray P.K., Effect of exposure to toxic gas on the population of Bhopal. Part I. Epidemiological clinical, radiological and behavioral studies. *Ind. J. Exp. Biol.*, 1988, 26, p. 149-160.
- [11] Cautin A.M., North S.L., Hubbard R.C., Crystal R.G., Normal alveolar epithelial lining fluid contains high level of glutathione, *J. Appl. Physiol.*, 1987, 63, p. 152-157.
- [12] Pearson R.G., Songstad J., Organic and biological chemistry. Application of the principle of hard and soft acids and bases to organic chemistry, *JACS*, 1967, 89, p. 1827-1836.
- [13] Pearson P.G., Slatter J.G., Rashed M.S., Deog-Hwa Han, Baillie T., Carbamoylation of peptides and proteins in vitro by S-(N-methylcarbamoyl)glutathione and S-(N-methylcarbamoyl)cysteine. Two electrophilic S-linked conjugates of methylisocyanate, *Chem. Res. Toxicol.*, 1991, 4, p. 436-444.
- [14] Pearson P.G., Slatter J.G., Han M.R., Grillo M.P., Baillie T.A., S-(N-methylcarbamoyl)glutathione : a reactive S-linked metabolite of methylisocyanate, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 1990, 166, p. 245-250.
- [15] Slatter J.G., Rashed M.S., Pearson P.G., Deog-Hwa Han, Baillie T.A., Biotransformation of methylisocyanate in the rat. Evidence for glutathione conjugation as a major pathway of metabolism and implications for isocyanate-mediated toxicities, *Chem. Res. Toxicol.*, 1991, 4, p. 157-161.
- [16] Baillie T.A., Slatter J.G., Glutathione : A vehicle for the transport of chemically reactive metabolites *in vitro*, *Acc. Chem. Res.*, 1991, 24, p. 264-270.
- [17] Guest I., Varma R.R., Inhibition of mouse embryonic, yolk sac, and limb-bud function by the methylisocyanate metabolite S-(N-methylcarbamoyl)glutathione, *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 1994, 72, p. 50-56.
- [18] Salomon J.J., DNA adducts of lactones, sultones, acylating agents and acrylic compounds, *DNA adducts : identification and biological significance* (Hemminki K., Dipple A., Shuker D.E.G., Kadlubar F.F., Segerbäck D. et Bartsch H. Ed.), *IARC Scientific Publication n°125*, IARC, Lyon, 1994.
- [19] Varma D.R., Guest I., The Bhopal accident and methylisocyanate toxicity, *Jour. Toxicol. Environ. Health*, 1993, 40, p. 513-529.
- [20] Baillie A.T., Kassahun K., Reversibility in glutathione-conjugate formation, p 163-181, *Conjugation-dependent carcinogenicity and toxicity of foreign compounds* (Anders M.W., Dekant W.), Academic Press, San Diego, 1994.
- [21] Philip B., Inde : les vies brisées de Bhopal, *Le Monde*, 4-5 décembre 1994, p. 6.
- [22] BIST, Après Bhopal, Visakhapatnam ? *Lettre mensuelle du CEDUST*, Ambassade de France en Inde, New Delhi, mai 1995, p. 62.

Stages de formation continue du CNAM

Toxicologie fondamentale et appliquée

Lieu : Paris

Thèmes :

- 20-24 novembre 1995 : Réactualisation des connaissances de base en chimie, biologie cellulaire et moléculaire.
- 15-19 janvier 1996 et 19-23 février 1996 : Toxicologie fondamentale.
- 18-22 mars 1996 et 15-19 avril 1996 : Toxicologie nutritionnelle.
- 25-29 mars 1996 : Toxicologie industrielle.

Responsables (scientifiques et pédagogiques) : A. Picot, X. Cuny, R. Albrecht, M. Rabache.

Renseignements : CNAM-FC, 292, rue Saint-Martin, 75141 Paris Cedex 03. Tél. : (1) 40.27.23.76. Fax : (1) 40.27.20.07.

Chronique du bicentenaire du système métrique

Paul-Henri Genès* *architecte DPLG, ingénieur*

L'année 1995 devrait permettre trois ou quatre célébrations concernant, s'ils sont conscients de la valeur de leurs outils, tous ceux qui se servent du mètre, d'abord, et du système international d'unités, ensuite. Autrement dit, tous ceux qui produisent des objets fabriqués dans le monde moderne.

À la fin de l'année, ce système international SI aura été obligatoire en France depuis vingt ans à dater du décret 75.1200 du 4 décembre 1975.

À l'automne, on pourra rappeler la lettre du 4 octobre 1775 par laquelle Turgot, il y a deux cent vingt ans, mettait en route la recherche d'une unité de longueur légale «scientifique», recherche qui n'a pas cessé depuis.

Avant l'été, on aurait pu rappeler que la Convention du Mètre du 20 mai 1875 s'était tenue 100 ans après ces débuts.

Enfin, et surtout, dès le 7 avril 1995, on a pu célébrer le bicentenaire de la loi du 18 germinal an III qui prétendait, avec une présomption jacobine, mettre un terme à l'effort de rationalisation des unités de mesure. La généreuse ouverture au monde qui rattachait le mètre au globe terrestre et non à l'étalon conservé au Louvre a seule permis son succès. Un succès dû au fait que les unités parvenaient à une définition valable universellement, sans référence à des usages locaux dont la valeur dépendait, depuis les monnaies frappées par Gygès (roi de

Lydie, - 687 à - 652) de la qualité des hommes qui en étaient garants.

Cependant, l'esprit comme la lettre de cette loi restaient très vulnérables à des critiques qu'il n'est pas possible de formuler ni de justifier sans références à l'origine de ce système de mesures légales.

On peut, de fait, remonter à Gygès, qui, dans le monde grec, passe pour l'inventeur de la «valeur faciale» garantissant le poids de la monnaie et sa teneur en métal précieux : l'électrum (alliage naturel d'or et d'argent) contrôlé par la «pierre lydienne» (pierre de touche). Les unités de longueur sont attestées par d'innombrables étalons conservés dans les temples ou gravés dans le marbre depuis cette époque.

Mais, en France, il est difficile de trouver une action continue pour unifier les mesures sous une seule autorité avant François 1er. Cela correspond, en fait, à l'évolution de la notion même de pouvoir politique dans la pensée de la Renaissance, développant le droit régalien essentiel de battre monnaie. L'abandon des principes régissant la féodalité médiévale favorisait les échanges et postulait, outre la facilité d'échanges monétaires, «l'uniformité des poids et mesures dans tout le royaume».

Brève histoire du système métrique

Avant et après cette date, les péripéties n'ont pas manqué. On peut relever les suivantes sans faire de recherches hors d'une bibliothèque d'ingénieur «honnête homme» :

– **1540** : l'aune royale imposée par une ordonnance de politique intérieure

postérieure à celle de Villers-Cotterêts, instituant l'état civil, eut beaucoup moins de succès. Le clergé catholique, requis de tenir les registres de baptême, était naturellement discipliné. Au contraire, le commerce incitait aux «*fraudes qui s'y glissaient à la faveur d'une diversité insidieuse*» comme le suggère l'instruction sur les mesures républicaines de 1794.

– **vers 1600**, les édits commerciaux d'Henri IV, préparés par Sully, envisageaient aussi cette uniformisation des mesures commerciales. François Bayrou, dans son récent ouvrage, néglige toutefois cet aspect de leur action économique, qui, de fait, est restée subsidiaire puisque sans effet.

– **Depuis Galilée**, mort en 1642, le «*rayon astronomique*», longueur du pendule qui bat la seconde, était réputé identique sur tout le globe terrestre. On en définit le tiers comme «*piet universel*». C'est sans doute Colbert, qui, vers 1680, demanda à Joseph Sauveur, académicien et géomètre de talent, pragmatique et bien en cour, d'établir une échelle y rapportant les diverses unités de mesures européennes.

– **1669** : l'abbé Picard mesurait déjà l'*arc de méridien*. Il mesure d'abord par arpentage sur la belle route royale rectiligne (depuis César ?), entretenue depuis Sully et que n'avait pas encore coupé l'aérodrome d'Orly, entre Villejuif et Juvisy, une base de 5 663 toises. Selon le tracé ci-joint que donne le traité de Sauveur (livre V, planche V), il mesure par triangulation la distance des clochers de Malvoisine à Sourdon, soit 68 430 toises pour les 71 minutes et 67 secondes d'arc méridien correspondants (*figure 1*).

– **En 1701**, Jean-Dominique Cassini mesure le méridien de Paris à Collioure

* 41, rue d'Assas, 75006 Paris.
Tél. : (1) 42.22.98.59.

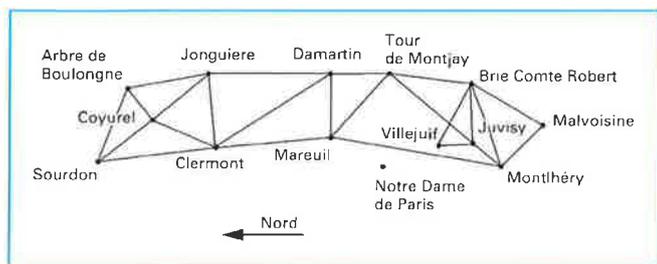


Figure 1 - Mesure par triangulation de l'arc de méridien par l'abbé Picard (1669).

et trouve des degrés de latitude de 57 097 toises s'ils sont tous égaux, au lieu des 57 060 de l'abbé Picard.

– **1718** : Jacques Cassini, prolongeant la méridienne de Paris jusqu'à Dunkerque, trouve des degrés de 56 960 toises, ce qui suppose la terre allongée vers les pôles. L'Académie des sciences publie alors le *Traité de la grandeur et de la figure de la Terre*. D'autres suivent selon les études de Maupertuis, Clairaut puis Bouguer.

– **1747** : l'Académie des sciences publie le mémoire de M. de La Condamine sur une mesure universelle, expliquant notamment la variation de la longueur du pendule à seconde sous l'effet de la force centrifuge. Il préconise comme longueur unité celle du pendule à seconde à l'équateur.

– **1769** : l'abbé Chappe d'Auteroche, né en 1728, astronome de l'Académie, meurt à San Lucar, en Californie, après avoir observé le passage de Vénus pour des mesures précises. Sa «pendule» de haute précision souffre lors du voyage de retour.

– **4 octobre 1775** : instructions de Turgot pour faire établir comme étalon de longueur celle du pendule battant la seconde au niveau de la mer à la latitude de 45°, soit en Médoc.

– **12 mai 1776** : renvoi de Turgot.

– **8 mai 1790** : sous l'influence des physiocrates, et à l'instigation des députés notables comme Talleyrand, l'Assemblée constituante, issue des états généraux, décide l'unification des mesures.

– **26 mars 1791** : l'Assemblée législative envoie Méchain mesurer l'arc de méridien entre Dunkerque et Barcelone pour avoir un chiffre officiel. Delambre est nommé un peu plus tard.

– **1792** : d'innombrables textes (lois, décrets, etc.). «animent» les organismes et commissions chargés de définir les nouvelles unités de mesure.

– **1er août 1793** : un décret définit le mètre comme la dix millionième partie

du quart du méridien terrestre.

– **1793** : institution d'une Commission temporaire des poids et mesures républicaines (*sic !*), chargée notamment de la rédaction d'un livre d'instruction pour les citoyens. La nomenclature donnée en *tableau I* date de cette époque.

– **5 octobre 1793** : la Convention, dans sa hâte d'instituer l'ère républicaine, impose les «unités» de temps, confondant le repérage calendaire et la mesure horaire.

– **Mi-1794** : édition des «Instructions», notamment chez Vincent Raphel en Avignon (annexé en 1791) (*figure 2*) : «Nous approchons de l'époque fixée par la Convention Nationale pour l'établissement d'un poids et d'une mesure uniformes dans toute l'étendue de la République».

– **7 avril 1795** : décret du 18 germinal an III rédigé par les juristes de l'Assemblée dont la rédaction «simplifiée» est répétée depuis sans commentaire (*encadré*). Le système est incorporé à la constitution de l'an III (22 août 1795).

– **22 juin 1799** : le 4 messidor an VII ; les étalons prévus par la loi sont déposés au corps législatif (qui a bien d'autres soucis...).

– **10 décembre 1799** : la loi du 19 frimaire an VIII sanctionne enfin les étalons un mois après le 18 brumaire.

– **4 novembre 1800** : l'arrêté consulaire du 13 brumaire an IX autorise la survivance d'habitudes anciennes que les lois et décrets récents n'ont en rien changées, noyés comme ils l'étaient dans le raz de marée des règlements révolutionnaires.

– **12 février 1812** : un décret impérial essaie de sauver les formes en autorisant l'usage du nom des mesures usuelles en les ramenant à une dimension métrique.

– **28 mars 1812** : un arrêté ministériel pérennise les hésitations. On ne sait plus l'arithmétique, mais on sait plier une toile en deux ou équilibrer sur la balance deux demi-livres (puis des quarts et des huitièmes...).

– **1815-1830** : la Restauration ne fait rien, mais l'enseignement primaire, ruiné par trente ans de désordre, reprend et l'on recommence à savoir compter.

– **4 juillet 1837** : une loi rétablit enfin le système «dans sa simplicité et sa rigueur primitives».

– **17 avril 1839 et 16 juin 1839** : deux ordonnances royales d'application réitèrent les interdictions d'emploi des anciennes mesures à dater du 1er janvier 1840.

– **1852** : avatars européens au XIXe siècle. Gauss, qui d'abord adapte le

Tableau I - Nomenclature des mesures, des poids et des monnaies (1793) (V. Raphel, éditeur).

Mesures linéaires		Poids	
Millaire	ml.	Bar ou millier	br. ou mlr.
Mètre	mt.	Décibar	d.br.
Décimètre	d.mt.	Centibar	c.br.
Centimètre	c.mt.	Grave	gv.
Millimètre	m.mt.	Décigrave	d.gv.
		Centigrave	c.gv.
Mesures de superficie		Gravet	gvt.
Mètre carré (a)	mt.q.	Décigravet	d.gvt.
Are	ar.	Centigravet	c.gvt.
Déciare	d.ar.	Milligravet	m.gvt.
Centiare	c.ar.		
		Monnaies	
Mesures de solidité		Livre	lv.
Mètre cubique	mt.c.	Décime	dm.
Cade	cd.	Centime	cm.
Décicade	d.cd.		
Centicade	c.cd.		
Cadil	cl.		
Décicadil	d.cl.		
Centicadil	c.cl.		
Millicadil	m.cl.		

(a) Nous nous conformons ici à l'ancien usage, qui était d'écrire carré au lieu de carré, en ramenant l'orthographe de ce nom à son étymologie, qui est le mot latin quadratum, afin de n'avoir qu'une seule lettre à employer pour chacun des signes distinctifs du carré et du cube.

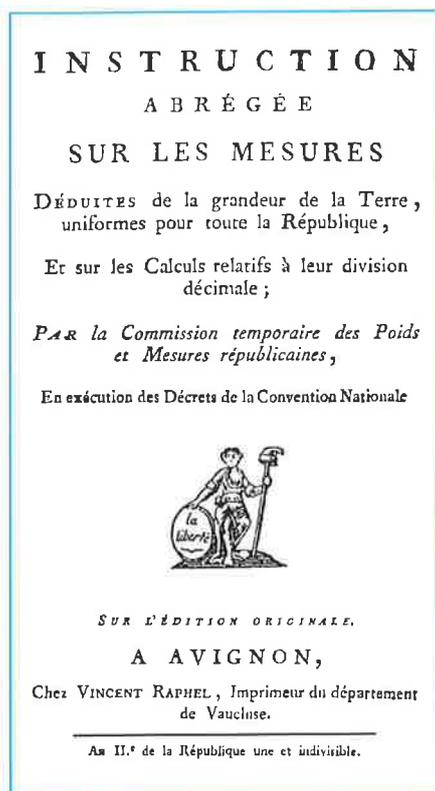


Figure 2 - Édition des «Instruction», 1794.

«système» à l'échelle de l'électrostatique, prend le *millimètre* pour unité de longueur et le *gramme* pour unité de force. De son côté, son jeune collègue Weber, qui s'occupe des forces magnétiques moins microscopiques, prend comme unité le *centimètre*.

– **1873** : le système CGS est «créé» par Lord Kelvin et adopté par Maxwell et Siemens. Il convient aux études de laboratoire.

Système des nouvelles mesures (1823)

Dans ce système, toutes les mesures sont liées entre elles et dérivent d'une unité principale qui peut se vérifier dans tous les temps et dans tous les pays ; sa nomenclature ne présente qu'un petit nombre de mots, et le calcul se distingue par sa simplicité, puisqu'il ne s'exerce que sur des nombres décimaux.

L'unité de longueur est le mètre, l'unité de superficie l'are, l'unité de volume le stère, l'unité de capacité le litre, l'unité de poids le gramme, et l'unité monétaire le franc.

Pour déterminer le mètre, on a calculé la distance du pôle à l'équateur ; cette distance est de 5 130 740 toises ou de

– **20 mai 1875** : par la Convention du mètre, les États prescrivant les mesures métriques (sauf la Grande-Bretagne) définissent comme étalons légaux ceux du *mètre* et du *kilogramme* qui seront déposés au pavillon de Breteuil à Sèvres en 1889.

