

# **l'actualité chimique**

n° 100, mars 1983

# GUIDE de la CHIMIE 1983

## 1 - documentation générale

chapitre mis à jour au 1<sup>er</sup> septembre 1982  
comportant les renseignements administratifs sur  
le ministère de l'Industrie,  
direction des Industries chimiques,  
textiles et diverses,  
la Fédération Française de Chimie,  
l'Union des Industries chimiques et tous les  
organismes professionnels nationaux et régionaux

## 2 - produits chimiques purs

nomenclature générale alphabétique.  
10.000 formules  
synonymes  
dénominations anglaises, allemandes.  
caractéristiques physiques et chimiques  
utilisations  
fabricants et agents de vente.

## 3 - classe de produits commerciaux

fabricants  
agents de vente  
transformateurs  
exportateurs  
importateurs

## 4 - fournisseurs, équipements, matériel, loueurs de matériel spécialisé

fabricants  
agents de vente  
importateurs  
spécialistes.  
matériel proposé par les entreprises adhérentes  
de la chambre syndicale nationale des loueurs  
de véhicules industriels.

## 5 - répertoire général alphabétique

raison sociale  
adresse  
téléphone  
renseignements utiles sur chaque fabricant  
agent de vente, importateur, grossiste, négociant  
cités dans les parties 2, 3 et 4.  
sections étrangères.

**plus de 1200 pages sous une luxueuse  
couverture toilée, imprimée aux fers à dorer.**

Tout au long de l'année, nos services fabrication peuvent noter les modifications  
éventuelles intervenues dans vos coordonnées où vos activités.

**BON DE COMMANDE**  
PURCHASE ORDER

**A RETOURNER A**  
TO BE RETURNED

**SEP EDITION** 194-196 RUE MARCADET - 75018 PARIS (FRANCE) Tél. : 255.00.33-37

Nous vous prions de noter une commande de ..... exemplaires au prix de F **415** l'unité  
*Will you please take note of an order for ..... copies at the price of F 415 each TTC Franco*

Nous vous réglons :  
*You will be paid by means of :*

- Par chèque bancaire ci-joint  
*- Enclosed cheque, drawn on a bank*
- Par virement à V/C.C.P. N° 2242-37 Paris  
*- Transfer of required amount to your postal current account N° 2242-37 PARIS*

NOM OU RAISON SOCIALE .....  
*FAMILY NAME or TRADE NAME*

Cachet et signature  
*Firm's stamp and signature*

ADRESSE .....  
*ADDRESS*

# l'actualité chimique

## Directeur de la publication

**Jean-Claude Balaceanu**

Président de la S.C.F.

## Comité de rédaction

**Marc Chérest**

Secrétaire général de la S.C.F.

**Francis Fauvarque**

Vice-Président de la S.C.F.

**Robert Guillet**

Délégué général de la S.C.I.

**Robert Mas**

Administrateur de la S.C.I.

**Paul Arnaud**

Université Grenoble 1

**Roland Audebert**

E.S.P.C.I. (Paris)

**Robert Azerad**

Institut de Biochimie (Orsay)

**Roger Ben Aïm**

Université P. et M. Curie (Paris)

**Jean-Pierre Billon**

Rhône-Poulenc (Vitry-sur-Seine)

**François Chappuis**

Direction des Industries Chimiques (Paris)

**Jean-Claude Charbonnier**

I.R.S.I.D. (Saint-Germain-en-Laye)

**Alain Derome**

Union des Industries Chimiques (Paris)

**Henri Dupin**

C.N.A.M. (Paris)

**Gérard Folcher**

C.E.N. (Saclay)

**Jean Fouché**

Rhône-Poulenc (Paris)

**Roland Gauguin**

Rhône-Poulenc (Paris)

**Jean-Paul Guetté**

C.N.A.M. (Paris)

**André Képès,**

**Jean-Marie Lebeault**

U.T.C. (Compiègne)

**Pierre Laprince**

I.F.P. (Rueil-Malmaison)

**Georges Maire,**

**Jean Miquéy**

Chimie et Ecologie (Paris)

**Roger Papp**

P.C.U.K. (Paris)

**Philippe Pichat**

A.P.C. (Paris)

**François Pierrot**

E.S.C.I.L. (Villaurbanne)

**Alexandre Revcolevschi**

Université Paris-Sud (Orsay)

**Georges Soussan**

Université Paris-Sud (Orsay)

**Jean Ville**

S.N.E.A. (Paris)

**Roger Viovy**

E.N.S. (Saint-Cloud)

## Rédacteurs en chef

**Lucien Ducret (S.C.F.)**

**Thérèse Chaudron (S.C.I.)**

## Rédaction

**Secrétaire : Mme de Stœcklin**

250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris

Tél. : 325.20.78

## Publicité

**Chef de publicité : G. Perreau**

250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris

Tél. : 325.20.78

## Abonnements 1983

(10 numéros)

**Membres de la S.C.F. et de la S.C.I.**

Les Membres des deux Sociétés bénéficient d'un prix d'abonnement préférentiel de 312 F (T.T.C.) à cette revue.

**Non-membres**

France . . . . . 489 F (T.T.C.)

Europe, Afrique du Nord . . . . . 470 F

Autres pays (envoi par avion) . . . . . 580 F

**Chèques au nom de la S.C.F. C.C.P. Paris 280-28 W**

## Changement d'adresse

Joindre la somme de 10 F

## Prix du numéro 70 F

En vente uniquement aux Sièges de la S.C.F. et de la S.C.I.



publiée

par la **SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE**  
et la **SOCIÉTÉ DE CHIMIE INDUSTRIELLE**

# REACTIFS CARLO ERBA



*chimie fine  
et nobles molécules*



GRUPE MONTEDISON

**FARMITALIA CARLO ERBA**

TOUR FRANKLIN - CEDEX 11 92081 - PARIS LA DEFENSE TEL. (1) 776.42.52

spire

---

Faisons le point	7	La réaction de Maillard par Gaston Vernin, Jacques Metzger et Tzvetan Obretenov
La chimie et la vie	17	Vers des catalyseurs moléculaires synthétiques par Jean-Paul Behr
Sécurité	25	Risques liés à la manipulation des produits cancérogènes (I) par André Picot
Enseignement	41	Apport d'un micro-ordinateur dans l'enseignement de quelques problèmes de physique moléculaire de base par C. Kubach et R. Frémont-Lamouranne Dans les revues... Livres récents Manipulations de polarographie par Michel Aubailly
Appareils	48	
Communiqués	54	
Informations	61	Un an après... par Maryse Damiens
La page du C.N.R.S.	72	

---

F.F.C.	75	
Société de Chimie Biologique	75	Réunion de Printemps, du 5 au 7 mai 1983, à la Grande-Motte
Société de Chimie Physique	76	2 <sup>e</sup> Réunion internationale sur les batteries au lithium
Société Chimique de France	76	Réunions : Division Chimie de coordination : Atelier « Electrochimie et complexes de coordination », les 5 et 6 mai 1983, à Villeurbanne Communiqués : Division Chimie organique : Journées de chimie organique, 12, 13 et 14 septembre 1983, à Palaiseau. Réunion annuelle 1983 : Lyon 28, 29 et 30 septembre Sections régionales : Section Bourgogne-Franche Comté.
Société de Chimie Industrielle	78	Composition du Conseil d'administration Assemblée générale de la Société de Chimie Industrielle, mardi 7 décembre 1982 In memoriam : Prosper E. Cholet Centre de Perfectionnement Technique : stages Fédération Européenne du Génie Chimique : manifestations Fédération Européenne de la Corrosion : manifestation Sommaire de la revue <i>Analisis</i>

---

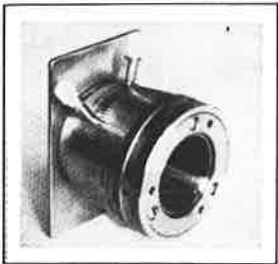
Couv. III Demandes et offres diverses. Table des annonceurs

# SPECTROPHOTOMÉTRIE ET ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

## ACCESSOIRES DE SPECTROPHOTOMÉTRIE



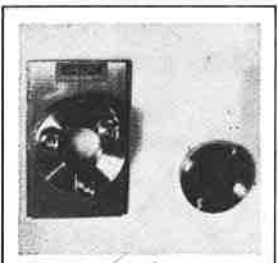
Spectrophotométrie IR :  
poudre de KBr en bâtonnets,  
permet facilement  
et rapidement l'obtention  
des pastilles-échantillons  
à dépouiller.



Cuves UV et IR  
Cuves semi-permanentes  
et démontables  
Cuves à épaisseur variable  
Cuves à gaz.



Réflexion totale atténuée  
Ensemble à 25 réflexions,  
cristaux en KRS - 5,  
AgCl, Ge.



Polariseur IR :  
1 à 20  $\mu$ , 95 %, 70 % T.  
20 à 1000  $\mu$ , 93 %, 80 % T.  
50 à 1000  $\mu$ , 93 %, 80 % T.



Fenêtres UV et IR en NaCl,  
AgBr, BaF<sub>2</sub>, LiF, silice, verre,  
CsBr, CsI, KRS - 5, CaF<sub>2</sub>.  
Coffret de polissage pour  
fenêtres en NaCl, KCl, KBr.

## SOURCES LUMINEUSES



- Sources Xe et Hg de  
75 W à 2500 W
- Sources pulsées ou  
continues
- Sources D<sub>2</sub>, halo-  
gène et IR.

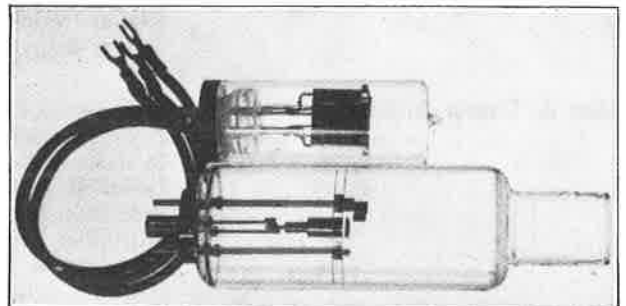


*Alimentation d'une source 150 W Xe*

## AUTRES FABRICATIONS



*Photomètres  
à lecture digitale*



*Lampes à cathode creuse, lampes D2*

Composants optiques pour  
l'UV, le visible et l'IR.

Filtres interférentiels.

Catalogue sur demande

# ORIEL

7 RUE TITON, 75011 PARIS

TÉL. 37100 60 +

TÉLEX 211 558 FORIEL

# LA RÉACTION DE MAILLARD \*

Gaston Vernin <sup>1</sup>  
 Jacques Metzger <sup>1</sup>  
 Tzvetan Obretenov <sup>2</sup>

« Mes recherches... m'ont amené à mettre les acides aminés en présence de d-glucose... le dégagement de gaz carbonique qui en résulte provient de la scission du carboxyle appartenant au glycolle. Si l'on admet que cette scission est corrélative de la fixation de l'azote sur le carbone aldéhyde du sucre, nous sommes conduit à penser que les molécules de glucose au nombre de deux au moins, qui entrent dans la constitution du nouveau corps, éprouvent des déshydratations qui créent des doubles liaisons et peut-être des cycles. Les substances noirâtres ainsi formées pourraient être des molécules polycycliques à un atome d'azote... Les conséquences de ces faits me paraissent aussi nombreuses qu'intéressantes dans divers domaines de la science. Je me suis assuré que les produits de la réaction que je signale sont précisément des mélanoidines... Nous sommes aujourd'hui en mesure de réaliser individuellement la condensation d'un amino-acide défini avec un sucre défini... »

La portée de la réaction générale que je signale n'a d'égale que son extrême facilité. On est surpris qu'elle ne soit pas depuis longtemps connue dans ses moindres détails... » (L. C. Maillard).



Gaston Vernin



Jacques Metzger



Tzvetan Obretenov

## 1. Introduction

C'est par cette communication lors de la séance du 8 janvier 1912 de l'Académie des Sciences (dont nous avons reproduit quelques extraits) que Maillard devait donner naissance à cette réaction qui porte son nom et qui, encore aujourd'hui, ne semble connue que des spécialistes de l'industrie alimentaire. Notre objectif est de combler partiellement cette lacune.

On assimile souvent la réaction de Maillard à la réaction de brunissement non enzymatique. Cette dernière appellation est beaucoup plus générale car elle englobe, non seulement la précédente, mais aussi, toutes autres réactions qui affectent les composants alimentaires au cours des procédés technologiques de cuisson, de déshydratation, de transformation, de conservation, etc.

Nous examinerons tout d'abord les différentes étapes de cette réaction de condensation entre les sucres et les acides aminés dont le stade ultime est, d'une part, la formation de composés volatils responsables de la flaveur des aliments c'est-à-dire du goût, de l'odeur et de l'arôme perçus olfactivement par voie rétronasale et, d'autre part, la formation des pigments bruns de haut poids moléculaire (mélanoidines) qui constituent la majeure partie de la réaction.

Nous passerons ensuite en revue les différents facteurs qui ont une incidence sur le brunissement.

Par ses répercussions sur les plans organoleptique, physiologique, nutritionnel et toxicologique, la réaction de Maillard suscite un regain d'intérêt comme en témoignent de nombreuses mises au point (5, 12, 15, 16, 19, 55, 56, 67, 68, 70, 72) et des ouvrages (17, 46, 73) récents.

<sup>1</sup> Laboratoire de chimie organique A, associé au C.N.R.S., L.A. n° 126, Faculté des Sciences et Techniques de St-Jérôme, Rue Henri Poincaré, 13397 Marseille Cedex 13.

<sup>2</sup> Département de chimie organique et de biochimie, Institut Supérieur des Industries Alimentaires, Plovdiv, Bulgarie.

\* Les auteurs remercient l'ACTIM, le CNRS et le Gouvernement Bulgare d'avoir favorisé le stage de l'un d'entre eux (T.O.).

## 2. Les différentes étapes de la réaction de Maillard

Le schéma global de la réaction de Maillard a subi peu de modifications depuis les travaux de Hodge en 1953 (25, 26) (cf. schéma 1).

A partir des aldoses (glucose) on passe à des aldosylamines, puis par réarrangement d'Amadori, à des cétosylamines. Les cétooses (fructose) sont transformés en cétosylamines qui se réarrangent en aldosylamines. Aldosylamines et cétosylamines sont la clé de voûte de la chimie des arômes formés au cours de la réaction de Maillard. Par dégradation thermique et déshydratation, ils donnent des composés carbonyles (aldéhydes,  $\alpha$ -dicétones, réductones, déhydroréductones) qui vont jouer un rôle primordial dans la formation des composés volatils. Les mélanoidines sont formées par polymérisation des aldimines et des cétimines avec les composés carbonyles. Nous allons examiner plus en détails ces différentes étapes.