– **22 avril 1876** : la France fait don, au Comité International des Poids et Mesures, du pavillon de Breteuil, et son territoire jouit désormais d'extra-territorialité.

– **1881** : le Congrès international des électriciens adopte le système CGS.

– **1889** : la 1^{ère} Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM) décide de prendre comme étalons le *jour solaire moyen*, le *mètre prototype* et le *kilogramme prototype*. Dans la pratique, les discussions continuent pour savoir s'il représente une masse ou si c'est son poids qui est une force.

– **1901** : Giorgi, conscient des inconvénients au plan pratique du système CGS, invente son système MKS.

– **2 avril 1919** : une loi et ses décrets d'application rendent obligatoire en France le système MTS. Mais le sthène, force qui est proche de 100 kg-force, n'a aucun succès pratique, d'autant plus que les unités électriques ne lui correspondent guère.

– **14 janvier 1948** : une loi tente, sans grand succès, de mettre un peu d'ordre (elle semble être passée très inaperçue !).

– **3 mai 1961** : un décret institue enfin comme légal un système cohérent dit *système international*, mais avec des énoncés qui n'ont guère évolué depuis

1795 et ignorant quelques domaines qui deviennent usuels.

– **5 janvier 1966** : un décret complète les séries d'unités légales dans de nouveaux domaines

– **4 janvier 1975** : un décret met enfin de l'ordre en exposant comme légal le «système» dit «SI» à sept unités de base.

– **26 février 1982** : un décret corrige, en fonction de la nouvelle définition qu'en a donnée la 16^e CGPM le 12 octobre 1979, l'unité d'intensité lumineuse ou *candela*.

– **Décembre 1983** : la 17^e CGPM donne une nouvelle définition du mètre... et depuis onze ans, le système légal en France n'est plus conforme au SI ! En pratique, cela ne présente aucun inconvénient, mais devrait provoquer quelques réflexions ?

Ce texte est une adaptation de celui publié par les «Instantanés Techniques» (printemps 1995, p. 44) tenant compte de suggestions formulées par Yves Noël.

Puisque ce texte ne concerne guère le litre, dont nous nous devons de commémorer le bicentenaire en 1995, nous reproduisons ci-après l'excellente relation des avatars de sa définition publiée récemment par Yves Noël dans la revue L'Histoire (avril 1995, n° 187, p. 20).

Nous remercions ces deux confrères pour leur autorisation.

R.H.

30 784 440 pieds ; sa dix-millionième partie, qui est $0^{\text{T}},513074$, ou $3^{\text{pi}},078444$, ou $3^{\text{pi}11^{\text{ig}}},295936$, exprime la longueur du mètre ; de sorte qu'un mètre vaut environ : 3 pieds 11 lignes 296/1 000.

Les autres unités se déduisent du mètre. L'are est un carré dont chaque côté a dix mètres ; il équivaut à cent mètres carrés, ou à cent carrés d'un mètre de côté. Le mètre cube forme le stère. Le litre contient un décimètre cube. Le poids d'un centimètre cube d'eau distillée donne le gramme. Une pièce d'argent, pesant cinq grammes et alliée d'un dixième de cuivre, détermine le franc.

La division décimale remplace dans chaque espèce d'unité concrète les divisions qu'on en avait faites jusqu'ici.

(Cours de mathématiques supérieures, Bézout & A. Reynaud, 1823).

Les mésaventures du litre

Yves Noël* professeur

Le litre a deux cent ans. Cette unité de mesure a connu, depuis sa création, en avril 1795, un beau succès populaire. Pourtant les spécialistes ont à plusieurs reprises modifié sa définition. Au risque de lui faire perdre sa précision.

«La Douzième Conférence générale des poids et mesures [...] déclare que le mot «litre» peut être utilisé comme un nom spécial donné au décimètre cube, [mais] recommande que le nom de litre ne soit pas utilisé pour exprimer les résultats des mesures de volume de haute précision». C'est ainsi que lors d'une réunion internationale de physiciens et chimistes, en 1964, le litre se voyait, par l'adoption d'une simple résolution, ravalé au rang de mesure imprécise, incapable d'égaliser dans leur exactitude le mètre ou le kilogramme. Pourtant, lors de sa création, il y a deux cents ans, le litre faisait lui aussi partie des mesures «nobles».

Le 7 avril 1795, la Convention, qui depuis trois ans travaille à instituer en France un système métrique basé sur un étalon unique, le mètre (créé le 1er août 1793 et représentant la dix millionième partie d'un quart du méridien terrestre), décide en effet que *«l'on appellera litre la mesure de capacité dont la contenance sera celle du cube de la dixième partie du mètre».*

Pourquoi le mot «litre» ? Celui de «pinte», déjà utilisé avant la Révolution pour désigner un volume de liquide un peu inférieur, avait d'abord été proposé. Puis, les conventionnels souhaitant définitivement rompre avec l'ordre ancien, «pinte» avait été remplacé par «cadil» (millième de «cade», nom alors donné au mètre cube et librement inspiré d'une mesure grecque antique). Sur proposition de Claude-Antoine Prieur (de la Côte-d'Or), officier qui, dès 1790, s'était intéressé au système des mesures et à sa réforme, le terme de «litre» est adopté, d'après le vieux «litron», petite mesure à grains, et aussi, comme l'explique un texte de l'hiver 1795, en référence au *«nom que portait chez les anciens, une espèce de mesure pour les liquides»* et cité, au IIe siècle, par le médecin grec Galien.

Du décimètre cube d'eau, et donc du litre, allait dériver l'unité de masse, soit le kilogramme, matérialisé comme le mètre par un étalon de platine en 1799. Mais encore fallait-il que ces nouvelles unités de mesure entrent dans les mœurs. Certes le changement, en tant que décision révolutionnaire abolissant l'ordre d'Ancien Régime, était populaire. Mais il n'était pas nécessairement facile à appliquer dans la vie courante. Au point que Bonaparte accepta, à partir de 1800, de procéder à quelques «arrangements» rétrogrades : le litre notamment pouvait reprendre le nom de pinte. Concession qui aura son terme : en juillet 1837, une loi rétablissait définitivement le système métrique dans sa pureté.

Les aventures du litre n'étaient pas terminées pour autant. Avec l'accroissement de la précision des mesures, il apparut en effet aux physiciens que le kilogramme, d'une part, et la masse du décimètre cube d'eau, d'autre part, ne coïncidaient plus

Des mesures exécutées entre 1895 et 1905 montrèrent qu'au kilogramme correspond non pas rigoureusement 1 dm³ mais 1,000027 dm³... Or le kilogramme avait été définitivement fixé par un cylindre de platine (le kilogramme étalon international, de 1889) : c'est donc le litre qui devrait être modifié.

C'est ainsi que la 3e Conférence générale des poids et mesures décida en 1901 que : *«Considérant que les recherches les plus précises concernant la détermination du volume occupé par un kilogramme d'eau pure à son maximum de densité ont démontré [...] l'égalité à peu près parfaite entre ce volume et le cube du décimètre ; mais considérant que la différence entre ces deux grandeurs a pu cependant être mise en évidence par des procédés de mesure très délicats et qu'elle ne peut plus être négligée dans des déterminations volumétriques de haute précision ; [...] la conférence déclare (que) l'unité de volume, pour les déterminations de haute précision, est le volume occupé par une masse d'un kilogramme d'eau pure, à son maximum de densité et sous la pression atmosphérique normale ; ce volume est dénommé litre».* La révolution était de taille : le litre changeait non seulement de valeur - il ne correspondait plus exactement à un décimètre cube -, mais aussi de statut puisque, de par la primauté accordée à la masse, il ne servait plus de référence - du

* UFR des sciences,
Université de Caen,
14032 Caen Cedex.
Tél. : 31.45.55.42.
Fax : 31.45.56.00.

kilogramme tiré du litre on était passé au litre tiré du kilogramme.

Certes, cette modification eut peu de conséquences - si ce n'est aucune - pour les non-spécialistes : le litre continuait à être utilisé de la même façon par tout un chacun, quelle que fût sa correspondance avec le décimètre cube. Mais pour les chimistes, le litre est l'unité de volume par excellence. Certains s'indignèrent donc de le voir ainsi déprécié. Ce n'est toutefois que soixante ans plus tard que cette sourde protestation explosa.

En 1962, l'ingénieur des Mines Maurice Danloux Dumesnils n'hésitait en effet pas à écrire dans son *Étude critique du système métrique* : «*Sous quel crâne germa, à la fin du siècle*

dernier, l'idée de changer la définition du litre ? [...] Nous l'ignorons» ; et d'ajouter : «*La Troisième Conférence générale [...] a commis une faute qui marque le déclin du système métrique. Faute grave, faute contre l'esprit du système, puisqu'à côté de l'unité de volume dérivée du mètre, elle créait une autre unité de volume, liée à la masse, ce qui était contraire au principe de l'unicité des mesures*» ; pour conclure : «*Il conviendrait de laver cette tache faite au système métrique*» !

Les sciences exactes savent aussi être humaines. Après tout, du temps avait passé depuis la décision de 1901. Les passions d'alors étaient éteintes.

Les spécialistes réunis lors de la Douzième Conférence générale des poids et mesures, en 1964, résolurent donc d'abroger la définition donnée par leurs prédécesseurs : le litre pouvait de nouveau être utilisé pour désigner le décimètre cube tant qu'il n'exprimait pas les résultats de mesures de volumes de haute précision

Les instances autorisées n'avaient pas hésité à faire machine arrière : si le litre y perdait son droit à la précision, au moins avait-il recouvré sa définition d'origine, sinon sa primauté sur le kilogramme.

SFC

Division de Chimie Organique

JCO 95

JOURNEES de CHIMIE ORGANIQUE
Ecole Polytechnique - Palaiseau, France
12 au 15 Septembre 1995

Le programme comprendra dix conférences, des communications orales et par affiches.

JOURNEE PASTEUR : Mercredi 13 Septembre, sous le patronage de la Société Française de Biochimie et Biologie Moléculaire, la Société de Cristallographie et Minéralogie et la Société française de Chimie.

S'adresser à : JCO 95 ; Congrès Scientifiques Services

Mme C. IANNARELLI

2, Rue des Villarmins ; B P 124 ; 92 210 SAINT CLOUD ; France.

Tel. (33 1) 47 71 90 04 Fax (33 1) 47 71 90 05

Société Française de Chimie - Division de Chimie Organique - 250 rue Saint Jacques - 75005 Paris
Association loi 1901 reconnue d'utilité publique

SUR LA RÉDUCTION DE L'OXYDE AZOTEUX PAR LES MÉTAUX EN PRÉSENCE DE L'EAU ; PAR MM. PAUL SABATIER ET J.-B. SENDERENS

(Soc. Chim., 1895, 3e série, XIII, p. 794)

Nous avons opéré, soit avec l'oxyde azoteux gazeux maintenu sur le mercure en présence du fer humide, soit avec sa dissolution aqueuse mise au contact de divers métaux plus ou moins oxydables, magnésium, zinc, cadmium, fer.

I. Oxyde azoteux gazeux en présence du fer humide

1° Le gaz préparé par la décomposition ménagée du nitrate d'ammoniaque pur, soigneusement lavé par une succession de flacons laveurs à eau, à potasse et à eau, est introduit dans un flacon préalablement bourré de copeaux de fer et rempli d'eau distillée, puis abandonné sur la cuve à mercure.

On n'observe aucune variation notable du volume gazeux ; mais le fer noircit d'une manière très apparente.

Le gaz primitif contenait pour 100 volumes en même temps que quelques traces d'oxygène.

Oxyde azoteux	95
Azote	5

[...] Le soixante-sixième jour, il ne reste plus de quantité appréciable d'oxyde azoteux ; l'analyse donne :

Azote	83
Hydrogène	17

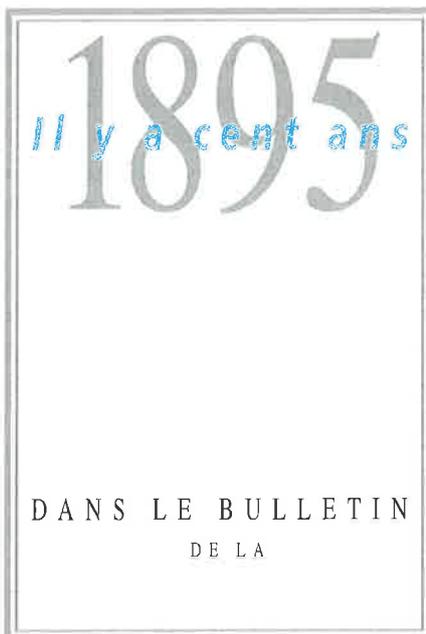
Il y a eu à la fois réduction de l'acide azoteux et dégagement assez important d'hydrogène, analogue à celui que nous avions signalé dans le cas de l'oxyde azotique, mais plus abondant, quoique attribuable à des causes identiques.

2° Nous avons également opéré en introduisant, dans un flacon rempli d'oxyde azoteux sur le mercure, de la limaille de fer humide, dépouillée autant que possible de l'air adhérent [...].

La réduction est encore très nette, mais elle va moins vite que dans le cas précédent, parce que la surface d'action du métal était plus restreinte.

II. Action des métaux sur la dissolution aqueuse d'oxyde azoteux

Sous la pression ordinaire vers 15°, 1 litre d'eau dissout environ 750 centimètre cubes d'oxyde azoteux. Une telle dissolution préparée avec le gaz pur, était introduite dans les flacons contenant le métal réducteur, puis on fermait hermétiquement avec un bouchon muni d'un tube abducteur qui se rendait sous le mercure. La réduction du gaz dissous commençait aussitôt plus ou moins vite, et comme l'azote formé est beaucoup moins



soluble que l'oxyde azoteux, il en résultait un dégagement *permanent* de gaz contenant nécessairement une certaine dose d'oxyde azoteux diffusé et dont la vitesse devait aller en diminuant beaucoup.

Magnésium en poudre : Le dégagement gazeux est ici instantané et rapide à cause de l'action propre de l'eau sur le métal, qui fournit une production importante d'hydrogène [...].

Malgré l'importance du dégagement d'hydrogène qui tend à prédominer, la réduction de l'oxyde azoteux en azote est très manifeste et se produit très rapidement.

Zinc en tournure : Le dégagement, assez rapide pendant les premières heures, se ralentit beaucoup après un ou deux jours [...].

La liqueur retirée le treizième jour contient une faible dose d'ammoniaque libre indiquée par le réactif de Nessler et par une coloration rosée de la phtaléine.

Ces résultats établissent bien la réduction de l'oxyde azoteux en azote avec légère production d'ammoniaque, dont la présence favorise beaucoup la production d'hydrogène peu appréciable au début de l'action [...].

Fer en limaille : On observe un dégagement lent et très prolongé de petites bulles gazeuses, et en agitant le liquide, on y voit flotter au-dessus de la limaille une matière noire très tenue, qui paraît constituée par un oxyde magnétique hydraté, identique à celui qu'on obtient en traitant par un excès de fer l'acide azotique dilué. Nous avons en effet constaté qu'en faisant agir l'acide azotique ordinaire étendu (100^{cc} par litre) sur le fer en excès, il se produit un dégagement d'azote mêlé à un peu d'oxyde azoteux et azotique, dégagement très faible et qui s'arrête bientôt ; en même temps, on obtient une liqueur incolore à réaction très

ammoniacale et le fer est recouvert d'une assez grande quantité d'oxyde noir qui, séché à l'air, ne se peroxyde pas, est très attirable à l'aimant et contient $\text{Fe}^3\text{O}^4, 0,5\text{H}^2\text{O}$ [...].

Le gaz recueilli du quarante-deuxième au cinquante-cinquième jour est de l'azote pur, paraissant seulement contenir de faibles traces d'hydrogène. La liqueur est ammoniacale.

Ces résultats confirment pleinement ceux qui précèdent, et démontrent que l'oxyde azoteux dissous est réduit à l'état d'azote par le magnésium, le zinc, le fer [...] : il y a formation simultanée d'un peu d'ammoniaque. Le gaz, au contact des métaux humectés d'eau, se dissout peu à peu dans cette eau et finit par être réduit d'une façon identique.

SÉANCE INDUSTRIELLE DU 3 JUILLET 1895

(Soc. Chim., 1895, 3e série, XIII, p. 756)

M. G. Bertrand présente, au nom de M. Grandjean, un nouveau filtre domestique consistant en un disque de cellulose pure, au travers duquel l'eau passe sous pression. Ce disque est obtenu en défibrant du papier de coton très pur et en comprimant ensuite la pulpe qui résulte de ce défibrage à la presse hydraulique. Les bactéries sont complètement retenues, au début, par le disque de cellulose, et c'est seulement tous les deux ou trois jours, dans les plus mauvaises conditions, qu'il devient nécessaire de changer le disque à cause de la pénétration lente des micro-organismes. Ce système de filtration est très économique, car les disques n'ont qu'une faible valeur, et il évite le nettoyage et la désinfection qu'exigent les appareils généralement employés jusqu'ici.

ANTICORPS CATALYTIQUES

Andrée Marquet a présenté devant l'Académie des sciences, le 13 mars 1995, une conférence intitulée «Les anticorps catalytiques : des catalyseurs sur mesure».