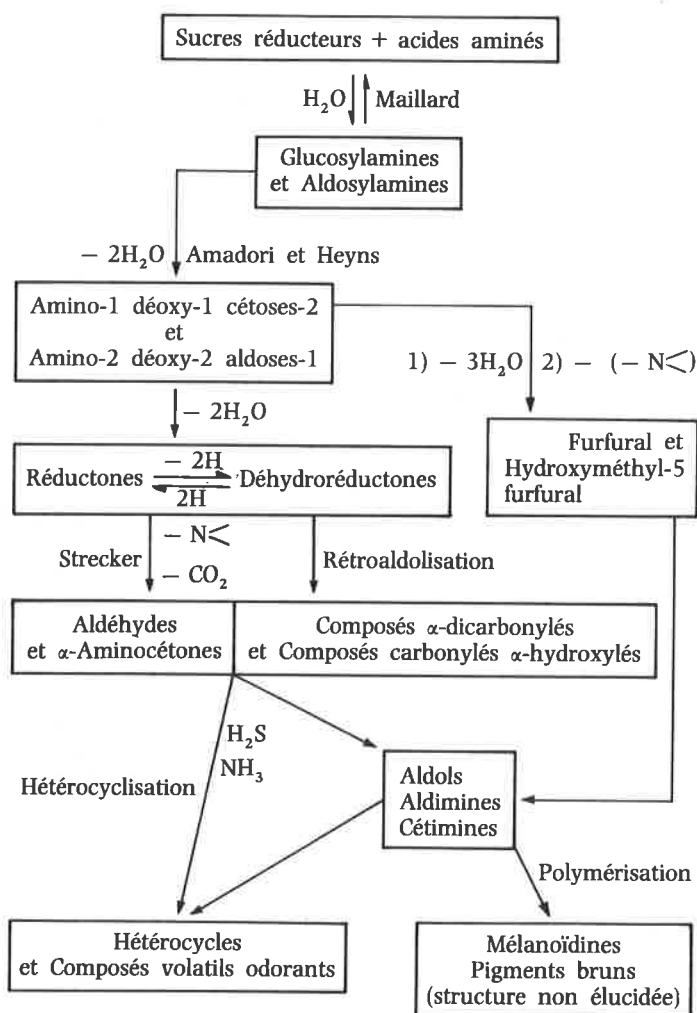


Schéma 1. Formation des mélanoidines et des hétérocycles dans la réaction de Maillard.

### 2.1. Formation des intermédiaires d'Amadori et de Heyns

La première étape de la réaction est la formation d'une base de Schiff par attaque nucléophile du groupement amino de l'acide aminé (ou d'un dipeptide) sur la fonction aldéhydique de l'aldose (cette étape n'est pas représentée dans le schéma). La base de Schiff existe en équilibre avec une aldosylamine N-substituée (forme cyclique)

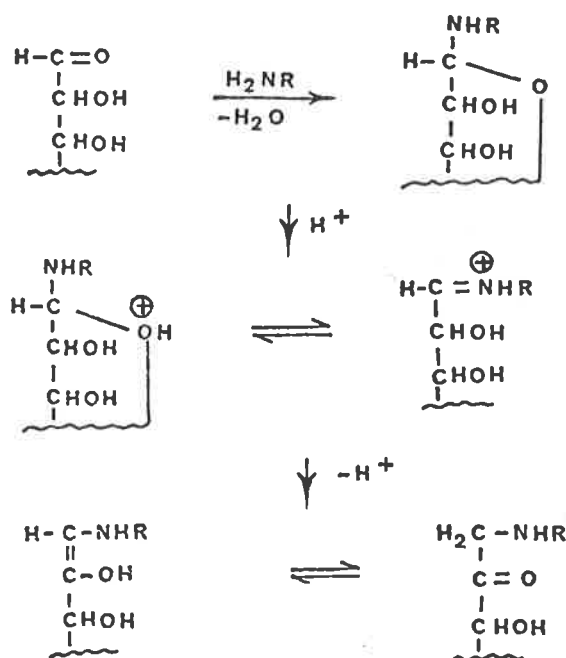


Schéma 2. Formation des intermédiaires d'Amadori (Amino-1-déoxy-1-cétooses-2, R = CH(R')COOH).

En milieu acide, l'aldosylamine forme un cation oxonium en équilibre avec un cation iminium (forme ouverte). Ce dernier, par élimination d'un proton fixé sur le carbone en position  $\beta$  de l'amine donne l'énamine correspondante en équilibre avec la cétosylamine (intermédiaire d'Amadori). Par condensation avec une deuxième molécule d'aldose, les intermédiaires d'Amadori peuvent conduire à des dicétoamines.

Les cétosylamines peuvent exister sous plusieurs formes cycliques furannoses et pyranoses.

Des études récentes en RMN- $^1\text{H}$  à 220 MHz ont montré que les intermédiaires d'Amadori résultant de la condensation du glucose et de la glycine existent principalement sous la forme  $\beta$ (D)-pyranose (cf. Figure 1).

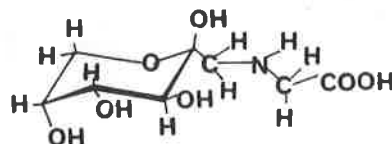


Figure 1. Configuration de l'intermédiaire Fruc-Gly (48).

Moll et al. utilisant la RMN- $^{13}\text{C}$  et les déplacements chimiques du carbone en -2 ont montré que les intermédiaires Fruc-Val. existent sous les formes  $\beta$ -pyranose (71 %),  $\beta$ -furanose (23 %) et  $\alpha$ -pyranose (6 %) (44).

La formation des intermédiaires de Heyns à partir des cétooses (fructose) est représentée dans le schéma 3.

Tous ces intermédiaires donnent en IR une bande  $\nu(\text{C}=\text{O})$  entre 1 620 et 1 630  $\text{cm}^{-1}$ . Leur identification est, en général, effectuée en spectrométrie de masse, soit sous forme de dérivés caractéristiques (63), soit par la technique ionisation-désorption (CI/D) en utilisant l'ammoniac comme réactif (44). Ils ont été isolés à partir de nombreux aliments naturels (48), le plus souvent par chromatographie par échange d'ions (22). Mais, la méthode de choix pour la séparation de ces intermédiaires, qu'ils soient issus de milieux naturels ou de réactions modèles entre sucres réducteurs et



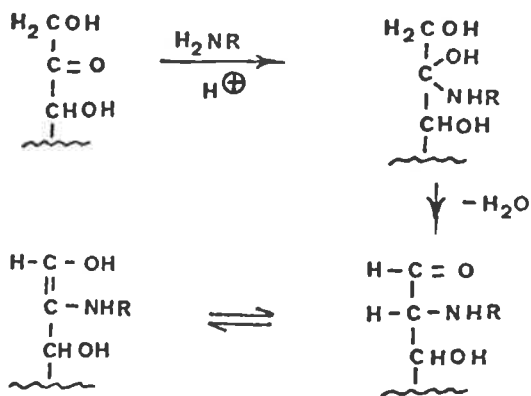


Schéma 3. Formation des intermédiaires de Heyns à partir des cétoaldoses (Amino-2 déoxy-2 aldoses-1).

acides aminés, est la chromatographie liquide haute performance en phase inversée (43, 44, 63). On peut également suivre leur formation par la mesure de la densité optique à 235 nm (cas du glucose et de la phénylalanine) (76).

Leur dégradation thermique a également été étudiée. Celle-ci libère un très grand nombre d'hétérocycles qui ont une grande importance sur le plan olfactif (24, 27, 40-42, 61).

## 2.2. Réarrangement des intermédiaires d'Amadori et de Heyns : réductones et déhydroréductones

L'énolisation 1,2 des intermédiaires d'Amadori et de Heyns suivie de la perte d'une molécule d'acide aminé par élimination allylique

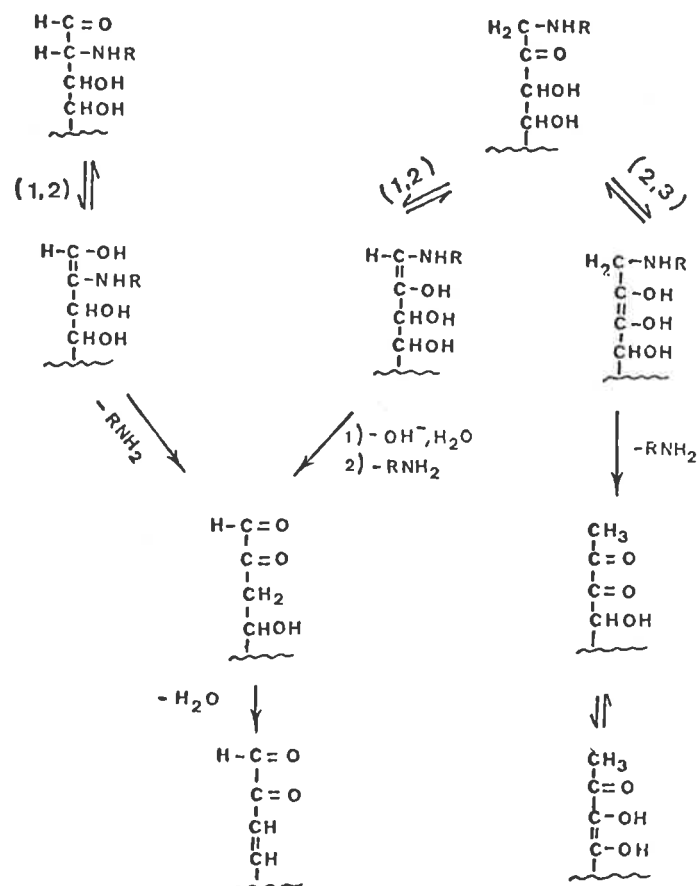


Schéma 4. Réarrangement des intermédiaires d'Amadori et de Heyns.

conduit à des intermédiaires  $\alpha$ -dicétoniques qui peuvent ensuite se déshydrater pour former des composés dicarbonylés  $\alpha,\beta$ -insaturés (cf. schéma 4).

L'énolisation 2,3 de ces mêmes intermédiaires conduit aussi à des dérivés  $\alpha$ -dicétoniques en équilibre avec plusieurs isomères céto-énoliques (40).

Dans les aliments, l'oxydation de ces réductones en déhydroréductones est une étape importante de la réaction de brunissement. L'oxydation de l'acide ascorbique (vitamine C) en est un exemple typique. Cette oxydation peut être réalisée par l'oxygène de l'air, les  $\gamma$ -quinones formées par dégradation des sucres ou par les éléments minéraux comme le cuivre ( $\text{Cu}^{2+}$ ), le fer ( $\text{Fe}^{3+}$ ), le titane ( $\text{Ti}^{4+}$ ), etc.

## 2.3. Formation des composés volatils

Différentes sources sont à l'origine des composés volatils dans les aliments.

### 2.3.1. Déshydratation des intermédiaires d'Amadori et de Heyns réarrangés.

La cyclisation intramoléculaire des pentoses (ou méthylpentoses) réarrangés suivie d'une déshydratation conduit à l'hydroxy-4 méthyl-5 (2H) furannone-3 (cf. schéma 5).

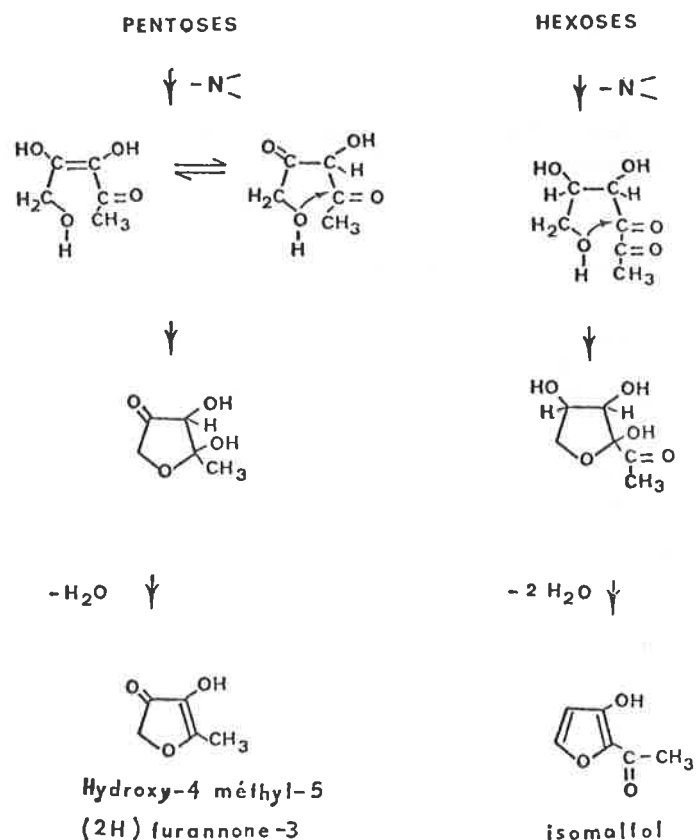


Schéma 5. Formation des furannones-3 et de l'isomaltol par cyclisation intramoléculaire des pentoses réarrangés.

A partir des hexoses réarrangés on obtient soit l'isomaltol (cf. schéma 5) soit le maltol (cf. schéma 6) suivant que l'attaque nucléophile du groupement hydroxyle se fait sur le carbonyle en position -3 ou en position -2. Cette addition est suivie de l'élimination de deux molécules d'eau. L'hydroxy-5 maltol est formé par oxydation de la dihydro-5,6 dihydroxy-3,5 méthyl-2 (4H) pyrannone-4.

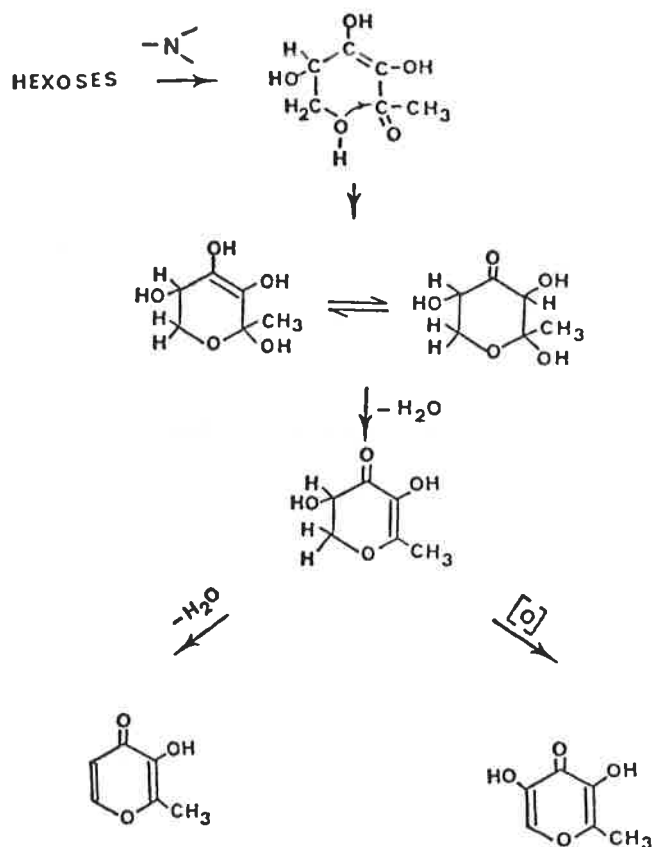


Schéma 6. Formation du maltol à partir des hexoses réarrangés.