L'efficacité des enzymes pour des transformations chimiques est largement utilisée en biotechnologie pour synthétiser de nombreux composés, surtout quand il s'agit d'obtenir les molécules, soit droites, soit gauches (et non pas leur mélange), requises pour une utilisation en pharmacie, phytosanitaire... ou de réaliser une transformation sélective, dans des conditions douces sur des molécules complexes ou fragiles. Cependant, les enzymes sont souvent très spécifiques, ne transformant qu'un seul ou une famille réduite de substrats. Il existe, par ailleurs, bon nombre de réactions chimiques qui n'ont pas d'équivalent dans le monde vivant.

Dès 1969, W. Jencks a lancé l'idée que l'on pourrait élargir l'éventail des catalyseurs protéiques en faisant appel à la grande diversité du répertoire immunitaire et en produisant des anticorps contre des haptènes qui sont des analogues stables de l'état de transition de la réaction à catalyser. Il a fallu attendre 1986 pour saluer les premiers succès et voir apparaître les premiers anticorps catalytiques basés sur ce principe.

Depuis cette date, leur nombre a augmenté de façon spectaculaire, mais leur efficacité reste, pour le moment, modeste comparée à celle des enzymes. Le défi demeure et les efforts se poursuivent dans plusieurs directions, comme par exemple :

- l'induction de groupes catalytiques chargés sur l'anticorps en introduisant sur l'haptène des charges complémentaires ou en faisant appel à la mutagenèse dirigée ;
- l'élargissement du répertoire grâce à des bibliothèques combinatoires.

En bref

La prochaine décennie dira si cette technique peut devenir assez performante pour avoir des retombées technologiques. C'est d'ores et déjà une splendide victoire d'avoir montré qu'il est possible de créer des enzymes artificielles à peu près à volonté. Des applications dans le domaine thérapeutique sont également envisageables.

ARRÊT DES PUBLICATIONS PASCAL ET FRANCIS

L'Inist transfère ses produits d'information sur support papier vers des supports électroniques comme le CD Rom, aujourd'hui sous forme de données bibliographiques, à l'avenir en texte intégral. Depuis le début de 1995, les publications papier Pascal et Francis sont supprimées, hormis la BHA (bibliographie de l'histoire des arts).

- Inist, 2 allée du parc de Brabois, 54514 Vandœuvre-lès-Nancy. Tél. : 83.50.46.00. Fax : 83.50.46.50.

FICHER NATIONAL D'EXPERTISE SCIENTIFIQUE (FINES)

En juin 1993, le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (MESR) a décidé de créer un fichier national (Fines) devant permettre la collecte des fichiers d'experts des grandes organismes de recherche français et leur diffusion vers l'industrie et les décideurs politiques. Ultérieurement le fichier prendra en compte les chercheurs universitaires. Les objectifs sont de faciliter le transfert des compétences et d'aider à la prise de décision en politique de la recherche.

Les grands organismes concernés sont : le CEA, le Cirad (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique par le Développement), le CNRS, l'Inra, l'Inria, l'Inserm et l'Orstom. Le comité de pilotage est formé de représentants de ces organismes et de la direction de l'information scientifique et technique et des bibliothèques du MESR.

La configuration du système et la construction d'une maquette comprenant 1 500 experts sont prévues courant 1995. L'Inist sera chargé de la mise en œuvre opérationnelle.

- MESR, tél. : (1) 46.34.30.35. Fax : (1) 46.34.34.02.
- Inist, tél. : (1) 83.50.47.26. Fax : (1) 83.50.46.83.

LE RÉSEAU EUROPÉEN SUR LA RECHERCHE ENVIRONNEMENTALE

Le réseau européen Enero (European Network of Environmental Research Organisations) a tenu, le 1er juin 1995, son deuxième forum européen à Bruxelles, forum consacré aux formations européennes à l'environnement. En 1994, une première manifestation avait permis de faire le point sur les recherches effectuées sur le thème des pollutions aquatiques suite à des incendies dans les entrepôts de pesticides.

Créée fin 1992, l'association Enero est une force internationale au service de l'environnement. Elle a pour objectif d'aider l'industrie, les gouvernements et les organisations internationales à mettre au point des procédés et des produits qui respectent l'environnement et assurent le bien-être futur de l'humanité. Elle regroupe un ensemble d'instituts publics de

chacun des pays de la Communauté dont la vocation majeure répond à ce même objectif : faire de l'environnement un facteur d'innovation technologique et de développement économique. Les adhérents à l'Enero développent et renforcent leurs propres programmes de recherche et de développement, partagent les informations, les connaissances techniques et scientifiques, jouent un rôle actif au niveau européen.

C'est l'Ineris (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques) qui est le partenaire français de l'Enero. Créé en 1990, à la suite de la restructuration du Cerchar, l'Ineris constitue aujourd'hui un élément essentiel de la politique française au service des industriels qui souhaitent intégrer les préoccupations environnementales dans leur stratégie.

Au total, l'Enero dispose d'une force de plus de 3 000 chercheurs, ingénieurs et techniciens, capables d'aider l'industrie, les pouvoirs publics, les collectivités locales, la Commission européenne. Des thèmes ont été retenus sur lesquels des groupes de travail et de réflexions ont été créés, pilotés par un des instituts européens. Actuellement cinq groupes de travail existent (entre parenthèses est indiqué le responsable de l'Enero pilotant le projet) :

- Conséquences écologiques d'une pollution aquatique de cours d'eau suite à un incendie dans un entrepôt de produits chimiques (Ineris, France).
- Formation (KfK, Allemagne).
- Environnement urbain (ENEA, Italie).
- Cycle de vie des produits (TNO, Pays-Bas). Ce projet est en cours de définition.
- European Passive Sampling Initiative (NETCEN, Grande-Bretagne).

Il faut noter que, depuis l'entrée de l'Autriche, de la Finlande et de la Suède dans l'Union européenne, l'Enero a contacté ces trois pays pour devenir membres fondateurs de l'association. Actuellement, l'institut suédois IVL a

déjà posé officiellement sa candidature.

- **Enero**,
9, rue de Rocroy, 75010 Paris.
Tél. : (1) 45.16.09.56.
Fax : (1) 45.96.09.57.

NOUVELLE TECHNIQUE POUR L'OXYDATION DE POLLUANTS EN PHASE AQUEUSE

Des chercheurs du laboratoire de chimie de coordination du CNRS à Toulouse (Bernard Meunier et Alexandre Sorokin), en collaboration avec le département biotechnologie et environnement d'Elf à Lacq, ont mis au point une nouvelle méthode de dégradation d'un polluant très peu biodégradable. La réaction de type oxydation catalytique utilise l'eau oxygénée, oxydant «propre» et des catalyseurs à base de fer ou de manganèse. Au bout de 7 000 cycles catalytiques effectués en 5 minutes, la transformation du trichlorophénol (TCP) est totale, et les chercheurs sont notamment arrivés à ouvrir le cycle aromatique.

De nombreux dérivés halogénés aromatiques sont classés parmi les produits chimiques polluants en raison de leur biodégradation très lente par les microorganismes, ce qui conduit à leur accumulation dans l'environnement. Il est donc utile de mettre au point des méthodes catalytiques efficaces permettant l'oxydation de ces organochlorés pour conduire à des produits facilement biodégradables. Un tel système catalytique doit répondre à trois critères : l'oxydant doit être disponible en grande quantité et utilisable à grande échelle sans nuire à l'environnement. C'est le cas de l'eau oxygénée dont le seul sous-produit en fin de réaction est l'eau. D'autre part, le catalyseur doit être efficace, et sa préparation à l'échelle industrielle doit être facilement envisageable. Enfin, il faut procéder à une oxydation poussée des organochlorés aromatiques, allant

jusqu'à l'ouverture du cycle aromatique et la libération des atomes de chlore sous forme de chlorures.

L'oxydation du TCP avec de l'eau oxygénée diluée a été réalisée en utilisant des quantités catalytiques (de 0,01% à 1% par rapport au phénol chloré) de sulfophthalocyanines de fer (FePcS) ou de manganèse (MnPcS). La conversion du TCP est totale et deux types de produits ont pu être identifiés au cours de l'oxydation : des produits d'oligomérisation du phénol de départ et, surtout, des produits provenant de l'ouverture du cycle aromatique. L'acide chloromaléique est le produit majoritaire. Le système catalytique $\text{PePcS}/\text{H}_2\text{O}_2$ peut être également utilisé en catalyse supportée, en utilisant des résines échangeuses d'ions comme support facilitant ainsi la récupération du catalyseur.

Cette nouvelle méthode catalytique d'oxydation pourrait être développée pour le traitement d'effluents aqueux contaminés par des produits chimiques peu biodégradables. De 1986 à 1995, six brevets français et internationaux ont été déposés en partenariat entre Elf-Atochem et le CNRS.

(Source : CNRS)

Références : Sorokin A., Sérin J.-L., Meunier B., Efficient oxidative dechlorination and aromatic ring cleavage of chlorinated phenols catalyzed by iron sulfo phthalocyanine, *Science*, 26 mai 1995, 268, p. 1163.

- **Contact : Bernard Meunier, équipe «Oxydation biométrieque», Laboratoire de chimie de coordination du CNRS, Toulouse.**
Tél. : 61.33.31.46.
Fax : 61.55.30.03.

En bref

FILM CNRS : «LE QUASICRISTAL OU LE PENTAGONE INTERDIT»

Ce film fait le récit de la découverte, en 1984, des quasicristaux. Les principaux acteurs scientifiques de cette découverte parlent de leurs travaux et évoquent le développement des quasicristaux durant les dix dernières années.

Ces composés sont des alliages métalliques d'une symétrie jusque-là interdite par les lois de la cristallographie (symétrie d'ordre cinq). Ces travaux ont impliqué des compétences variées. Chimistes, physiciens, mathématiciens travaillent ensemble sur ce domaine en pleine expansion.

Des applications sont envisagées, en particulier dans la physique et la chimie des nouveaux matériaux : ils sont, par exemple, utilisés comme matériau de revêtement pour des pièces mécaniques.

Un film de Dominique Pignon, directeur de recherche CNRS.

Co-production : CNRS (département des Sciences physiques et mathématiques, département des Sciences chimiques), Asphalt Production et Telessonne.

- **CNRS, 3, rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16.** Tél. : (1) 44.96.40.00. Fax : (1) 44.96.50.00.

DIPLOME D'INGÉNIEUR ISTCV EN TECHNIQUES CÉRAMIQUES ET VERRIÈRES

La Commission des titres d'ingénieurs a habilité l'ENSCI (École Supérieure de Céramique Industrielle) à délivrer ce diplôme. Il s'agit d'une nouvelle formation d'ingénieur (NFI) accessible par la voie de la formation continue.

Pour répondre au mieux aux attentes des employeurs, la formation est organisée en partenariat avec l'ENSCI, mais aussi avec l'ensemble des institutions de la profession (Confédération des Industries Céramiques de France, Fédération des Chambres Syndicales de l'Industrie du Verre, Fédération des Fabricants de Tuiles et Briques de France), la Chambre de Commerce et d'Industrie de Limoges et le Cast, organisme de formation continue, filiale de l'Insa de Lyon.

- **École Nationale Supérieure de Céramique Industrielle (ENSCI), 47 à 73, avenue Albert Thomas, 87065 Limoges Cedex.**
Tél. : 55.45.22.22. Fax : 55.79.09.98.

LES JEUNES ET L'INNOVATION

Pour la troisième année consécutive, l'Anvar a renouvelé sa démarche de suivi des aides aux jeunes. En septembre 1994, une enquête exhaustive a donc été menée auprès des 978 responsables des projets ayant bénéficié de ce soutien entre janvier et décembre 1993.

Cette enquête couvre cette fois l'année civile, contrairement aux deux précédentes qui concernaient des périodes scolaires.

Les 978 aides aux jeunes accordées en 1993 l'on été à 364 établissements d'enseignement, avec une participation un peu plus forte des écoles d'ingénieur (46 % de l'ensemble des aides attribuées). Les lycées (24 %), les universités (16 %) et les associations (2 %) représentent les autres sources de projets.

Les motivations qui ont décidé les auteurs de projets, si elles sont diverses, apparaissent en grande majorité marquées par une composante commune : préparer par une expérience pratique, généralement industrielle, l'arrivée sur le marché de l'emploi. Il est à noter que dans 77 % des cas, les jeunes pensent qu'ils n'auraient pas mené ces programmes sans l'aide de l'Anvar.

Si les produits ou procédés développés appartiennent à tous les secteurs d'activité, dans leur majorité les projets d'élèves-ingénieurs se rapportent à l'électronique, à l'informatique et à la mesure et au contrôle.

De plus en plus de projets impliquent des collaborations externes (87 % un laboratoire ou une entreprise), le partenariat se situant au niveau régional, signe de la bonne intégration des écoles et universités dans le tissu économique local.

La collaboration repose sur un échange équilibré : l'établissement d'enseignement supérieur ou secondaire apporte la compétence de professeurs, de chercheurs ; l'entreprise apporte son expérience et son savoir-faire ; les jeunes rédigent le cahier des charges, définissent le problème, soumettent des solutions, recherchent éventuellement des fournisseurs, mènent les travaux prévus et, enfin, rédigent pour l'Anvar un rapport de fin de programme.

La participation de l'Anvar, à hauteur maximale de 50 % du coût total du projet, se situe en moyenne à 24,7 kF. Ces aides sont attribuées par chaque délégation régionale de l'Anvar (la liste peut être fournie par l'Anvar à Paris).

Parmi les projets menés à terme, citons :

- une technique d'identification des constituants des huiles essentielles utilisées comme arômes alimentaires, mise au point par quatre étudiants de l'université de Corse Pascal-Paoli.

- la mise au point d'un capteur d'humidité à quartz pour la météo, en collaboration avec le centre Météo France de Besançon, par deux élèves-ingénieurs de l'École Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon.

Il n'est pas étonnant de voir certains sociétés prendre en stage voire embaucher les jeunes suite à la réalisation d'un projet (292 jeunes ont ainsi obtenu un stage à l'issue de 222 projets et 89 ont trouvé un emploi à l'issue de 66 projets.

En bref

• Anvar, 43, rue de Caumartin,
75436 Paris Cedex 09.
Tél. : (1) 40.17.83.00.
Fax : (1) 42.66.02.20.

DEVENIR DES DIPLOMÉS DES ÉCOLES SUPÉRIEURES DE CHIMIE

L'Union des Industries Chimiques (UIC) a procédé en 1994, en collaboration avec les écoles supérieures de chimie, à une enquête sur le devenir des diplômés de 1991. Cette enquête confirme une certaine dégradation, déjà apparente sur les chiffres de 1990, de l'emploi industriel et, notamment, de l'emploi dans l'industrie chimique :

- augmentation du nombre de chercheurs d'emploi, rallongement de la période de recherche de premier emploi ;
- augmentation du nombre de thésards ou assimilés.

Même s'il existe des différences dans les résultats, suivant les écoles, ceux-ci sont cependant, dans l'ensemble, assez voisins pour que l'on puisse souligner l'existence d'une filière homogène de formation des ingénieurs chimistes, productrice d'environ 1 300 ingénieurs par an (à l'époque).

* Résultats de l'enquête sur le devenir des diplômés des écoles supérieures de chimie de l'année 1991, UIC, 14, rue de la République, 92909 Paris-La Défense, Cedex 99.
Tél. : (1) 46.53.11.00.
Fax : (1) 46.53.11.04.

PROGRAMME DE FORMATION POUR MANAGERS EUROPÉENS AU JAPON

La prochaine session de formation à Tokyo, proposée par

l'Union européenne et le MITI dans le but de développer le commerce avec le Japon, se déroulera du 9 janvier au 22 mars 1996. Les dossiers de candidatures sont à soumettre en septembre 1995.

• Patricia Lafage, Daniel Porte
Consultants, Tour Franklin, La
Défense 8, 92042 Paris-La Défense
Cedex. Tél. : (1) 41.25.01.00.
Fax : (1) 41.25.01.01.

FRÉQUENTATIONS RECORD AU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE

Le Palais de la Découverte, en ce premier trimestre 1995, a accueilli plus de 150 000 visiteurs (individuels et scolaires).

Cette augmentation de la fréquentation s'explique par la diversité et la qualité des expositions temporaires présentées pendant cette période : «Les dents de la terre», «Café, cafés», «Chimie du carbone» ; la mise en place de nouvelles animations telles que le repas des grenouilles dans «Vivre en animal», et, enfin, la création d'une salle consacrée au soleil et la rénovation spectaculaire de l'animation symbole du Palais : l'électrostatique.

Ces actions sont caractéristiques de la politique de renouveau entreprise par le Palais : reconfiguration des espaces permanents, développement des nouvelles animations, accueil de manifestations temporaires spectaculaires sont autant de raisons de venir découvrir, redécouvrir ce haut lieu de la science au cœur de Paris.

• Palais de la Découverte, avenue
Franklin D. Roosevelt, 75008 Paris.
Tél. : (1) 40.74.80.00. Sur Minitel :
3615 Découverte.