### 2.3.2. Rétroaldolisation des sucres réarrangés

Les intermédiaires d'Amadori et de Heyns réarrangés sont le siège de réactions de rétroaldolisation qui conduisent à des composés  $\alpha$ -dicarbonylés ou à des composés carbonyles  $\alpha$ -hydroxylés extrêmement réactifs. Ceux-ci vont jouer un rôle primordial dans la formation des hétérocycles (cf. schéma 7).

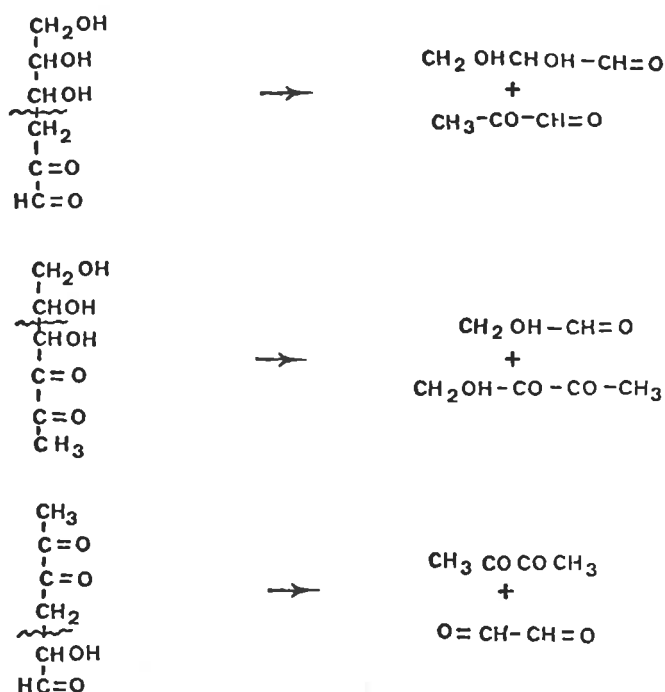


Schéma 7. Rétroaldolisation des sucres réarrangés.

### 2.3.3. Dégradation des acides aminés selon Strecker

Cette importante réaction conduit à des aldéhydes comportant un atome de carbone de moins que l'acide aminé initial et à des  $\alpha$ -aminocétones (cf. schéma 8).

Un mécanisme radicalaire a également été proposé pour cette réaction (55).

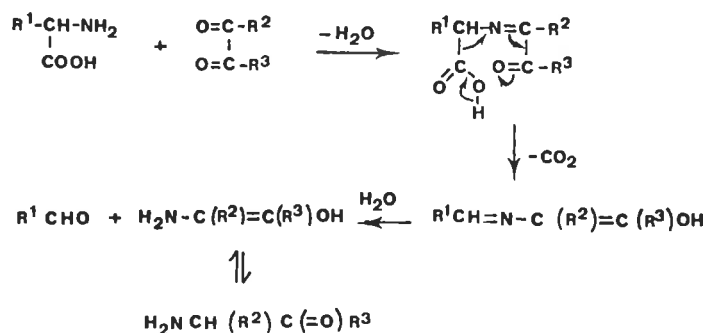


Schéma 8. Formation des aldéhydes et des  $\alpha$ -aminocétones à partir des acides  $\alpha$ -aminés et des dérivés  $\alpha$ -dicarbonylés.

On a montré que la réactivité des acides aminés dépend essentiellement des substituants sur l'atome de carbone en  $\alpha$  et de la nature des groupements fonctionnels (54). Les acides diaminés et les acides aminés hydroxylés sont plus réactifs que les acides aminés neutres et acides.

La vitesse de décarboxylation des acides aminés en présence de glyoxal dépend des effets stériques et polaires. Pour un même environnement stérique, cette vitesse dépend de la concentration en anion dérivé de l'acide aminé (21).

La dégradation de la cystéine en présence d' $\alpha$ -dicétones est une source d'ammoniac, d'hydrogène sulfuré et d'acétaldéhyde. Dans les mêmes conditions, la méthionine donne de l'ammoniac et du méthional. Tous ces réactifs vont se recombinaison dans l'étape suivante pour fournir une multitude d'hétérocycles (20).

### 2.3.4. Formation des hétérocycles (71-73)

Tous les réactifs libérés au cours des étapes précédentes vont se recombinaison pour former des furannes, thiophènes, pyrroles, thiazoles, oxazoles, imidazoles, pyranes, pyridines, pyrazines et des

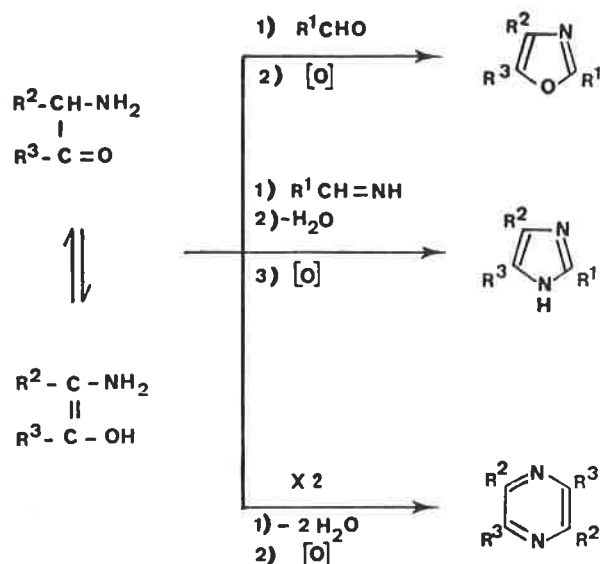


Schéma 9. Formation des oxazoles, imidazoles et pyrazines à partir des  $\alpha$ -aminocétones (70).



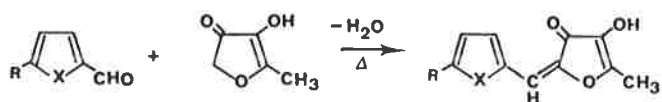


Schéma 12. Formation de substances colorées par condensation des aldéhydes hétérocycliques avec le cyclotène (X = O, S, NH) (31, 32).

soit directement, au brunissement par réaction avec les amines et polymérisation, soit indirectement, en agissant comme oxydant au niveau des réductones.

### 3. Les différents facteurs qui affectent la réaction de Maillard

Ce sont par importance décroissante, la température, le temps de réaction, le pH, l'activité de l'eau  $a_w$ , définie par l'abaissement de la pression partielle de vapeur d'eau, la structure des réactifs et leurs proportions relatives ainsi que toutes les substances organiques et minérales susceptibles de réagir avec eux (12, 15, 20).

Le brunissement est fortement accéléré aux températures élevées (grillages, séchages), notamment dans les produits faiblement hydratés.

Certaines étapes de la réaction (décomposition de cétosamines, formation des mélanoidines) nécessitent des énergies d'activation supérieures à 20 kcal/mole. L'intensité du brunissement varie sensiblement comme le carré du temps de réaction.

Le pH optimal de la réaction de Maillard se situe entre 6 et 8 (le réarrangement d'Amadori s'effectue à un pH proche de 7). Mais le pH varie suivant la nature des aliments et a des effets différents. Dans les aliments dont le pH est compris entre 6,5 et 9 (lait, produits laitiers, œufs) on observe, non seulement le brunissement, mais aussi une décomposition des acides aminés. Dans les aliments de pH intermédiaire (4 à 6) tels que les jus d'orange, c'est la dégradation des sucres qui domine, mais elle s'accompagne de la réaction de Maillard et de la dégradation de l'acide ascorbique. Dans le cas de jus de fruits acides (citron, pamplemousse), dont le pH se situe entre 2,5 et 3,5, la réaction dominante est la dégradation de l'acide ascorbique suivie de celle du fructose.

La vitesse de brunissement passe par un maximum pour des aliments dont les taux d'hydratation sont compris entre 10 et 20 %. Mais cette valeur varie suivant la nature de l'acide aminé. La dilution entraîne un ralentissement de la réaction par suite de la solvatisation des réactifs (79).

De la réactivité des sucres et des acides aminés dépend également la vitesse de brunissement. On admet que les pentoses (ribose) sont

### 4. Les répercussions de la réaction de Maillard

La plupart des industries alimentaires et les consommateurs sont directement concernés par l'existence des mélanoidines formées au cours de la préparation et de la conservation des aliments.

Cette réaction n'affecte pas seulement leurs propriétés organoleptiques mais aussi leur valeur nutritionnelle (par suite des pertes en acides aminés essentiels et en vitamines). Des effets physiologiques, biochimiques et toxicologiques ont, par ailleurs, été observés chez des animaux de laboratoire soumis à un régime alimentaire à base de protéines brunies (1, 18, 29, 33, 34, 50, 64).

Les produits de la réaction de Maillard manifestent une activité mutagène vis à vis des souches *Salmonella typhimurium* (38, 58, 62, 66). Cette activité se retrouve dans le maltol (9) et dans le système maltol-ammoniac (59). D'autre part, des substances dont la toxicité est bien connue (méthyl-4 imidazole, N-nitrosamines) se forment au cours de cette réaction. Sakaguchi et Shibamoto ont, en effet, mis en évidence la formation de N-nitroso méthyl-2 thiazolidine

L'acide ascorbique est oxydé en acide déhydroascorbique qui réagit avec les acides aminés pour former des pigments colorés (30) (cf. schéma 13).

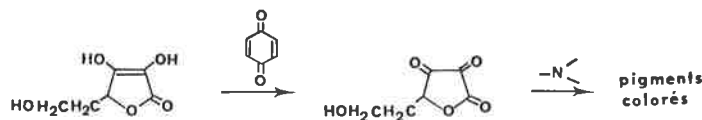


Schéma 13. Formation des pigments colorés à partir de l'acide ascorbique (30).

plus réactifs que les hexoses (glucose, fructose...) qui sont eux-mêmes plus réactifs que les disaccharides (lactose, maltose). Cet ordre de réactivité est attribué à la prédominance des formes ouvertes des sucres réducteurs, notamment aux pH alcalins. Aux pH acides, le saccharose est hydrolysé en glucose et fructose et participe de ce fait indirectement à la réaction de Maillard.

La réactivité des acides aminés est intimement liée à leur caractère basique. Les acides diaminés comme la lysine sont plus sensibles car ils peuvent réagir par l'intermédiaire de leur deuxième groupement aminé. La destruction de la lysine peut être considérée comme un reflet de la sensibilité de certains aliments (poudre de lait, farine de blé, farine de poisson) à la réaction de Maillard.

Les métaux lourds formant des complexes avec les acides aminés (2, 11, 24, 28, 75) et les sucres (4, 10, 36) exercent une action négative ou positive sur le brunissement. En général, le cuivre et le fer sont des catalyseurs, le manganèse et l'étain des inhibiteurs (11, 75). Le fer et le cuivre exercent aussi une influence sur la formation des hétérocycles azotés dans les systèmes modèles (49).

L'anhydride sulfureux et les sulfites, en général, inhibent la réaction de Maillard (37) et sont, de ce fait, largement utilisés. Ils se combinent aux cétones, aux aldimines et aux composés carbonyles  $\alpha,\beta$ -insaturés pour former des sulfonates stables. Les hydrazines ont une action analogue en formant des hydrazones avec les groupements oxo des sucres (77). Les phosphates ont, au contraire, un effet accélérateur.

En résumé, si un stockage à basse température, si un pH < 5, si un taux d'hydratation > 30 % et si l'utilisation d'inhibiteurs sont des conditions défavorables au brunissement, on ne peut toutefois établir des critères absolus car le problème est spécifique à chaque aliment.

dans une réaction modèle constituée de cystéamine, d'acétaldéhyde et de nitrite de sodium (78).

Les données toxicologiques publiées sur les substances aromatisantes autorisées comme additifs (45, 47) font apparaître des produits dont les doses léthales aiguës ( $DL_{50}$ ) sont comprises entre 100 et 400 mg/kg. Ces faibles valeurs, d'ailleurs assez rares, résultent d'expériences sur les rats ou les souris soumis à des concentrations élevées en produits. Or, dans le cas des arômes dans lesquels les molécules odorantes sont à l'état de traces, ces problèmes de toxicité ne semblent pas se poser. Il n'en est pas de même en ce qui concerne les mélanoidines qui constituent la majeure partie des produits de la réaction.

Tanaka et al. (64) ont insisté sur l'urgent besoin de poursuivre des travaux de base sur les implications physiologiques des composés actifs formés au cours de la réaction de Maillard.

## 5. Conclusion

Plus de 70 ans après sa découverte, la réaction de Maillard est loin d'avoir révélé tous ses secrets. Si des progrès considérables ont été réalisés sur la nature des produits volatils libérés au cours de cette réaction, il n'en n'est pas de même sur la composition des mélanoidines fortement suspectées d'être cancérogènes. On peut penser qu'avec le développement du couplage de la chromatographie liquide haute performance avec la spectrométrie de masse, un grand pas va pouvoir être franchi. Mais, bien d'autres aspects de

cette réaction restent encore à éclaircir. La dégradation thermique des sucres réarrangés, la réaction de Strecker et bien d'autres étapes sont-elles de nature homolytique ou hétérolytique ? L'influence et la structure des complexes métalliques, des acides aminés, des sucres et des intermédiaires d'Amadori ou de Heyns doivent être précisés. Les moyens dont disposent maintenant les chimistes devraient leur permettre de sortir la réaction de Maillard de l'empirisme dans lequel elle s'est enlisée.