CATALOGUE INVENTAIRE DES APPLICATIONS PÉDAGOGIQUES DE L'ORDINATEUR EN CHIMIE

Comme tous les deux ans, le Centre Documentaire Informatique Enseignement Chimie actualise son catalogue inventaire des Applications pédagogiques de l'ordinateur en chimie.

Pour cette édition 96, un appel est lancé à tous les concepteurs de logiciels utilisables en autoformation et dans l'enseignement de la chimie, de la biochimie, pour réunir une documentation aussi complète que possible.

L'insertion de la description de votre application est gratuite, vous restez maître et responsable de la diffusion de vos produits, vous pouvez utiliser la lettre d'information du Cdiac comme support de promotion de votre application

• Centre Documentaire
Informatique, Enseignement
Chimie, Cdiac, Université de Nice-
Sophia-Antipolis, 06108 Nice
Cedex 2. Tél. : 92.07.61.23.
Fax : 92.07.61.25.

DOCTORAT EUROPÉEN

Le comité de liaison des Conférences de recteurs et de présidents des universités des pays membres de la Communauté européenne a récemment décidé d'étendre la procédure d'attribution du label «doctorat européen» aux pays européens non-membres de la Communauté, toujours sur la base du volontariat (aucun établissement n'est contraint d'utiliser cette possibilité s'il ne le souhaite pas).

Ce « label » est décerné en sus du doctorat délivré dans chaque établissement lorsque les 4 conditions suivantes sont remplies :

- 1 - L'autorisation de soutenance est accordée au vue de rapports rédigés par au moins deux professeurs appartenant à deux établissements d'enseignement supérieur de deux États européens autres que celui dans lequel le doctorat est soutenu.

2- Un membre au moins du jury doit appartenir à un établissement d'enseignement supérieur d'un État européen autre que celui dans lequel le doctorat est soutenu.

3 - Une partie de la soutenance doit être effectuée dans une langue nationale européenne autre que la (ou les) langue(s) nationale(s) du pays où est soutenu le doctorat.

4 - Ce doctorat devra avoir été préparé, en partie, lors d'un séjour d'au moins un trimestre dans un autre pays européen.

(source : *Lettre des Sciences Chimiques*)

• **Aries (Agence des Relations Internationales de l'Enseignement Supérieur)**. Tél. : (1) 40.46.22.68.

ÉTUDES DE LA DÉLÉGATION A L'ARMEMENT

La *Lettre des Sciences Chimiques du CNRS* (février-mars-avril 1995) a publié une liste succincte des études de synthèse, réalisées dans les services de la Délégation générale à l'Armement (DGA)-DRET, et qui peut intéresser les chimistes. La liste exhaustive de ces études peut être obtenue auprès du service Communications du département des Sciences chimiques du CNRS. Tél. : (1) 44.96.41.11. Fax : (1) 44.96.50.10.

Quelques rapports de mise au point :

• R93. La chimie dans l'eau, par M. Lubineau, janvier 1993.

• R94. La tribologie : la science pour comprendre et maîtriser le frottement et l'usure, par M. Barquins, mars 1993.

• R97. Tensio-actifs silicones. Propriétés de mouillage. Nature des phases et microstructures des solutions aqueuses, par M. Davis, septembre 1993.

• R101. Les interfaces liquide-liquide en présence de surfactants, par M. Kellay, octobre 1993.

• R102. La ferroélectricité et les ferroélectriques : un phénomène ancien pour des applications

nouvelles, par M. Toulouse, juin 1993.

• R103. Le collage : états des connaissances et perspectives, par M. Cognard, juin 1993.

• R104. Microscopie par effet tunnel et sondes dérivées. Récents progrès et développements, par M. Dumas, septembre 1993.

• R105. La physique des surfaces, aspects fondamentaux, tendances actuelles de la recherche, par M. Balibar, décembre 1993.

• R106. Physique numérique en sciences des matériaux, par M. Pasturel, février 1994.

• R111. Connaissances et perspectives en matière de matériaux pour aimants permanents puissants, par M. Fruchart, avril 1994.

• R112. L'hydrodynamique des poudres, par M. Rajchenbach, avril 1994.

• R114. L'étude du comportement dynamique des plaques et coques composite par l'emploi de méthodes analytiques, par M. Mirza, juillet 1994.

• R116. La chimie des adhésifs à hautes performances : tendances de recherche, par M. Rabilloud, juillet 1994.

• R117. Les nouveaux matériaux magnétostrictifs et leurs applications, par M. du Trémolet de Lacheisserie, septembre 1994.

• **Pour les demandes de rapports, s'adresser à Mme Couesnon, Direction des recherches, études et techniques (DRET), Direction scientifique - VST 2, 00460 Armées, 4, rue de la Porte d'Issy, 75015 Paris. Fax : (1) 45.52.46.81.**

L'AGENCE EUROPÉENNE DE L'ENVIRONNEMENT S'ORGANISE

L'EEA localisée à Copenhague a sélectionné cinq centres

En bref

«thématiques» qui vont commencer dès 1995 à s'organiser pour collecter, analyser et fournir de l'information sur les données environnementales disponibles dans les 16 pays de l'Union européenne :

– Qualité de l'air

La responsabilité est confiée à l'Institut National Néerlandais de la Santé Publique et de la Protection de l'Environnement (RIVM) à Bilthoven. Cet Institut travaillera en collaboration étroite avec l'Institut Météorologique Norvégien (DNMI) et l'Observatoire National Grec d'Athènes.

– Protection de la Nature

La responsabilité est donnée à la France avec un leadership du Muséum d'Histoire Naturelle et une collaboration étroite du Centre européen de la conservation de la nature de Tillburg (Hollande).

– Émissions atmosphériques

Sous la responsabilité de l'UBA, agence fédérale de l'environnement à Berlin, et la collaboration du RIVM mentionné plus haut comme responsable de la qualité de l'air.

– Environnement maritime et des côtes : confié à l'Italie.

– L'eau terrestre sera coordonnée par le Royaume-Uni.

Sous les directions de l'Agence européenne tout un réseau de centre nationaux et centres de références sera constitué dans l'Union. Chaque pays désignera ses propres centres qui seront composés de spécialistes ayant l'expertise nécessaire pour bien communiquer avec les cinq centres thématiques européens.

• **Cefic, avenue E. Van Nieuwenhuyse 4, Bte 2, B-1160 Bruxelles. Tél. : +32 (2) 676.72.26.**

UNION DES INDUSTRIES DE PROTECTION DES PLANTES : OBJECTIFS STRATÉGIQUES

• Contribuer à l'élaboration de normes objectives pour l'évaluation de la qualité des eaux.

• Prolonger la durée d'exploitation des brevets pour préserver les capacités de recherche et d'innovation.

• Optimiser l'utilisation des produits de protection des plantes au travers d'une agriculture raisonnée.

• Promouvoir une démarche responsable de l'industrie centrée sur la qualité.

• Partager les objectifs et la démarche de l'industrie avec les acteurs de l'agriculture française et définir des règles communes dans l'intérêt mutuel.

• Optimiser le processus d'homologation des produits de protection des plantes.

Outre ses objectifs, l'UIPP, à l'occasion de son Assemblée générale le 8 juin 1995, a communiqué les chiffres de l'année 1994.

Contrairement aux trois dernières années, 1994 renoue avec les années positives avec une progression du chiffre d'affaires de 2 % à hauteur d'un peu plus de 10 milliards de francs pour la métropole.

Cette évolution est le résultat de deux progressions parallèles puisque le CA métropole progresse de 2,09 % et le CA export de 2,07 %. Pour les deux, on note une diminution du CA insecticides, une stagnation des fongicides et une progression des herbicides et produits divers.

La campagne en cours s'annonce sensiblement comparable pour le CA métropole.

• **UIPP, 2, rue Denfert Rochereau, 92100 Boulogne. Tél. : (1) 46.05.50.52. Fax : (1) 48.25.16.88.**

HILTRA S'IMPLANTE EN FRANCE

La société Hiltra s'implante en France et propose :

- une série de quatre armoires de sécurité DIN 12925/1 d'un degré de résistance au feu de 60 minutes.
- Une gamme de containers de sécurité d'un degré de résistance au feu de 90 minutes pour le stockage de quantités plus importantes en intérieur et en extérieur.
- Une gamme de bunkers de sécurité d'un degré de résistance au feu supérieur à deux heures (155 minutes) conformément à la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement.

Toute cette gamme d'armoires, containers et bunkers sont testés et livrés avec certificat TNO et TÜV.

• **Hiltra Barneveld BV,**
Companieweg 16,
3771 nh Barneveld.
Tél. : +31 (3420) 14944.
Fax : +31 (3420) 17382.

POUR L'INDUSTRIE : PRIORITÉ A LA RECHERCHE

Le GFI (Groupe des Fédérations Industrielles) estime indispensable qu'un effort national immédiat et soutenu soit entrepris dans les directions suivantes :

- encourager la recherche industrielle.

L'innovation a beaucoup évolué : elle ne porte plus seulement sur les produits mais aussi sur les procédés de production et sur l'organisation des entreprises.

Or, la France n'est pas assez mobilisée en regard de ses principaux concurrents bien que les entreprises industrielles françaises consacrent environ 2,2 % de leur chiffre d'affaires à la recherche-développement.

Les dépenses de recherche-développement des entreprises au sens large représentent 1,5 % du PIB (contre 1,8 % en Allemagne, 1,9 % aux États-Unis et 2,2 % au Japon) tandis que l'effort de l'État est surtout orienté vers la recherche fondamentale et reste, pour la partie appliquée, concentré sur quelques rares secteurs.

Afin que demain la France compte toujours parmi les

premières puissances industrielles, il est fondamental de poursuivre l'effort engagé selon les axes suivants :

- Réorienter la recherche française vers l'industrie en consacrant une part plus importante des budgets publics à la recherche appliquée.

- Organiser plus efficacement les transferts de technologie, notamment en appuyant l'action des centres techniques professionnels.

- Simplifier l'accès aux programmes européens, particulièrement pour les PME.

- Soutenir les grands projets innovants.

- Prolonger le crédit d'impôt-recherche.

- Soutenir la formation en encourageant l'apprentissage et les formations techniques pour obtenir une meilleure insertion des jeunes dans l'industrie et en affectant prioritairement les fonds structurels européens à l'adaptation permanente de l'industrie et de ses salariés, en particulier pour les industries en mutation.

- Stimuler l'investissement.
- Accroître la flexibilité industrielle.

- Réduire de façon significative les charges grevant le coût du travail.

- Maîtriser l'évolution réglementaire pour une meilleure concertation gouvernement-industrie.

- Rétablir l'ordre monétaire européen.

- Favoriser l'expansion internationale des entreprises industrielles.

- **GFI, 92038 Paris La Défense Cedex.**
Tél. : (1) 47.17.60.20.
Fax : (1) 47.17.60.16.

En bref

AMERICAN HOME PRODUCTS MET EN PLACE UNE DIRECTION EUROPÉENNE POUR SA DIVISION PROTECTION DES CULTURES

Afin de se développer dans l'un des marchés de la protection des cultures les plus importants au monde, AHPC (American Home Products Company) vient de nommer une équipe européenne à Gembloux (Belgique), sous la responsabilité d'Adrien R. Felot, vice-président Europe.

La Division Protection des cultures de Cyanamid est implantée en Europe avec trois centres de recherche, trois sites de production et neuf filiales.

Cyanamid dispose d'un centre de recherche localisé à Schwabenheim en Allemagne, employant 190 spécialistes dans des domaines aussi divers que la chimie de synthèse, la physique, l'environnement, la biochimie, la biologie, l'agronomie et l'informatique.

Le laboratoire de recherche se situe à Gosport en Grande-Bretagne, il est chargé de développer des formulations adaptées aux besoins de l'agriculture en Europe, en Afrique et dans les pays du Moyen-Orient.

Les usines de Gravelines (Nord) et Genay (Rhône) produisent en France, les herbicides, insecticides, fongicides et régulateurs de croissance pour tous les pays européens tandis que la ferme expérimentale d'Averon-Bergelle (Gers) teste les molécules découvertes à Schwabenheim (Allemagne) ou à Prince-ton (États-Unis).

Le site de production de Catagne en Sicile (Italie) produit

en complément des deux usines françaises et fournit l'Afrique.

• **Cyanamid Agro,**
Les Bureaux Verts,
14, chemin du Professeur Deperet,
69160 Tassin-La-Demi-Lune.
Tél. : 72.32.45.45. Fax : 78.34.28.86.

UNE ASSOCIATION POUR LA PROMOTION DE L'INSPECTION TECHNIQUE CHEZ LES INDUSTRIELS

Électricité de France, la Cogema, la SNCF et l'Union des Industries Chimiques viennent de créer l'«Association pour la promotion de l'inspection technique chez les industriels» (Apti).

La qualité de l'inspection technique des équipements importants pour la sécurité et la sûreté est une des bases fondamentales d'une bonne sécurité industrielle.

Le but de l'association est de permettre un échange d'expériences sur les techniques d'inspection, sur la formation des inspecteurs et de promouvoir des techniques innovantes.

L'association a également pour but d'élaborer une position commune vis-à-vis des instances réglementaires de normalisation dans le domaine de l'inspection technique et de veiller à ce que l'Inspection Technique des Industriels soit reconnue comme un maillon essentiel de la sécurité et de la sûreté des équipements et des installations.

• **Secrétariat de l'Apti, Immeuble Lorraine, bd de France, BP 128, 91004 Evry Cedex.**

• **UIC, 14 rue de la République, Puteaux Cedex 99, 92909 Paris La Défense.**
Tél. : (1) 46.53.11.00.
Fax : (1) 46.53.11.05.

FUSION TUNZINI-BABCOCK

Tunzini Thermique Environnement, département de Tunzini, première entreprise française de génie climatique et la société allemande Deutsche Babcock Anlagen, un des leaders européens des techniques de l'environnement

fusionnent leur compétences au sein d'une même entité : Tunzini Babcock Thermique Environnement.

Tunzini renforce ainsi sa position sur la marché de l'environnement en intégrant au sein de sa nouvelle filiale toutes les techniques de renommée de DBA (four-chaudière, traitement de fumées...).

Un exemple de réalisation de Tunzini, l'usine du Sietrm à Saint-Thibault-les-Vignes (77). Celle-ci, actuellement en phase de mise en route, est désormais capable d'incinérer les 150 000 tonnes de déchets que produit chaque année la région de Marne-la-Vallée (y compris le Parc Disneyland Paris) en valorisant complètement ceux-ci sous forme de vapeur, utilisée par les industriels locaux, et d'électricité revendue à EDF sur le réseau national.

• **Tunzini-Babcock Thermique Environnement**, 41, rue des Trois Fontanot, 92024 Nanterre Cedex. Tél. : (1) 41.37.88.57/88.58. Fax : (1) 41.37.88.55.

L'OSCAR DE LA SÉCURITÉ INCENDIE 1995

L'Oscar de la sécurité incendie récompense la prise en compte d'une véritable stratégie de sécurité des personnes et des biens. C'est l'exemplarité de la mise en sécurité de l'entreprise qui est distinguée sur la base de cinq critères qualitatifs justifiant l'attribution de l'Oscar par un jury d'autorités compétentes, de prescripteurs, d'utilisateurs et de professionnels.

L'Oscar 1995 est décerné à deux lauréats :

• TF1, installée depuis 3 ans à son nouveau siège de Boulogne, qui regroupe plus de 1 800 personnes et reçoit plus de 10 000 visiteurs par an de toutes origines professionnelles. En 3 ans, 500 personnalités du monde de la politique, des arts, du spectacle et du sport y ont été accueillies.

Une politique globale de sécurité déclinée en œuvre collective

En bref

d'entreprise permet de gérer tous les aspects de la prévention des risques, de la formation du personnel et une adéquation évolutive du matériel de protection à toutes les configurations et activités de la société.

• Les Laboratoires Glaxo. Cette distinction nationale récompense la démarche de «protection incendie» mise en œuvre sur le site de production d'Evreux.

Evreux, site stratégique du groupe Glaxo s'est donné comme objectif majeur la sécurité au même titre que la productivité, la qualité et le «service». L'ensemble de ces objectifs est décliné en plans d'action, proposé et mis en œuvre par tout le personnel, grâce à une approche systématique et rigoureuse de la sécurité.

La formation sur le thème de la sécurité représente un investissement de 2 400 heures en 1994 pour 250 personnes.

• **FFMI (Fédération Française du matériel d'Incendie)**, 92038 Paris La Défense Cedex. Tél. : (1) 47.17.63.03. Fax : (1) 47.17.63.05.

BLOQUER LA TRANSMISSION DES VIRUS DE PLANTES

Un travail récent de la station Inra de Saint-Christol-les-Alès vient d'ouvrir une nouvelle piste de recherche. Les observations laissaient en effet penser depuis plusieurs années que, pour être transporté par un insecte, le virus devait être «fixé» au tube digestif de celui-ci par une protéine produite par le virus, appelée «facteur d'assistance à la transmission» (FAT).

Cette protéine a été récemment produite de manière artificielle

sous une forme biologiquement active. Ce travail constitue une première intéressante pour la connaissance du mécanisme fin de l'infection des plantes par les virus.