## Bibliographie

- (1) J. Adrian, *World Rev. Nutr. Diet.*, 1974, 19, 71.
- (2) B. H. Allen et H. B. Chin, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 1980, 63, 1074.
- (3) R. G. Arnold, L. M. Libbey et R. C. Lindsay, *J. Agric. Food Chem.*, 1969, 17, 390.
- (4) K. Bachran et R. A. Bernhard, *J. Agric. Food Chem.*, 1980, 28, 536.
- (5) W. Baltes, *Lebensm. u. gerichtl. Chem.*, 1980, 34, 39.
- (6) P. Barbetti, *Ind. Alim. (Italie)*, 1976, 15 (3), 101.
- (7) R. Barone, M. Chanon, G. Vernin et J. Metzger, *Riv. Ital. EPPOS.*, 1980, 62 (3), 136.
- (8) R. Barone, M. Chanon, G. Vernin, M. Petitjean et J. Metzger, *Parf. Cosm. Arômes*, 1981, 38, 71.
- (9) L. F. Bjeldanes et H. Chew, *Mutat. Res.*, 1979, 67, 367.
- (10) P. A. Bobbio, F. O. Bobbio, L. R. Rodrigues et F. G. R. Reyes, *An. Acad. Brasil. Cienc.*, 1978, 50 (2), 255.
- (11) G. S. Bohart et F. J. Carson, *Nature*, 1955, 175, 470.
- (12) J. C. Cheftel et H. Cheftel, dans « Introduction à la chimie et à la technologie des aliments », Technique et Documentation, Entreprise moderne d'édition (11, rue Lavoisier, 75008 Paris), 1980, 1, 331-351.
- (13) B. K. Dwivedi et R. G. Arnold, *J. Food Sci.*, 1972, 37, 886.
- (14) B. K. Dwivedi, R. G. Arnold et L. M. Libbey, *J. Food Sci.*, 1973, 38, 450.
- (15) E. Dworschak, *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1980, 1, 40.
- (16) G. P. Ellis, *Adv. in Carbohydr. Chem.*, 1959, 14, 63.
- (17) C. Eriksson, Ed., « Maillard Reactions in Food. Chemical, Physiological and Technological Aspects » (Pergamon Press), Oxford (1982).
- (18) H. Fink, I. Schlie et U. Ruge, *Z. Naturforsch.*, 1958, 13B, 610.
- (19) M. Fleming, K. J. Parker et J. C. Williams, *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.*, 1968, 13, 1781. Publ. 1969.
- (20) S. Fors, « Sensory Properties of Volatile Maillard Reaction Products and Related Compounds », SIK, Göteborg, Suède (1981).
- (21) M. Fujimaki, N. V. Chuyen et T. Kurata, *Agric. Biol. Chem.*, 1971, 35 (13), 2043.
- (22) H. Hashiba, *J. Agric. Food Chem.*, 1976, 24, 70.
- (23) H. Hashiba, I. Koskiyama et D. Fukushima, dans « Protein Crosslinking. Nutritional and Medical Consequences. Advances in Experimental Medicine and Biology », 86B (M. Friedman, Ed.), p. 419, Plenum Press, New York (1977).
- (24) H. Hashiba, *Nippon Kenkyusho Zasshi*, 1981, 7 (3), 116.
- (25) J. E. Hodge, *J. Agric. Food Chem.*, 1953, 1 (15), 928.
- (26) J. E. Hodge, dans « The Chemistry and Physiology of Flavors » (H. W. Schultz, E. A. Day et L. M. Libbey, Eds.) p. 465-489, The Avi Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut, USA (1967).
- (27) J. E. Hodge, F. D. Mills et B. E. Fisher, *Cereal Sci. Today*, 1972, 17, 34.
- (28) Y. Kato, K. Watanabe et Y. Sato, *J. Agric. Food Chem.*, 1981, 29, 540.
- (29) M. Kimiagar, T. C. Lee et C. O. Chichestèr, *Fed. Proc.*, 1978, 37, 248.
- (30) T. Kurata et M. Fujimaki, *Agric. Biol. Chem.*, 1974, 38 (10), 1981.
- (31) F. Ledl, *Z. Lebensm.-Unters. Forsch.*, 1976, 161, 125.
- (32) F. Ledl et T. Severin, *Z. Lebensm.-Unters. Forsch.*, 1978, 167, 410.
- (33) C. M. Lee, Ph. D. Dissertation, Univ. of Rhode Island, Kingston, Rhode Island (1974).
- (34) C. M. Lee, C. O. Chichester et T. C. Lee, *J. Agric. Food Chem.*, 1977, 25, 775.
- (35) L. C. Maillard, *C.R. Acad. Sci., Paris*, 1912, 154, 66.
- (36) D. B. McCommins, R. A. Bernhard et T. A. Nickerson, *J. Food Sci.*, 1980, 45, 362.
- (37) D. J. McWeeny, D. O. Biltcliffe, R. C. T. Powell et A. A. Spark, *J. Food Sci.*, 1969, 34, 641.
- (38) S. Mihara et T. Shibamoto, *J. Agric. Food Chem.*, 1980, 28, 62.
- (39) B. Lj. Milié, B. Grujié-Injac, M. V. Piletié, S. Lajsié et Lj. A. Kolarov, *J. Agric. Food Chem.*, 1975, 23 (5), 960.
- (40) F. D. Mills, B. G. Baker et J. E. Hodge, *J. Agric. Food Chem.*, 1969, 17, 723.
- (41) F. D. Mills, B. G. Baker et J. E. Hodge, *Carbohydr. Research.*, 1970, 15, 205.
- (42) F. D. Mills et J. E. Hodge, *Carbohydr. Research*, 1976, 51, 9.
- (43) N. Moll et B. Gross, *J. Chromatog.*, 1981, 206, 186.
- (44) N. Moll, G. Gross, T. Vinh et M. Moll, *J. Agric. Food Chem.*, 1982, 30, 786.
- (45) E. J. Moran, O. D. Easterday et B. L. Oser, *Drug and Chemical Toxicology*, 1980, 3 (3), 249.
- (46) I. D. Morton et A. J. MacLeod Eds., « Food Flavours. Part A », Elsevier Scient. Publ. Co, Amsterdam (1982).
- (47) D. L. J. Opdyke, *Food Cosm. Toxicol.*, 17 (Suppl.), 1979, 773, 791, 835, 867, 869, 871, 877.
- (48) G. A. M. van den Ouweland, H. G. Peer et S. B. Tjan, dans « Flavor of Foods and Beverages: Chemistry and technology », (G. Charalambous et G. E. Inlgett Eds.) Academic Press, New York, 1978, p. 131-143.
- (49) D. B. Parihar, T. S. Vasundhara, K. V. Kumudavalli et P. K. Vijayaraghavan, *Z. Lebensm.-Unters. Forsch.*, 1981, 173 (3), 204.
- (50) L. Petit et J. Adrian, *Cah. Nutr. Diet.*, 1967, 2 (4), 31.
- (51) M. Petitjean, G. Vernin, R. Barone, M. Chanon et J. Metzger, dans « The Quality of Foods and Beverages », (G. Charalambous Ed.), Academic Press, New York, vol. 2, 1981, 2, 253-268.
- (52) M. Petitjean, « Banque de spectres de masse et d'indices de Kovats des hétérocycles aromatisants », Thèse d'Etat, Marseille, Novembre 1982.
- (53) M. Petitjean, G. Vernin et J. Metzger, « Mass Spectra Bank of Volatile Compounds Occurring in Food Flavors », 3rd International Conference, July 23-26 1983, Corfou, Grèce.
- (54) M. Piloty et W. Baltes, *Z. Lebensm.-Unters. Forsch.*, 1979, 168, 368.
- (55) J. Pokorny, *Die Nahrung*, 1980, 24 (2), 115.
- (56) T. M. Reynolds, dans *Advances in Food Research* (C. O. Chichester, E. M. Mrak et G. F. Stewart Eds.), 1963, 12, 1, *Idem.*, 1965, 14, 167. Academic Press, New York.
- (57) V. C. Sgarbieri, J. Amaya, M. Tanaka et C. O. Chichester, *J. Nutr.*, 1973, 103, 657.
- (58) T. Shibamoto, *J. Agric. Food Chem.*, 1980, 28, 883.
- (59) T. Shibamoto, O. Nishimura et S. Mihara, *J. Agric. Food Chem.*, 1981, 29, 643.
- (60) H. Shigematsu, T. Kurata, H. Kato et M. Fujimaki, *Agric. Biol. Chem.*, 1971, 35, 2097.
- (61) H. Shigematsu, S. Shibata, T. Kurata, H. Kati et M. Fujimaki, *Agric. Biol. Chem.*, 1977, 41, 2377.