Le FAT n'est plus seulement décrit avec précision (l'enchaînement de ses 159 acides aminés est maintenant connu), mais son rôle d'accrochage à la particule virale et la nécessité de cette propriété pour avoir une activité biologique ont aussi été démontrés.

Plus important encore pour la lutte contre les virus, il a été possible d'identifier et de produire artificiellement la partie de cette protéine (31 acides aminés) réagissant avec le virus et de vérifier son rôle d'accrochage. Cette protéine tronquée, qui ne comporte plus son pôle d'accrochage au virus, peut agir comme un leurre à la place du FAT vis-à-vis du puceron après avoir été pour des raisons techniques fusionnée avec une autre protéine. Le but est de faire accrocher le virus au leurre. Le micro-organisme ne pourrait plus ainsi être transporté par le puceron vers une plante saine.

Cette dernière étape n'est encore qu'une hypothèse et les travaux sur ce sujet se poursuivent. Pour une application aux champs, il faudra aussi trouver le moyen de faire absorber le leurre par le puceron, éventuellement par pulvérisation d'une substance qui pénétrerait dans la plante. Mais les connaissances déjà acquises éclaireront d'un jour nouveau les relations plantes-vecteurs-virus et doivent permettre de faire progresser la lutte.

• **Inra**, 158, av. Général de Gaulle, 30380 Saint-Christol-les-Alès. Tél. : 66.78.37.00. Fax : 66.52.46.99.

BENZLERS : UNE SUCCURSALE EN FRANCE

Leader en Scandinavie et présente sur une quarantaine de marchés à travers le monde avec une douzaine de filiales, la société Benzlers existe depuis plus de 50 ans. La nouvelle succursale française servira également de base pour le développement en Europe du Sud.

Certains des produits, comme les réducteurs à arbre creux Sala et les réducteurs à engrenages cylindriques d'origine Asea, ont déjà été commercialisés en France par des agents.

Dorénavant, Benzlers peut offrir sur le marché français l'ensemble de sa gamme de matériels de transmission, comprenant des réducteurs et motoréducteurs de vitesse, des vérins mécaniques, ainsi que des programmes CAO et un support technique pour toutes les questions de transmission de puissance mécanique.

• **Dominique de Keukelaere, Benzler Transmissions France**. Tél. : (1) 30.75.92.11. Fax : (1) 30.75.91.60.

ARIANE D'ELF ATOCHEM DIFFUSÉ PAR PROSIM SA

Elf Aquitaine confie à ProSim SA le support et la diffusion du logiciel Ariane, résultat de ses recherches, pour l'optimisation des coûts énergétiques des centrales de production énergie/électricité.

Ariane a été conçu pour être capable de modéliser et d'optimiser toutes les centrales de production vapeur/électricité des sites industriels, quelles que soient leur taille et leur complexité, il s'applique ainsi à de nombreux secteurs : chimie, agro-alimentaire, pharmacie, etc.

• **ProSim SA**, 18, chemin de la Loge, 31078 Toulouse Cedex. Tél. : 61.52.08.99. Fax : 61.55.38.66.

SPECTROMÈTRE ICP

Le nouveau Spectroflame-EOP utilise l'interface plasma optique OPI (brevet en cours) qui permet d'utiliser au mieux les avantages de l'observation axiale du plasma.

L'optique UV spéciale mesure sans compromis de performance analytique les longueurs d'ondes basses à partir du chlore à 134 nm.

Il est équipé pour répondre aux tâches analytiques les plus diverses, particulièrement dans le large champ d'application des analyses pour l'environnement.

- **Spectro France,**
1 rue Colonel Chambonnet, 69500 Bron.
Tél. : 78.41.01.33. Fax : 72.37.06.49.

EXTRACTEUR PAR SOLVANTS

Avec l'ASE 200, Dionex apporte une nouvelle méthode d'extraction par solvants, associée à l'automatisation complète du processus. Cet appareil autorise la préparation rapide et en continu d'échantillons solides les plus divers, tout en utilisant une quantité moindre de solvants. Il est, de plus, adaptable aux méthodes habituelles d'extraction et accepte les solvants liquides couramment employés dans la plupart des laboratoires.

Il convient pour l'analyse des sols, le dosage des pesticides, herbicides et polluants ainsi que dans les industries agro-alimentaires, pharmaceutiques, chimiques, et en cosmétologie.

- **Dionex, 98, rue Albert Calmette,**
78350 Jouy-en-Josas.
Tél. : (1) 39.46.08.40. Fax : (1) 30.70.69.16.

ANALYSEUR DE GAZ

Bruel & Kjaer lance sur le marché un nouvel analyseur de gaz à crémaillère qui peut être intégré dans des systèmes permanents de contrôle industriel des émissions et des procédés.

Industrial Emissions Monitor 1311 permettrait de réaliser des mesures rapides, précises et simultanées des hydrocarbures, de l'oxygène et du dioxyde de carbone.

Le moniteur dispose à la fois de sorties analogique et numérique, ce qui permet de transférer les mesures sur un calculateur de processus, un enregistreur de coordonnées ou un PC.

Le 1311 utilise deux technologies de mesures : une spectroscopie photoacoustique pour mesurer les concentrations d'hydrocarbures et de dioxyde de carbone, et une spectroscopie magnétoacoustique pour les concentrations d'oxygène.

- **Frederic André, Brüel & Kjaer France, Mennecy.**
Tél. : (1) 64.57.20.10. Fax : (1) 64.57.24.19.

Appareils

NOUVELLES COLONNES HPLC

Les colonnes Hypersil Duet de Shandon permettent une analyse des produits hydrophobes et ioniques en une seule opération : la rétention des composés ioniques est altérée par l'usage de l'effet pH sans que les espèces hydrophobes soient touchées.

Elles sont disponibles en association C18 + échangeur de cations ou anions forts.

Agrément ISO 9001/BS 5750.

La nouvelle colonne Hypercarb « haute efficacité » ouvre la voie aux séparations qu'il était impossible d'obtenir auparavant. Ces colonnes rehaussent :

- la sélectivité pour les composés étroitement apparentés dont les diastéréoisomères, les isomères géométriques et les énantiomères.
- la rétention pour les composés hautement polaires.
- la résolution pour des composés à polarité différente résolus en un seul passage chromatographique.

Cette phase est dorénavant disponible en granulométrie 5mm et avec une dispersion granulométrique étroite assurant 60 000 plateaux au mètre.

- **Life Science International SA France, Division Shandon HPLC, Immeuble Minnesota, Eragny Parc, BP 56, 95610 Eragny-sur-Oise.**
Tél. : (1) 34.32.51.21. Fax : (1) 34.32.51.01.

ENSEMBLE MÉLANGEUR-DOSEUR

Wagner a conçu un ensemble mélangeur-doseur à 2 composants pour l'application Aircoat et sans air. Il est destiné plus particulièrement à l'industrie du bois tels que fabricants de meubles, éléments de cuisines, matériels agricoles... et les sous-traitants du marché de l'automobile.

Deux versions sont disponibles, avec ou sans système de sécurité « manque produit » :

- La première version 17-40/23 est celle qui répond au procédé Aircoat avec des rapports de mélange entre 1:1 et 9:1.
- La seconde version 28-40/23 s'emploie pour l'application par procédé sans air et Aircoat avec des rapports de mélange entre 0,5:1 et 5:1.

- **Théodore Tsakyrellis.**
Tél. : (1) 47.41.13.64. Fax : (1) 69.10.96.06.

MANIFOLDS INCORPORANT DES VANNES

Parker a lancé une nouvelle génération de manifolds intégrant des vannes d'arrêt et de mise en service, ce qui simplifie et réduit les coûts de raccordement des instruments dans le cadre de procédés à haute intégrité et à haute sensibilité vis-à-vis de l'environnement. Les applications comprennent l'instrumentation sur les plateformes pétrolières et de gaz offshore, les usines pétrochimiques et chimiques ainsi que la possibilité de points d'injection de produits chimiques dans les circuits procédé.

Parker lance à la fois des manifolds conventionnels à brides avec vannes d'isolement et de mise en service doubles sous la dénomination de Séries DB, et une présentation compacte monobloc en une seule pièce désignée MB.

- **Marc Petit, Parker Hannifin plc, Division Instrumentation, Le Wilson,**
44, av. Georges Pompidou, BP 168, 92305 Levallois-Perret Cedex.
Tél. : (1) 47.48.00.66. Fax : (1) 47.59.05.53.

NOUVELLES SPÉCIFICATIONS POUR LES SPECTRONIC 20 + ET 20D +

La société Milton Roy annonce l'introduction, sur le marché, des spectrophotomètres Spectronic 20+ et 20D+. Ils sont la suite logique à la diffusion des 20 et 20D employés dans les secteurs de l'éducation et de l'industrie.

Les nouvelles performances sont obtenues grâce à un détecteur silicium couvrant de 340 nm à 950 nm, à un changement mécanique des filtres, à une interface imprimante/ordinateur simplifiée (seulement pour le 20D+) et à des réglages plus faciles pour les 100 % T et 0% T.

- **Milton Roy Belgium NV, Woluwelaan 140A,**
Box 1, 1831 Diegem, Belgique.
Tél. : +32 (2) 725 98 90. Fax : +32 (2) 725 98 77.

DISQUES DE RUPTURE

Pour les applications de protection contre les excès de pression, à petite échelle, qui ne sont pas couvertes par les modèles standard de disques de rupture, Elfab fournit des ensembles de disque d'éclatement miniaturisés adaptés à l'utilisateur. Ces « modèles spéciaux » sont souvent utilisés en tant que joint d'étanchéité à l'épreuve des fuites, par exemple sur les extincteurs d'incendie plutôt que de servir uniquement à la détente de la pression.

- **Michael Borie, Elfab France SA, Locasud ZI,**
7, rue de l'Étain,
77546 Savigny-Le-Temple Cedex.
Tél. : (1) 60.63.29.90. Fax : (1) 60.63.69.35.

DÉPOUSSIÉRIERS SOUS TEMPÉRATURES ÉLEVÉES

Pour les applications où la température est élevée, Donaldson Torit a développé Thermo-Tek, une nouvelle cartouche destinée à ses dépoussiéreurs. Le média de la cartouche Thermo-Tek est constitué d'un mélange de fibres synthétiques qui offre une efficacité de filtration de 99,99 % à 1 mm, à des températures pouvant aller jusqu'à 135 °C. Selon les concepteurs, la cartouche Thermo-Tek est recommandée pour une large gamme d'applications dans les secteurs de la métallurgie, de la chimie et autres secteurs industriels.



- Donaldson France, Division Torit, M. Jean-Paul Vaas, 4 bis, rue Maryse Bastié, 69500 Bron. Tél. : 72.37.11.86. Fax : 78.26.77.56.

PEINTURES ANTIGRAVILLONNAGE POUR PAVILLONS DE VOITURE

Les pavillons des « Jeep Wrangler » de Chrysler sont maintenant protégés par une peinture polyuréthane bicomposante à base de Desmodur, liant de Bayer. La peinture texturée résiste aux gravillons et aux rayures, et reste intacte même après un long usage tout terrain.

L'apprêt et la finition sont basés sur la même formulation.

- Bayer AG, Konzernzentrale Öffentlichkeitsarbeit, D-51368 Leverkusen, Allemagne. Tél. : +49 (214) 301. Fax : +49 (214) 30 89 23.

Produits et matériaux

CARBOWAX

Union Carbide met à la disposition des industriels de la céramique une gamme de polyéthylène glycols (PEG), les Carbowax. La gamme étendue de leurs poids moléculaires, de 200 à 200 000, permet de répondre aux besoins spécifiques de transformation et d'utilisation.

Ils se présentent, selon les grades (ou leur poids moléculaires), sous forme de liquides (200 à 600), de cires (540 à 1 450), de paillettes ou de poudre ((3 350 à 20 000), offrant ainsi une grande souplesse de formulation.

Toute la gamme des Carbowax, fabriquée par Union Carbide, est déjà commercialisée en France par Safic-Alcan auprès d'industries de formulation comme les peintures, encres, vernis et adhésifs.

- Safic-Alcan, 3, rue Bellini, 92806 Puteaux Cedex. Tél. : (1) 46.92.64.64. Fax : (1) 47.78.88.13.

UN NOUVEAU POLYPROPYLENE

Apryl met sur le marché un nouveau polypropylène pour le soufflage : le 3022 GT 3.

Ce nouveau grade de "Melt Index" 1,7 répond, en tout premier lieu, à des exigences en matière de transparence du matériau ainsi qu'à des contraintes de résistance aux chocs.

Ces caractéristiques correspondent aux demandes des producteurs de flacons en injection soufflage comme en extrusion soufflage travaillant pour les marchés spécifiques de la détergence, de l'alimentaire et de la cosmétologie.

- Elf Atochem, 4, cours Michelet La Défense 10, Cedex 42, 92091 Paris-La Défense. Tél. : (1) 49.00.70.29. Fax : (1) 49.00.80.50.

NOUVEAU MONOMÈRE POUR REVÊTEMENTS TRANSPARENTS

Bayer AG a mis au point un nouveau monomère, le 3,4-éthylènedioxythiophène (EDT), destiné à la fabrication de matières plastiques conductrices. Ce produit d'essai AI 4060 permet de réaliser des revêtements en polyéthylènedioxythiophène (PEDT), se distinguant des matières plastiques conductrices connues jusqu'à présent par une transparence élevée et une faible résistance électrique.

Ce nouveau matériau conducteur ouvre la voie à de nombreuses applications industrielles parmi lesquelles certaines ont été déjà réalisées dans l'industrie électronique, l'industrie de la photo. Les vitres d'automobiles thermoisolantes et les affichages électrochromes constituent de futures applications potentielles.

- Bayer AG, Konzernzentrale Öffentlichkeitsarbeit, D-51368 Leverkusen, Allemagne. Tél. : +49 (214) 301. Fax : +49 (214) 30 89 23.

CAPTEURS MINIATURES

Agema Infrared Systems met sur le marché une nouvelle gamme de capteurs de températures par infrarouge pour des applications dans lesquelles la taille et le prix des capteurs existants n'avaient pas permis de faire appel à cette technologie.

Destinée aux mesures dans les industries des plastiques, du caoutchouc et des textiles, la gamme Thermopoint 2000 est constituée de très petites têtes de détection, ayant un diamètre de 14 mm, une longueur de 28 mm et une électronique de commande distincte. Placée dans un boîtier en acier inoxydable, elle répond aux besoins des industries alimentaires et pharmaceutiques.

- Agema Infrared Systems Ltd, Arden House, West Street, Leighton Buzzard, Beds. LU7 7DD, Grande-Bretagne. Tél. : +44 (1525) 37 56 60. Fax : +44 (1525) 37 92 71. Contact en France : Jenny Jeffreys. Tél. : 76.08.18.05. Fax : 76.08.18.73.

AGRÈMENT DU FORANE

Le Conseil supérieur d'hygiène publique de France a récemment émis un avis favorable à l'utilisation du Forane 141b dans les mousses de polyuréthanes pour les réfrigérateurs. Le Forane 141b est le seul produit à avoir reçu cet agrément.

Il a été montré que ce produit ininflammable dispose de caractéristiques toxicologiques permettant son utilisation dans les installations existantes et son emploi dans les parois de réfrigérateurs.

Ses caractéristiques environnementales ont conduit à son acceptation comme produit intermédiaire pour l'isolation thermique dans le cadre des réglementations mondiales (Protocole de Montréal) et européennes (JO du 22.12.94) sur la protection de la couche d'ozone stratosphérique.

- Elf Atochem, 4, cours Michelet, La Défense 10, Cedex 42, 92091 Paris-La Défense. Tél. : (1) 49.00.70.29. Fax : (1) 49.00.80.50.

DÉTECTION DE GAZ

Le System 57 est développé par Zellweger Analytics pour améliorer la détection, le contrôle et la signalisation d'alarme des gaz dans tous les domaines de l'industrie. Ce système modulaire répond aux réglementations les plus évoluées en matière de CEM et permet de gérer jusqu'à 16 canaux de détection de gaz par baie.

La baie du System 57, au format 3U, permet l'installation des cartes d'interface et des cartes de canal multifonctions 5701. Livrée complète, y compris l'alimentation électrique, l'armoire est classée IP54.

- Zellweger Analytics, ZI des Richardets, 33, rue du Ballon, 93165 Noisy-Le-Grand Cedex. Tél. : (1) 48.15.80.80. Fax : (1) 48.15.80.00.

SYSTÈMES ANTIDÉRAPANTS

Technigrip propose une gamme de systèmes antidérapants, conformes aux normes Afnor, s'adaptant sur tous supports et dans tous les milieux.

- Fluogrip : matériaux concernés : carrelages, marbre, granit, pierre, béton, toutes surfaces siliceuses.
- Poligrip : adapté à tous supports, intérieur et extérieur en zone humide.
- Epogrip : pour support intérieur industriel ou agro-alimentaire.
- Conringrip : recommandé pour sols très exposés aux souillures ou charges lourdes, intérieur et extérieur.

Protection et sécurité

– Décogrip : pour sols décoratifs intérieur, tous locaux collectifs, industriels, agro-alimentaires.

- PBN Diffusion, BP 132, 31322 Pechabou Castanet. Tél. : 61.81.76.02. Fax : 61.27.03.41.

DÉTECTEUR DE CHALEUR

La société MSA met pour la première fois sur le marché un détecteur de chaleur baptisé Hotspotter capable de détecter à distance les ondes infrarouges émises par toute source de chaleur.

Il est destiné aux personnels des environnements à risque : pompiers, maintenance, industries chimiques, centrales d'énergie, centrales électriques...

Alimenté par une simple pile alcaline de 9 volts, le détecteur offre 20 heures d'utilisation continue. Il fonctionne encore pendant environ 2 heures après que la pile ait été reconnue comme faible.

- MSA France, BP 617, 95004 Cergy Pontoise Cedex. Tél. : (1) 34.32.34.32. Fax : (1) 30.37.63.05.

UN DÉTECTEUR TRANSMETTEUR

La société Oldham commercialise un nouveau détecteur de gaz explosible : le CEX 870.

La cellule de mesure est fondée sur le principe de l'oxydation catalytique et de construction anti-déflagrante. Elle est composée de 2 filaments de platine inclus dans un pont de Wheatstone.

La nouveauté réside dans son afficheur intégré et ses potentiomètres accessibles qui simplifient l'utilisation de l'appareil. Celui-ci peut être vérifié, réglé et étalonné par une seule personne.

Alimenté sous 24 V DC, l'appareil fonctionne en autonome. Il répond essentiellement aux

besoins de l'industrie chimique et pétrochimique en matière de sécurité.

- Valérie Buisine. Tél. : 20.98.27.45.

LES INSECTES SOUS LE CHOC

Berson introduit le nouvel Insectron 2000. Cet appareil comporte deux volets placés à l'avant. Au repos, les volets sont fermés et les lampes UV éteintes. L'ouverture des volets commande automatiquement l'allumage des lampes. Les insectes attirés par les lampes UV sont électrocutés par une grille sous tension délivrant une décharge de 3 300 volts et tombent dans un réceptacle amovible.

- Berson France, 31, bd de Port-Royal, 75013 Paris. Tél. : (1) 43.31.15.31. Fax : (1) 43.31.36.79.

CAPTEUR DE PRESSION

AC Mesure commercialise un nouveau capteur de pression en silicium micro usiné de faible étendue de mesure (0-70 mbar) délivrant un signal de 100 mV pour l'EM.

La technologie du silicium micro usiné permet d'obtenir un capteur d'un très haut niveau de performances et offrant une stabilité dans le temps de 0,02 %.

Applications en instrumentation médicale, en climatisation, en contrôle de pressurisation de salles à atmosphère contrôlée.

- AC-Mesure, 24, rue des Dames, BP 58, 78340 Clayes-sous-Bois. Tél. : (1) 30.55.30.40. Fax : (1) 30.50.01.43.

COMPORTEMENT DES DÉCHETS

L'Afnor (Association Française de Normalisation) publie la norme NF X 30-407 «Déchets : méthodologie pour la détermination du comportement à long terme».

Six étapes sont à mettre en œuvre :

1. Définition et caractérisation du matériau : carte d'identité du déchet.
2. Définition du scénario : détermination des facteurs d'influence et de risques.
3. Recherche des mécanismes d'interaction : risques de corrosion...
4. Modélisation : simulation des risques.
5. Validation expérimentale du modèle.
6. Conclusion. Rapport d'étude.

- Afnor, Tour Europe, 92049 Paris La Défense. Tél. : (1) 42.91.55.55. Fax : (1) 42.91.56.56.

Adhésion

Demande d'adhésion à la SFC

Formulaire à renvoyer à

Société française de Chimie

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

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

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

À _____ le _____

Signature _____

Bulletin d'abonnement

L'Actualité Chimique

Tarifs 1995 7 numéros par an

L'Actualité Chimique

	France	Export	
Particuliers	950 FF	1100 FF	
Étudiants*	360 FF	500 FF	* Joindre une photocopie de la carte étudiant
Membres de la SFC**	Tarif préférentiel		** Contacter directement la SFC

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____ Pays _____

Je désire m'abonner pour 1994

Je désire recevoir une facture pro-forma

Paiement joint

Veuillez débiter la somme sur ma carte de crédit (Visa, Eurocard, Mastercard)

N° _____

Date d'expiration _____ Signature _____

À retourner à votre librairie spécialisée ou à Dunod Abonnements, 15, rue Gossin 923543 Montrouge Cedex France

Organigramme de la Société Française de Chimie

BUREAU

Julia Marc	Président
Lavalou Michel	Vice-Président
Jeanmart Claude	Vice-Président
Brunie Jean-Claude	Secrétaire général
Cahuzac Louis	Trésorier

DIVISIONS

Catalyse

- Védrine Jacques (président)
 • Institut de Recherche sur la Catalyse, 2, rue Albert Einstein, 69626 Villeurbanne Cedex.
 Tél. : 72.44.53.13. Fax : 72.44.54.13.

Chimie analytique

- Goupy Jacques (président)
 • 1, rue Mignet, 75016 Paris.
 Tél. : (1) 43.35.43.01. Fax : (1) 43.36.82.74.

Chimie de coordination

- Guilard Roger (président)
 • Faculté des sciences Gabriel, 6, bd Gabriel, Limsag, UMR 9953, 21100 Dijon Cedex.
 Tél. : 80.39.61.11. Fax : 80.39.61.17.

Chimie organique

- Genet Jean-Pierre (président)
 • ENSCP, Laboratoire de synthèse organique, 11, rue P. et M. Curie, 75231 Paris Cedex 05.
 Tél. : (1) 43.26.99.58. Fax : (1) 44.07.10.62.

Chimie physique

- Lacaze Pierre-Camille (président)
 • Itody, 1, rue Guy de la Brosse, 75005 Paris.
 Tél. : (1) 44.27.68.05. Fax : (1) 44.27.68.14.

Chimie du solide

- Livage Jacques (président)
 • Université Pierre et Marie Curie, Laboratoire chimie de la matière condensée, 4, place Jussieu, Tour 44-1er étage, 75252 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 44.27.33.65. Fax : (1) 44.27.47.69.

Enseignement de la chimie

- Cros Danièle (présidente)
 • Université de Montpellier II, Laboratoire de recherches en didactique des sciences, Case 016, 34095 Montpellier Cedex 5.
 Tél. : 67.14.33.69. Fax : 67.14.45.44.

Matériaux polymères et élastomères

- Vairon Jean-Pierre (président)
 • Université Pierre et Marie Curie, Laboratoire de chimie macromoléculaire, 4, place Jussieu, Tour 44-1er étage, 75252 Paris Cedex 05.
 Tél. : (1) 44.27.50.45. Fax : (1) 44.27.70.89.

GRUPE DE TRAVAIL INTERDIVISIONS ENSEIGNEMENT

- Montel Gérard (président)
 • 1, chemin de Presles, 94410 Saint Maurice.
 Tél. et Fax : (1) 49.76.34.65.

SECTIONS RÉGIONALES

Alsace-Mulhouse

- Dumas Philippe (président)
 • CRPCSS, 24, avenue du Président Kennedy, 68200 Mulhouse.
 Tél. : 89.42.01.55. Fax : 89.32.09.96.

Alsace-Strasbourg

- Franta Émile (président)
 • Institut Charles Sadron, 6, rue Boussingault, 67083 Strasbourg Cedex.
 Tél. : 88.41.40.70. Fax : 88.41.40.99.

Aquitaine

- Hardouin Francis (président)
 • ENSCPB, 351, cours de la Libération, 33405 Talence Cedex.
 Tél. : 56.84.56.25. Fax : 56.84.56.00.

Auvergne

- Teulade Jean-Claude (président)
 • Université d'Auvergne, UFR pharmacie, Laboratoire de chimie organique, 26, place Henri Dunant, 63000 Clermont-Ferrand.
 Tél. : 73.60.80.07. Fax : 73.27.77.27.

Bourgogne-Franche-Comté

- Simonot Marie-Hélène (président)
 • Université de Bourgogne, Faculté des sciences Mirande, Laboratoire de recherche sur la réactivité, 21004 Dijon Cedex.
 Tél. : 80.39.61.43. Fax : 80.39.61.32.

Bretagne-Pays de Loire

- Des Abbayes Hervé (président)
 • Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire de chimie électrochimie moléculaires et chimie analytique, 6, avenue V. le Gorgeu, 29200 Brest Cedex.
 Tél. : 98.01.61.53. Fax : 98.01.65.94.

Centre

- Guillaumet Gérard (président)
 • Faculté des sciences, Laboratoire de chimie bio-organique, 45067 Orléans Cedex.
 Tél. : 38.41.70.73. Fax : 38.41.70.69.

Champagne-Ardennes

- Portella Charles (président)

- UFR sciences, BP 347, 51062 Reims Cedex.
Tél. : 26.05.32.34. Fax : 26.05.31.66.

Languedoc-Roussillon

- Escale Roger (président)
 UMI-Pharmacie, URA 1111, 15, avenue Charles Flahault, 34060 Montpellier Cedex.
 Tél. : 67.04.53.30. Fax : 67.52.81.07.

Lorraine

- Pentenero André (président)
 • Faculté des sciences de Nancy, Laboratoire de chimie des surfaces et interfaces, BP 239, 54506 Vandœuvre-les-Nancy.
 Tél. : 83.91.20.72. Fax : 83.85.48.48.

Midi-Pyrénées

- Gleizes Alain (président)
 • ENSCT, 118, route de Narbonne, 31077 Toulouse Cedex.
 Tél. : 61.17.56.78. Fax : 61.17.56.00.

Nord-Pas-de-Calais

- Mortreux André (président)
 • Université des sciences et technologie de Lille, ENSCL, BP 108, 59652 Villeneuve d'Ascq Cedex. Tél. : 20.43.49.27. Fax : 20.43.65.85.

Normandie (Basse)-Sarthe

- Metzner Patrick (président)
 • Ismra, Laboratoire de chimie des composés thio-organiques, 6, boulevard du Maréchal Juin, 14050 Caen Cedex.
 Tél. : 31.45.28.85. Fax : 31.45.28.77.

Normandie (Haute)

- Plé Gérard (président)
 • Faculté des sciences de Rouen, Ircof, URA 464, 76821 Mont-Saint-Aignan Cedex.
 Tél. : 35.14.66.70. Fax : 35.14.66.70.

Poitou-Charentes-Limousin

- Jarrige Jean (président)
 • Faculté des sciences, Laboratoire de céramiques nouvelles, 123, avenue A. Thomas, 87060 Limoges Cedex.
 Tél. : 55.45.75.53. Fax : 55.45.75.86.

Provence-Alpes-Côte d'Azur

- Guglielmetti Robert (président)
 • Faculté des sciences de Marseille-Luminy, Laboratoire de chimie organique et bio-organique, case 901, 163, avenue de Luminy, 13288 Marseille Cedex 09.
 Tél. : 91.26.91.54. Fax : 91.26.93.04.

Rhône-Alpes

- Tranquard Aymond (président)
 • Université Lyon I, Laboratoire physico-chimie minérale III, 43, boulevard du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex.
 Tél. : 72.44.82.31. Fax : 72.43.13.96.

Assemblée générale de la Société Française de Chimie

Paris (Maison de la Chimie), 29 juin 1995

Compte rendu de l'Assemblée générale

Membres présents ou représentés :

- 419 pouvoirs au nom du Président ou portés en blanc,
- 22 personnes présentes dans la salle et portant 13 pouvoirs à titre personnel,
- 10 pouvoirs ont été considérés nuls ou non exprimés à l'assemblée.

L'Assemblée générale débute à 10 h 30 par la conférence de Mme Andrée Marquet sur le thème "Les anticorps catalytiques".

Puis le Président, M. Marc Julia, expose son rapport moral sur l'année 1994, complété par ses vues prospectives sur 1995 ; vous trouverez ci-dessous la reproduction de cet exposé.

A l'issue de celui-ci, M. Marc Julia donne la parole à M. L. Cahuzac, trésorier, pour la présentation des comptes de l'exercice 1994, ayant fait l'objet du rapport du trésorier paru dans *SFC Info* de mai 1995. En conséquence, M. L. Cahuzac ne fait que reprendre divers points importants de ce rapport.

- Il explicite la perte d'exploitation s'élevant à F 30 112,38 après prise en compte de diverses pertes exceptionnelles comblées par des recettes spécifiques exceptionnelles :

- Prélèvement sur la dotation pour F 607 681 couvrant la quasi-totalité des indemnités de licenciement versées en 1994.

- Utilisation de plus-values latentes de notre portefeuille extériorisées à hauteur de F 546 548,10, pour bonifier le résultat d'exploitation.

- Il insiste sur les résultats financiers de notre congrès «SFC 94» dont la réussite au plan scientifique, unanimement reconnue, n'a cependant pas permis de dégager un résultat positif, si l'on prend en compte le coût pour le siège de cette manifestation, et malgré un montant de subventions exceptionnellement élevé, avoisinant 1 MF. Il explique cette situation par un prix moyen d'inscription trop faible : F 847 pour participer à 5 journées de haut niveau scientifique ; un prix moyen d'inscription de l'ordre de 1 200 F encore très raisonnable et sans doute non pénalisant pour le nombre d'entrées aurait permis d'obtenir un

bénéfice de l'ordre de 130 kF ; il faudra s'en souvenir pour l'avenir.

- Il émet le souhait que la ponction sur notre trésorerie correspondant aux pertes cumulées des exercices successifs déficitaires s'élevant à F 252 859,27, soit compensée par un prélèvement exceptionnel sur les réserves constituées dans les unités périphériques, dont la vocation n'est pas de thésauriser.

M. Cahuzac commente ensuite le budget de l'exercice 1995, publié dans *SFC Info* de mai, dont le résultat est un profit de 185 kF. Il fait remarquer que le résultat attendu des licenciements, opérés en 1993 et 1994, renverse une situation de plusieurs années consécutives et ne fait que répondre à la constatation de l'audit de 1991, conduit par notre ancien trésorier, M. Pierre Poirier, qui déclarait un déficit chronique de 1 MF lequel correspond sensiblement à l'économie réalisée sur notre masse salariale du fait de ces licenciements.

M. Cahuzac procède ensuite à la présentation des 4 résolutions soumises aux votes des participants à l'Assemblée générale :

La résolution n°1 est adoptée à l'unanimité, en voici le texte :

Ayant pris connaissance du compte d'exploitation de l'exercice 1994 et du bilan en fin d'exercice, du rapport du trésorier et du rapport du commissaire aux comptes, l'Assemblée générale approuve les comptes de l'exercice se clôturant par une perte de F 30 112,38.

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

La résolution n°2 est adoptée à l'unanimité, en voici le texte :

L'Assemblée générale approuve l'affectation suivante du résultat constaté en 1994, soit une perte de F 30 112,38 :

- Imputation de F 161 099,94 au compte spécial : «provisions pour frais des unités périphériques», portant le montant de celui-ci figurant au bilan à F 1 280 596,65.

- Imputation de F 85 626,13 au compte «dotation», résultant des 10 % statutaires des produits financiers, soit F 126 826,13, minorés

du montant des Grands prix de la SFC, soit F 41 200,00 portant le montant de celui-ci inscrit au bilan à F 12 034 420,76.

De ce fait, la perte à affecter s'élève à F 276 838,45 répartie comme suit :

- F 250 958,38 au compte «réserve pour projet associatif 1993-95», correspondant à la perte constatée sur l'exercice pour *L'Actualité Chimique* hors frais généraux et compensation, amenant le montant de ce compte figurant au bilan à F 97 808,73.

- F 25 880,07 au compte de «report à nouveau» amenant ainsi la valeur figurant au bilan pour ce compte à F 252 859,27.

Budget 1995. La résolution n°3 est adoptée à l'unanimité, en voici le texte :

Ayant pris connaissance du compte d'exploitation prévisionnel pour l'exercice 1995, l'Assemblée générale approuve ce budget se traduisant par un profit de 185 kF.

Résolution 4

M. Cahuzac expose ensuite un programme de travaux immobiliers dans notre immeuble, rendus nécessaires par le départ de notre gardien en mars dernier - et par les fuites constatées sur la terrasse couvrant notre salle du conseil. Pour couvrir cette dépense, eu égard à sa nature et aussi à notre situation de trésorerie difficile, il est apparu préférable de recourir à un emprunt. Il propose donc une 4e résolution autorisant notre Président à négocier et souscrire un emprunt, celle-ci étant requise par les statuts. L'Assemblée générale, ayant entendu les motifs des travaux immobiliers à entreprendre dans notre immeuble, 250, rue Saint Jacques, 75005 Paris, autorise son président à contracter un prêt, à hauteur maximum de 250 kF, pour financer la dépense correspondante. **La résolution n°4 est adoptée à l'unanimité moins 3 abstentions.**

A l'issue de cette réunion, les résultats du vote pour élire 6 nouveaux administrateurs sont proclamés.

Ont été élus : Jean-Claude Brunie, Louis Cahuzac, Bertrand Castro, Jacques Fraissard, Jacques Goré, Philippe J. Sicard.

Rapport moral

Le nombre d'adhérents à la SFC a augmenté légèrement, celui des jeunes sociétaires a beaucoup augmenté, ce qui est encourageant pour l'avenir ; que tous les nouveaux adhérents soient cordialement salués à leur entrée dans notre famille.

Une mention toute particulière doit être faite concernant le grand congrès «SFC 94» qui s'est tenu à Lyon au mois de septembre.

Il faut remercier encore tous ceux qui se sont dévoués pour l'organisation de ce congrès qui a rencontré un énorme succès, notamment la cellule locale lyonnaise animée par M. A. Tranquard ainsi que la cellule jeunes et les bureaux des divisions.

Voir articles parus dans *L'Actualité Chimique* de janvier-février et mars 1995.

Enseignement : votre conseil avait décidé de procéder à une étude du problème en appelant un délégué de chaque division à siéger pour mettre en commun les desiderata et les réalisations de chacune d'entre elles pour les problèmes d'enseignement, et notre ami le professeur Gérard Montel a bien voulu se charger d'animer cette commission. Ce groupe a pour objet de rassembler les idées de l'ensemble des divisions de la SFC relatives à l'évolution de l'enseignement de la chimie et de les mettre œuvre. Cette évolution s'impose du fait, notamment, de la mise en place de nouveaux programmes de chimie des lycées et collèges. Il s'est réuni pour la première fois le 2 février 1995. toutes les divisions y étaient représentées. Après avoir pris connaissance des diverses initiatives prises en vue de faciliter la réforme de l'enseignement de la chimie dans le secondaire, tant par le ministère que par l'industrie chimique et les enseignants eux-mêmes, le groupe a lancé les opérations suivantes :

1. Interventions des présidents de la SFC et de l'UIC auprès du gouvernement en vue de surmonter les obstacles à la publication des nouveaux programmes de chimie des classes préparatoires. Ces programmes sont maintenant publiés.
2. Interventions auprès du ministère de l'Enseignement supérieur en vue de l'adaptation de la formation initiale (IUFM) et continue (IUFM et Mafpen) des professeurs de chimie du secondaire à la pédagogie des nouveaux programmes (en liaison avec les Olympiades nationales de la chimie).
3. Définition de recommandations et d'aides aux professeurs de chimie du premier cycle de l'enseignement supérieur pour accueillir les

jeunes gens formés par ces nouveaux programmes.

La réalisation d'ouvrages d'enseignement et de documents audio-visuels (en liaison avec le CNDP) figure parmi les projets immédiats.

Conseils d'administration : le conseil d'administration de la SFC s'est réuni 5 fois au cours de l'année 1994. Les relations entre les divisions et le siège ont été clarifiées, pour le financement et les rôles respectifs dans l'organisation des manifestations scientifiques. Les comptes des unités périphériques sont maintenant «consolidés» avec ceux de la SFC. De même, la place des «jeunes» dans la SFC a été précisée en particulier au cours d'une séance du conseil où tous les présidents des clubs de jeunes avaient été invités.

Les **comptes** montrent un déficit pour cette année. On devrait voir l'effet des mesures prises et parvenir à l'équilibre pour l'exercice 1995.

Le **déménagement** du siège de la SFC, dont on a longtemps espéré qu'il interviendrait avant la fin de l'année 1994, a dû pour diverses raisons être reporté à une date ultérieure mais nous en gardons toujours l'intention et nous procéderons à ce déménagement lorsque les circonstances le permettront.

Les **prix Grignard-Wittig** décernés conjointement par la Gesellschaft Deutscher Chemiker et la Société Française de Chimie, respectivement à des chimistes français et allemands, ont été décernés cette année à Jean-Pierre Majoral, chimiste français de Toulouse et au professeur Michael Veith de Saarbrücken. Les deux récipiendaires ont donné une série de conférences dans les universités du pays d'accueil. L'opération sera renouvelée l'année prochaine.

Une action analogue a été décidée en accord avec nos collègues italiens de la Società Chimica Italiana.

Une bonne nouvelle : nous avons commencé à bénéficier de l'apport très apprécié du temps et de la compétence de Monsieur Claude Mordini précédemment directeur scientifique chez Rhône-Poulenc. Il s'occupera particulièrement des questions concernant l'analyse, l'informatique et l'automatisation des procédés. Par ailleurs, notre collègue Claude Quivoron nous a fait bénéficier de sa grande expérience sur les relations européennes, en particulier avec les autorités de Bruxelles, pour la meilleure information de nos membres. Notre collègue Yves Jeannin apportera sa grande expérience des relations internationales (ancien président de l'IUPAC). Enfin, Jean-Claude Brunie nous apporte aussi

une compétence, un temps précieux et rempli déjà les fonctions de secrétaire général.

Tout récemment, Raymond Hamelin nous a quittés et je souhaite le remercier encore du travail qu'il a effectué pour *L'Actualité Chimique-SFC Info*. M. Gérard Montel a bien voulu en assurer la responsabilité.

Publications

Analisis

Depuis avril 1993, c'est le GAMS qui a la fonction d'opérateur et de coordinateur de cette revue. Ce choix a été fait en accord avec la Société de Chimie Industrielle, copropriétaire avec la SFC et le GAMS de cette revue.

Les résultats obtenus en 1994 sont convenables malgré beaucoup de difficultés, ils se soldent par un léger gain. L'évolution prévisible est assez satisfaisante grâce en particulier au dévouement de nos collègues Claude Mordini, déjà cité, et de Jacques Goupy, président de la division Chimie analytique de la SFC.

L'Actualité Chimique

Après l'année 1993 marquée par la rénovation de notre revue sous l'impulsion du professeur Raymond Hamelin, un contrat de partenariat a été conclu avec les éditions Dunod, qui assurent la régie de l'édition à partir du 1er janvier 1994. Il est encore trop tôt pour tirer les enseignements de cette coopération. On peut dire que la qualité rédactionnelle a continué à s'améliorer et qu'il n'y a pas de raison que cela ne continue pas dans l'avenir. L'objectif vise que *L'Actualité Chimique* avec *SFC Info* seront diffusés à tous nos membres.

BSCF

La SFC a continué pendant l'année 1994 l'amélioration de la qualité et de la quantité. Le nombre de pages est passé de 888 à 1042 pages. Il est très encourageant de constater le nombre accru de manuscrits émanant de scientifiques français mais aussi de scientifiques de la communauté européenne. La proportion de manuscrits en langue anglaise naturellement augmente et il est à prévoir que dans quelque temps le journal sera publié presque entièrement en langue anglaise. La périodicité est passée de 6 à 9 numéros par an et devrait augmenter encore en 1995. Le rédacteur en chef, F. Mathey, et son équipe doivent en être remerciés.

JCP

Le rédacteur en chef, le professeur Rose Marx, a mis en place un système de rédacteurs associés au sein d'un comité scientifique. On

peut espérer que les efforts déployés conduiront à une amélioration de sa qualité déjà amorcée et de sa diffusion.

JCR

Le journal est publié conjointement par la Royal Society of Chemistry, la Gesellschaft Deutscher Chemiker et la Société Française de Chimie : trop peu de mémoires français y sont adressés et on ne voit pas pourquoi cette situation ne pourrait s'améliorer.

Le problème des publications

L'avenir des publications primaires françaises n'est pas assuré. On voit se développer des grandes manœuvres dans les autres pays scientifiquement avancés et c'est une véritable bataille qui se livre pour les publications scientifiques ; les acteurs en sont les sociétés savantes et les maisons d'édition. Toutes les publications scientifiques ne survivront pas ; les raisons en sont : les ressources limitées et parfois décroissantes des laboratoires clients et aussi la pression croissante de lancement de nouveaux journaux en général très spécialisés.

Les bibliothèques regardent leur liste d'abonnements et décident lesquels vont être ou non renouvelés. Les enjeux sont considérables puisqu'il s'agit du prestige et de la réputation scientifique des différents pays, car la réputation des journaux rejaillit sur les pays concernés. D'autre part, les enjeux financiers sont également considérables et si les éditeurs professionnels s'intéressent autant à ce marché et se livrent à pareille concurrence, c'est bien entendu qu'ils escomptent gagner de l'argent. Une raison supplémentaire est l'aide que nous devons apporter à nos étudiants en quête d'un emploi afin qu'ils publient leurs résultats dans les revues bien considérées.

Or, les enquêtes auxquelles se sont livrés les responsables montrent que :

a) la production scientifique des collègues et des laboratoires français est, en fait, en qualité et en quantité, tout à fait comparable à celle d'autres pays de la communauté ;

b) qu'une faible fraction de ces résultats sont publiés dans les revues françaises. Il apparaît donc que le travail de nos collègues, financé par les pouvoirs publics ou privés, apporte à des sociétés savantes de pays amis mais concurrents et/ou à des entreprises commerciales étrangères le prestige scientifique et les moyens financiers. Sans revenir sur le passé qui a conduit à cette situation, il paraît indispensable de poser à nos collègues la question : *voulez-vous continuer dans cette direc-*

tion, ou essayer de rétablir un équilibre raisonnable avec nos voisins ?

Le souci de publier dans des revues à large diffusion doit être concilié avec celui d'élever la qualité des revues françaises (publiées en bon anglais naturellement).

Les avis émis par les commissions du Comité National de la Recherche comme par celles du Comité National des Universités sont naturellement de la plus haute importance dans les décisions des auteurs français de publier ici ou là.

Des faits très encourageants sont les évolutions du *Bulletin de la Société Chimique de France* et plus récemment celles du *Journal de Chimie physique* : elles montrent que des cercles vertueux peuvent eux aussi être enclenchés et qu'il n'y a pas de fatalité du désastre. Il faut, à ce propos, rendre hommage au rédacteur en chef François Mathey pour le *Bulletin*, et à Madame Rose Marx pour le *Journal de Chimie physique* qui n'ont pas épargné leur peine.

Il est possible que des rapprochements et des concentrations soient souhaitables et/ou deviennent nécessaires. Des conversations sont engagées avec le CNRS (*NJC*) et progressent (assez lentement).

Au niveau européen : la SFC participe aux réunions de la FECS et de l'ECCC et participe à l'attribution du titre de chimiste européen.

Animation scientifique

Liste des manifestations organisées en 1994 par les divisions, les sections régionales.

Divisions spécialisées

Toutes les divisions ont participé à l'élaboration du programme scientifique de SFC 94.

Division Chimie physique

ECCC1-1st European Conference on Computational Chemistry, Nancy, 23-27 mai.

Division Matériaux polymères et élastomères

Journées d'études des polymères (Jepo XXII), Dourdan, 19-23 septembre.

Colloque annuel du GFP, Grenoble, 22-24 novembre.

Division Chimie organique

Journées de la division, 15 mars, Paris, et 13 décembre, Paris.

Division Chimie coordination

Journées annuelles de la division, les 8 et 9 décembre, Paris.

Division Enseignement de la chimie

Les JIREC, 1er au 3 juin à Toulouse.

Division Chimie du solide

Journées interfaces en chimie inorganique de la molécule à l'état solide, Rennes-Dinard, 30-31 mai.

École Galerne, Mont-Saint-Odile, octobre.

Division Chimie analytique

Journée « Microscopie à champ proche », 17 janvier, Paris.

Journée sur les piles à combustible, 12 décembre, Paris.

Sections régionales

Section Alsace-Strasbourg :

30 conférences en chimie organique et 20 conférences du DES de chimie des métaux de transition, coparrainage avec l'université Louis Pasteur.

Quatre demi-journées «jeunes» avec conférencier-invité et présentation de communications des doctorants.

Section Aquitaine

Organisation de conférences SFC/École doctorale des sciences chimiques.

Remise de prix «Jeunes chercheurs».

Section Auvergne

Journée commune avec la section Rhône-Alpes, avec conférences et exposés oraux réalisés par les jeunes doctorants.

Cycle de «conférences de chimie» intégrées au programme de formations continues des universités avec le concours des industriels régionaux : Michelin, Rhône-Poulenc, NA-Commentry, Riom-lab. CERM...

Section Champagne-Ardennes

Journée de communications avec invitation de conférenciers extérieurs, Reims, 25 mars.

Section Centre

5e Journée de chimie du solide, Orléans.

Organisation de conférences.

Section Bourgogne-Franche-Comté

Journées «jeunes chercheurs SFC», Dijon, 10-11 mai.

Section Bretagne-Pays de Loire

Congrès de la section régionale, Le Dourdy, 30 juin-1er juillet.

Section Languedoc-Roussillon

Journée "échange jeunes-chercheurs", Toulouse-Montpellier, janvier.

Conférence organisée avec la division Chimie organique, Montpellier, mars.

Journée de printemps de la section, Montpellier, 14 avril.

Section Lorraine

Réunion scientifique, 5 juillet, Vandœuvre-lès-Nancy.

Journée scientifique de la section, Vandœuvre-lès-Nancy, 9 décembre.

Section Midi Pyrénées

Conférences organisées avec visite des laboratoires de recherche, à Toulouse : 25 janvier, 17 mai, 2 juin, 11 octobre, 25 novembre.

Journée jeunes chercheurs, Toulouse, 17 mai.

Journée chimie et matériaux, Toulouse, 2 juin.

IVe Journée Grand Sud-Ouest, Toulouse 25 novembre.

2e Journée de chimie, Toulouse, 4 décembre.

Section Normandie (Haute)

Colloque de l'Ircof, Rouen, 10 mai.

Journée jeunes chercheurs, Rouen, 30 mars.

Ve Journée jeunes chercheurs, 30 novembre.

Section Normandie (Basse)-Sarthe

28 conférences dans le cadre de l'ismra, Caen.

Journée annuelle avec conférenciers-invités et communications orales proposées par les jeunes, Le Mans, 9 juin.

Section Poitou-Charentes-Limousin-Touraine

Réunion annuelle : Chimie et céramique, Limoges, 30 novembre, avec la participation d'industriels et d'universitaires venant de

Tours, Poitiers, et Limoges.

Section Provence-Alpes-Côte d'Azur

7e Journée de la chimie, Marseille, 25 mars.

Conférence organisée avec la division Chimie organique, Marseille, 7 décembre.

Section Rhône-Alpes

Journée de printemps de la section, Lyon, 26 mai.

Sections : Aquitaine-Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées

Journée SFC-Grand-Sud-Ouest, Bordeaux.

On remarque une très grande activité et j'ai pu constater, au cours des visites déjà faites, la qualité des prestations ; j'en ai été très réconforté et ai été heureux d'apporter à ceux qui se dépensent généreusement le salut et les félicitations de la SFC. Malgré les points noirs, il y a des signes d'une grande vitalité et les témoignages venant de l'étranger sont encourageants.

Tout le monde est préoccupé par l'état des finances nationales en général et scientifiques en particulier. Nous agissons pour que la science et les scientifiques soient traités au mieux car ils représentent au premier chef les promesses d'un avenir meilleur.

Renouvellement des membres du Conseil d'administration de la Société Française de Chimie

Le renouvellement de 6 postes d'administrateurs au conseil de la Société Française de Chimie s'est effectué au cours de l'Assemblée générale de la Société le 29 juin 1995. Le dépouillement des votes, ce même jour, a donné :

Nombre d'inscrits	4721
Nombre de votants	1219
Votes blancs ou nuls	35
Suffrages exprimés	1184

Ont obtenu et ont été élus :

Jean-Claude Brunie	1163 voix
Louis Cahuzac	1142 voix
Bertrand Castro	1159 voix
Jacques Fraissard	1152 voix
Jacques Goré	1158 voix
Philippe J. Sicard	1155 voix.

Activités de la Société Française de Chimie

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE SE «RECENTRE»

En s'inscrivant dans la suite de l'importante évolution qui a marqué *L'Actualité Chimique* au cours de ces dernières années, un «recen-

trage» intervient à partir du numéro d'août-septembre 1995.

Ce « recentrage » est défini par deux caractéristiques :

1 - *L'Actualité Chimique* est un **organe d'échanges et de transfert d'informations** entre les divisions de la SFC, entre la recherche publique et l'industrie chimique, entre l'enseignement supérieur et l'enseignement secondaire, entre l'industrie chimique et ces deux ordres d'enseignement.

La forte évolution en cours de l'enseignement de la chimie engendre, en particulier, d'importants besoins d'échanges entre les partenaires cités ci-dessus.

2 - *L'Actualité Chimique* rend compte, **dans les meilleurs délais**, des événements marquants survenus au sein de la SFC, ou à l'extérieur de celle-ci, aux plans national, européen et international.

La publication, dans *L'Actualité Chimique* d'août-septembre, des nouveaux programmes de chimie de 1re année des classes préparatoires, qui viennent d'être officiellement promulgués, relève de ces deux caractéristiques.

Gérard Montel

SOMMAIRE DU NUMÉRO D'AOÛT-SEPTEMBRE 1995

Montpellier

- Conférence européenne sur la chimie de l'état solide, Montpellier, 4-7 septembre 1995
- La chimie à Montpellier :
 - Chimie moléculaire pour matériaux, par R. Corriu
 - La chimie de l'état solide à l'université de Montpellier II et à l'École Nationale Supérieure de Chimie, par M. Ribes
 - Les recherches au Laboratoire de matériaux catalytiques et catalyse en chimie, par F. Fajula
 - Les recherches au Laboratoire des agrégats moléculaires et matériaux organiques, par J. Rozière
 - Sur la nécessité de développer la recherche fondamentale en sciences des membranes, par L. Cot
 - Les matériaux polymères en Languedoc-Roussillon, par B. Boutevin
 - Interface chimie-biologie : un pôle interdisciplinaire s'est constitué à la faculté de pharmacie de Montpellier associant recherche et formation, par J.-M. Lhoste
 - Biomolécules, par J.-L. Imbach

- Montpellier, rôle charnière entre le Nord et le Sud, par C. Tapiero, P. Vitse
- L'organisation professionnelle de l'industrie chimique en Languedoc-Roussillon, par S. Malacarne
- L'usine de Salindres, groupe Rhône-Poulenc, par L. Geoffroy

Enseignement

- Le groupe interdivisions «Enseignement» : ses premiers travaux, par G. Montel
- Prolonger la réforme des programmes de chimie du secondaire dans les premiers cycles universitaires, par G. Chambaud
- Les classes préparatoires : nouveaux programmes
 - Mise en œuvre de la réforme des classes préparatoires aux grandes écoles
 - Programme de chimie des classes de mathématiques supérieures PCSI
 - Programme de chimie des classes de mathématiques supérieures BCPT
 - Programme de chimie et technologie chimique

Hygiène-sécurité

- Bhopal : causes, conséquences et leçons, dix ans après, par J.-B. Donnet
- Les leçons de l'après Bhopal : la chimie peut-elle expliquer la toxicité de l'isocyanate de méthyle ?, par A. Picot

Histoire de la chimie

- Chronique du bicentenaire du système métrique, par P.-H. Genès
- Les mésaventures du litre, par Y. Noël
- Il y a cent ans

DIVISION Chimie de coordination

JOURNÉES DE LA DIVISION

Versailles, 14-15 décembre 1995

Elles auront lieu à l'université de Versailles-Saint Quentin (bât. Lavoisier, 45, avenue des États-Unis, Versailles).

A l'occasion de ces Journées, le prix de la division sera remis au lauréat J.-F. Halet.

- Renseignements : R. Guillard, Université de Bourgogne, Laboratoire d'ingénierie moléculaire pour la séparation et les applications des gaz «Limsag» (UMR 9953), Faculté des sciences Gabriel, 6, bd Gabriel, 21100 Dijon. Tél. : 80.39.61.11. Fax : 80.39.61.17.

DIVISION Chimie organique

JOURNÉES DE LA DIVISION

Paris, 5 décembre 1995

La prochaine journée de la division aura lieu le mardi 5 décembre 1995 au ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (entrée : 25, rue de la Montagne-Sainte Geneviève, 75005 Paris) de 9 h 30 à 17 h 30.

Le programme de cette manifestation comprend les conférences présentées par :

- Plauevent (université de Rouen),
- A. Etchevaren (Madrid, Espagne),
- A. Solladié-Cavallo (université de Strasbourg),
- A. Tartar (Institut Pasteur, Lille),
- H. Yamamoto (Nagoya University, Japon).

- Renseignements : C. Greck, ENSCP, 11, rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 44.27.67.42. Fax : (1) 44.07.10.62.

DIVISION Catalyse

Au cours de la dernière réunion, le bureau de la Divcat a décidé de rembourser les frais d'inscription de 19 jeunes chercheurs présentant une affiche ou une communication orale au congrès Europacat de Maastricht. Cette action s'inscrit dans le cadre d'une politique d'incitation des jeunes à la participation de congrès internationaux.

SECTION Champagne-Ardennes

RÉUNIONS DE LA SECTION

- Elles auront lieu à Reims :
 - 5 octobre 1995 : Dr C. Descoins.
 - 12 octobre 1995 : Dr Schuchart.
 - 19 octobre 1995 : Dr S. Zard.
 - 9 novembre 1995 : Dr D. Uguen.
- Le Club des jeunes sociétaires a invité Hervé Thys, le 7 décembre 1995. Il fera un exposé sur «la chimie de la cuisine» (voir également *L'Actualité Chimique*, juin-juillet 1995, 4, p. 42).

- Renseignements : Ch. Portella, UFR sciences, BP 347, 51062 Reims Cedex. Tél. : 26.05.32.34. Fax : 26.03.31.66.

SECTIONS Aquitaine/ Midi-Pyrénées/ Languedoc-Roussillon

Ve JOURNÉES GRAND SUD-OUEST

Montpellier, 24 novembre 1995

Les sections Aquitaine, Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon de la SFC organisent, le dernier vendredi de novembre, la « Journée Grand Sud-Ouest ». Cette journée scientifique, ouverte à tous les chimistes, doit permettre au jeunes chercheurs de s'exprimer.

Une conférence plénière, des sessions de communications orales et une session de communications par affiche sont prévues.

- Renseignements : Roger Escale, Laboratoire de chimie organique pharmaceutique, URA 1111, 15, av. Charles Flahault, 34060 Montpellier, Cedex. Tél. : 67.04.53.30. Fax : 67.52.81.07.

PLIS CACHETÉS

La SFC a reçu les plis cachetés suivants (*droits de garde 80 F par pli cacheté déposé*) :

- Le 22 février 1995, de Ch. Franzoni, C. Pusineri (Rhône-Poulenc Chimie, L-95012), sous le numéro 289
- Le 10 mai 1995, de F. Baud-Grasset, J.-C. Palla (Rhône-Poulenc Chimie), sous le numéro 290.
- Le 22 mai 1995, de D. Baudry, F. Montagne, A. Dormond, sous le numéro 291.
- Le 29 mai 1995, de Pierre Mancy, sous le numéro 292.
- Le 9 juin 1995, de P. Hudhomme, P. Blanchard, C. Durand, M. Salle, M. Jubault, A. Gorgues, G. Dugay, sous le numéro 293.
- Le 12 juin 1995, de J.J. Brunet, R. Chauvin, G. Commenges, B. Donnadiou, P. Leglayes, sous le numéro 294.
- Le 17 juillet 1995, de Rhône-Poulenc Aramides et Kermel (L95035), sous le

PRIX 1995 Grands Prix**PRIX LE BEL**

Le prix Le Bel 1995 a été attribué à Jean-Claude Jacquesy. Il sera remis au lauréat lors des JCO (septembre 1995).

Agé de 59 ans, Jean-Claude Jacquesy a été nommé professeur à l'université de Poitiers en 1968. Après ses études à l'ENSC de Strasbourg, il a préparé une thèse d'ingénieur docteur, puis un doctorat d'État sous la direction de J. Levisalles.

C'est à la suite de son stage postdoctoral au MIT que Jean-Claude Jacquesy s'est orienté vers la chimie des milieux superacides qu'il a développé à Poitiers et dont il est devenu un spécialiste de notoriété internationale. Il dirige l'URA 1468 Chimie des produits naturels et de l'environnement.

Jean-Claude Jacquesy a été directeur de l'IUT de Poitiers de 1973 à 1977, puis coordinateur de la chimie dans cette université. Il est actuellement président de la commission de spécialistes.

Son exceptionnelle activité de recherche, qui déborde largement le domaine des superacides, a été distinguée par la Médaille d'argent du CNRS en 1977.

PRIX SUE

Le prix Sue 1995 a été attribué à Michel Che. Il sera remis au lauréat à l'occasion d'Interchimie (décembre 1995).

Diplômé de l'ESCIL, Michel Che soutient sa thèse de doctorat à l'IRC (Villeurbanne) en 1968. Il effectue ensuite un stage postdoctoral à l'université de Princeton aux États-Unis.

Successivement attaché de recherches pendant sa thèse, chargé de recherche de 1968 à 1974, puis maître de recherche de 1974 à 1975 à l'IRC, il devient maître de conférences à l'université Pierre et Marie Curie (Paris) en 1975. Il est nommé professeur en 1976, puis professeur de classe exceptionnelle en 1992.

Les activités de Michel Che se situent dans le cadre de la réactivité de surface en relation avec les phénomènes d'adsorption et de catalyse hétérogène. La majeure partie de ses travaux concerne l'application de la chimie de coordination à l'interface solide/liquide ou gaz et débouche sur le développement d'une nouvelle chimie de coordination dite interfaciale (CCI) sur la base de concepts originaux et fructueux.

PRIX 1995 Prix des divisions**Division Catalyse : Patrice Batamack**

Le prix a été attribué à Patrice Batamack, un camerounais actuellement ATER en poste à Paris VI. « La RMN large bande à 4 K : une nouvelle méthode d'étude de l'acidité des solides. Applications aux zéolithes » est le titre de sa thèse. Son postdoctorat a été consacré à la catalyse en milieux superacides.

Division Chimie analytique : Éric Lichtfouse

Le prix a été attribué à Eric Lichtfouse, chargé de recherche à l'Inra et en poste en biogéochimie isotopique à l'UPMC (Paris). Il a consacré l'essentiel de ses recherches à l'analyse des sédiments, en utilisant la chromatographie en phase gazeuse et la spectrométrie de masse de rapport isotopique.

La médaille de la division Chimie analytique sera remise, à l'occasion d'Interchimie 1995, à Pierre Gy, pour son œuvre dans le domaine de l'échantillonnage.

Division Chimie de coordination : Jean-François Halet

• Le prix a été attribué à Jean-François Halet (Laboratoire de chimie du solide et inorganique moléculaire, Rennes). J.-F. Halet a consacré ses investigations à l'étude de la liaison en chimie inorganique, c'est-à-dire l'étude théorique de la coordination (chimie des complexes moléculaires organométalliques et/ou inorganiques, chimie des composés de l'état solide, ou encore chimie des surfaces).

Division Chimie organique : Denis Sinou et Alain Blanc

• Le prix de la division a été attribué à Denis Sinou (professeur à l'université de Lyon). Après un stage postdoctoral chez H. Kagan, il s'oriente vers l'utilisation des métaux de transition en chimie organique. Ses recherches sont actuellement centrées sur la synthèse asymétrique.

• Le prix de la division réservé à un industriel a été attribué à Alain Blanc (Société Française Hoechst, Stains). A. Blanc s'est consacré à la chimie des synthons aldéhydiques destinés à la chimie des applications.

Division Chimie physique : Jean-Bruno Brzoska

• Le prix a été attribué à Jean-Bruno Brzoska (Centre d'Étude de la Neige, Météorologie,

Grenoble). J.-B. Brzoska s'est consacré à l'hydrodynamique du mouillage et aux traitements de surfaces avec, actuellement, l'étude de la neige et le développement d'un moyen de visualiser la neige humide «en situation».

Division Chimie du solide : Michel Evain*

• Le prix a été attribué à Michel Evain, directeur de recherche à l'Institut des Matériaux de Nantes. Après un stage postdoc aux États-Unis où il s'est initié au calcul de structure de bande, son activité scientifique s'est maintenant orientée vers l'étude du comportement non harmonique des ions d^{10} et l'analyse de la ségrégation bidimensionnelle.

Division Enseignement de la chimie : Michèle Kirch et Jean Meullemeestre

Le prix a été attribué à deux enseignants de l'ULP de Strasbourg :

• Michèle Kirch a développé son activité pédagogique en trois domaines : la chimie en 1er cycle, la formation des allocataires-moniteurs (CIBS) et la diffusion grand public de la culture scientifique. Elle a fondé l'association Alcanes, facilitant les rencontres industriels-étudiants.

• Jean Meullemeestre est responsable des enseignements de chimie de la préparation au Capes, il a pris en charge l'organisation des Olympiades de la chimie dans le Bas-Rhin et a été le premier à faire participer les étudiants de 2e année de l'IUFM à l'encadrement de ces séances. Il est également un acteur bénévole de la «boutique des enseignants».

Prix Dina Surdin 1995

Le prix Dina Surdin 1995 a été attribué à Isabelle Canet-Fresse pour sa thèse sur la «RMN du deutérium en milieu cristal liquide chiral : nouvelle méthode de visualisation d'énantiomères»

Madame Canet a réalisé une étude très complète sur deux types de mésophases cholestériques, l'une thermotrope, l'autre lyotrope et a décrit l'utilisation de ces deux phases comme solvant de RMN pour la visualisation d'énantiomères. La mise au point de Mme Canet semble être générale et, dans certains cas, plus performante que les méthodes classiques. Elle a appliqué cette méthode à la détermination de l'excès énantiomérique de différentes molécules.

JOURNÉES CRYOGÉNIE ET SUPRACONDUCTIVITÉ

RENNES

19-20 septembre 1995

Le programme de cette journée scientifique, patronnée par le Crin, portera sur les thèmes : cryothérapie, cryopréservation, biomagnétométrie, imagerie et spectroscopie par résonance magnétique.

- Renseignements : CSIM/URA 1495, Campus de Beaulieu, avenue du Général Leclerc, 35042 Rennes Cedex. Tél. : 99.28.61.23. Fax : 99.63.57.04.

SÉMINAIRES DU SERVICE DES MOLÉCULES MARQUÉES

SACLAY

octobre-décembre 1995

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

– 3 octobre 1995 : Les anticorps catalytiques au service de la chimie organique de synthèse : contrôle stéréochimique de la réaction de Diels-Alder, par V. Gouverneur (Ilkirch).

– 24 octobre 1995 : Transitions ordre-désordre dans les systèmes colloïdaux vus par diffusion, par T. Zemb (CEA).

– 14 novembre 1995 : Cristallisation bidimensionnelle sur films lipidiques formés à une interface air-eau de protéines solubles, par G. Moser (Institut Curie).

– 5 décembre 1995 : Synthèse totale de l'aglycone de l'avermectine B1b, par A. Pancrazi (École polytechnique).

- Pour assister à ces séminaires se mettre en rapport avec le secrétariat SMM. Tél. : (1) 69.08.52.55.

K'95

DUSSELDORF (ALLEMAGNE)

5-12 octobre 1995

K'95 est le 13e Salon international des plastiques et du caoutchouc.

- Renseignements : Nowea, Postfach 10 10 06, D-40001 Düsseldorf, Allemagne. Tél. : +49 (211) 45 60-01. Fax : +49 (211) 45 60-668.

MÉTHODES RAPIDES D'ANALYSE EN MICROBIOLOGIE

PARIS

6 octobre 1995

Le colloque, patronné par trois ministères, sera consacré aux nouvelles avancées pour l'industrie agro-alimentaires.

- Renseignements : Agro-Industrie Avenir, 8, rue d'Athènes, 75009 Paris. Tél. : (1) 44.53.15.35. Fax : (1) 44.53.15.49.

INDUSTRIAL AND MATERIALS TECHNOLOGIES

VIENNE (AUTRICHE)

11-13 octobre 1995

Cette conférence de la CEE est

patronnée par la Commission DG XII (Science, Research and Development) et par le ministre autrichien pour la Science, la Recherche et les Arts.

- Renseignements : M. Jean-Yves Calvez, EC-DG XII-C, Brussels, Belgique. Tél. : +32 (2) 296.29.21. Fax : +32 (2) 295.80.46.

L'AUTHENTICITÉ DES PRODUITS ALIMENTAIRES - PERSPECTIVES INDUSTRIELLES

NANTES

11-13 octobre 1995

Ce 3e symposium européen est organisé par Eurofins.

- Renseignements : Michèle Lees, Laboratoires Eurofins, site de la Géraudière, CP 4001, 44073 Nantes Cedex 03. Tél. : 40.59.45.71. Fax : 40.76.17.90.

WORLD CONGRESS ON WASTE MANAGEMENT

VIENNE (AUTRICHE)

15-20 octobre 1995

Ce congrès est organisé pour le 25e anniversaire de l'ISWA (International Solid Waste Association).

- Renseignements : Utec Vienna GmbH, Türkenstrasse 25, PO Box 285, A-1092 Vienna, Autriche. Tél. : +43 (1) 310 20 07. Fax : +43 (1) 310 20 07/44.

EUROENVIRONMENT II

VIENNE (AUTRICHE)

18-20 octobre 1995

Cette conférence de la

Fédération des Sociétés Chimiques Européennes, est organisée en coopération avec UTEC Vienna GmbH.

Principaux thèmes : air, climat, sol, eau, alimentation, cultures, technologies environnementales, énergie, rémanence, enseignement.

- Renseignements : Utec Vienna GmbH, Türkenstrasse 25, A-1092 Vienna, Autriche. Tél. : +43 (1) 310 20 07. Fax : +43 (1) 310 20 09.

SITEF 95

TOULOUSE

24-28 octobre 1995

Les thèmes du 8e Sitef, marché international des technologies avancées : aéronautiques et espace, information et communication, transports terrestres, production industrielle (robotique, électronique), et industries des ressources naturelles et du vivant.

- Renseignements : Sitef 95. Tél. : 61.33.66.71. Fax : 61.25.42.60.

CONGRÈS ANNUEL DE L'AICHE

MIAMI BEACH (ÉTATS-UNIS)

12-17 novembre 1995

- Renseignements : AIChE, 345 East 47th Street, New York, NY 10017-2395, États-Unis. Tél. : +1 (212) 705-8100. Fax : +1 (212) 705-8400.

Tarif préférentiel d'abonnement à L'Actualité Chimique pour les membres de la SFC

Formulaire à renvoyer à la Société Française de Chimie

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

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

- Je souhaite m'abonner à L'Actualité Chimique (n° de sociétaire SFC :), Sociétaires en activité : 500 F. Autres catégories (jeunes, retraités...) : 250 F.
- Je souhaite recevoir une facture.

A _____ le _____

Signature