- (62) N. E. Spingarn et C. T. Garvie, *J. Agric. Food Chem.*, 1979, 27, 1319.
- (63) G. R. Takeoka, J. R. Coughlin et G. F. Russell, dans « Analysis of Foods and Beverages », (G. Charalambous Ed.) p. 180-210 (1980), Academic Press, New York.
- (64) M. Tanaka, M. Kimiagar, T. C. Lee et C. O. Chichester, dans « Protein Cross-linking Nutritional and Medicinal Consequences. Advances in Experimental Medicine and Biology », 86B, 321 (M. Friedman Ed.), Plenum Press, New York (1977).
- (65) J. H. Tatum, P. E. Shaw et R. E. Berry, *J. Agric. Food Chem.*, 1969, 17, 38.
- (66) H. Toda, J. Sekizawa et T. Shibamoto, *J. Agric. Food Chem.*, 1981, 29, 381.
- (67) R. Tressl Von, *Monats. für Brauerei*, 1979, 32 (5), 240.
- (68) R. Tressl Von, K. G. Grünewald, R. Silwar et D. Bahri, dans « Progress in Flavour Research » (D. G. Land et H. E. Nursten Eds.), Appl. Sci. Publ. Ltd. Londres, 1979, p. 197.
- (69) J. Velisek, J. Davidek, V. Kubelka, Z. Zelinkova et J. Pokorny, *Z. Lebensm.-Unters. Forsch.*, 1976, 162, 285.
- (70) G. Vernin et J. Metzger, *Bull. Soc. Chim. Belg.*, 1981, 90 (6), 553.
- (71) G. Vernin, *Parf. Cosm. Arômes*, 1980, p. 77.
- (72) G. Vernin et G. M. F. Vernin, dans « Arômes alimentaires : Développements récents », APRIA, 25, rue du Général Foy, 75008 Paris (1982).
- (73) G. Vernin, Ed., dans « The Chemistry of Heterocyclic Flavouring and Aroma Compounds », Ellis Horwood Publ., Chichester, England (1982).
- (74) R. Viani et J. Horman, *J. Food Sci.*, 1974, 39, 1216.
- (75) S. H. Wang, F. O. Bobbio et P. A. Bobbio, *An. Acad. Brasil. Cienc.*, 1978, 50 (1), 55.
- (76) G. Westphal et E. Cieslik, *Die Nahrung*, 1981, 25 (8), 749.
- (77) M. L. Wolfrom, N. Kashimura et D. Horton, *J. Agric. Food Chem.*, 1974, 22 (5), 796.
- (78) M. Sakaguchi et T. Shibamoto, *Agric. Biol. Chem.*, 1979, 43, 667.
- (79) T. P. Labuza et M. Shapero, « The non-enzymatic browning reaction as affected by water in foods », Conférence présentée au 2nd International Symposium of Water, Osaka, Japon (Septembre 1978).

## Règles de nomenclature pour la chimie organique

**Section D :** Composés organiques contenant des éléments qui ne sont pas exclusivement le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, les halogènes, le soufre, le sélénium et le tellure.

**Section E :** Stéréochimie.

Adaptation française des règles élaborées par la Commission de nomenclature en chimie organique de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée.

Membres de la S.C.F. 70 F (T.T.C.)

Non membres de la S.C.F. 140 F (T.T.C.)

Une commande, pour être agréée, devra être accompagnée du règlement correspondant, sous forme de chèque bancaire ou de chèque postal (280.28 Paris), à l'ordre de la Société Chimique de France. Pour faciliter la tâche de la Trésorerie, éviter, si possible, la demande d'une facture.

Un livre édité par la Société Chimique de France

# Allez France



**P**remier producteur et distributeur français de produits et matériels de laboratoire, filiale du groupe Rhône-Poulenc. Prolabo consolide régulièrement ses parts de marché tant en France qu'à l'étranger.

Ces légitimes succès sont dus principalement à une politique rigoureuse de recherche de nouveaux produits et à l'application de normes de qualité particulièrement sévères pour tous les produits et matériels.

PROLABO : Un label de qualité.



**PROLABO**  
RHÔNE-POULENC

Siège Social : 12, rue Pelée. 75011 Paris. Tél. : (1) 355.44.88.

# INOVA 83

## 6<sup>e</sup> SEMAINE MONDIALE DE L'INNOVATION

organisée par le Ministère de la Recherche et de l'Industrie



**11-16 AVRIL 1983**  
**PORTE MAILLOT - PARIS**

**Carrefour international** de contacts, d'échanges et de négociations commerciales pour vendre et acheter des technologies nouvelles et des produits nouveaux.

### INFORMATIONS :

BUREAU INOVA  
Ministère de la Recherche  
et de l'Industrie  
1 rue Descartes 75500 PARIS



8 rue de la Michodière  
75002 PARIS  
Tél. : (1) 742.92.56  
Télex : 211897 F TECEXPO





Jean-Paul Behr <sup>1</sup>

## Vers des catalyseurs moléculaires synthétiques

La plupart des réactions chimiques qui ont lieu dans le règne vivant sont catalysées par des enzymes. Ces macromolécules possèdent une cavité au sein de laquelle les réactifs sont complexés avant d'être transformés. A la différence de la biosynthèse, la chimie organique permet de synthétiser des squelettes polycycliques délimitant des cavités plus rigides, mais aussi moins volumineuses que celles des enzymes. Les premiers pas vers ces catalyseurs moléculaires synthétiques ont été réalisés avec les cyclodextrines, qui sont des oligomères cycliques du glucose formant une cavité toroïdale. En présence de ces composés, certains esters complexés sont hydrolysés de façon stéréosélective et jusqu'à  $10^5$  fois plus rapidement. A côté de ces composés encore semi-naturels, s'est développé le domaine des polyéthers macrocycliques dont certains représentants complexent des cations organiques. A l'intérieur de tels complexes, il a été possible d'accélérer diverses réactions chimiques, dont certaines avec une bonne sélectivité structurale et même chirale. Maintenant que l'existence de catalyseurs moléculaires « abiotiques » est bien établie, il reste à en améliorer les capacités, pour qu'à moyen terme ils puissent former un nouveau type de réactifs chimiques présentant un réel intérêt.

Les innombrables transformations chimiques qui ont lieu dans les cellules des organismes vivants sont assistées et régulées par des catalyseurs très sélectifs et très efficaces, les enzymes. L'arrangement tridimensionnel de ces macromolécules délimite une cavité dont la forme, les sites de liaison et de réaction sont complémentaires de ceux du substrat à transformer. Le cycle catalytique (figure 1) comprend l'étape d'association, suivie de la réaction chimique dans le complexe formé, et enfin de la libération du substrat transformé, régénérant ainsi le catalyseur.

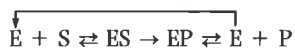
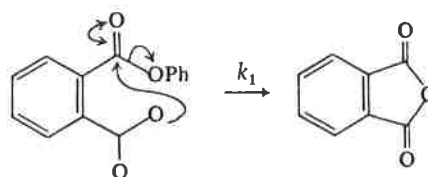


Figure 1. Représentation schématique du cycle catalytique d'une enzyme E transformant un substrat S en un produit P.

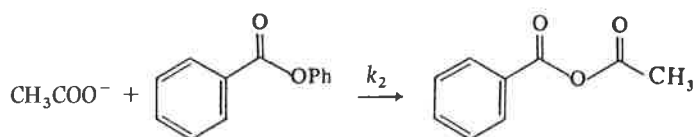
Du fait de la coexistence de nombreuses espèces chimiques similaires dans le milieu cellulaire, ce processus doit être très sélectif. La « reconnaissance » du substrat par l'enzyme a lieu au niveau des étapes de complexation et de réaction, grâce à cette complémentarité entre S et le site actif de la macromolécule. Mais quelle est l'origine des accélérations énormes (jusqu'à  $10^{12}$  !) de la vitesse de transformation du substrat en présence de l'enzyme ? La contribution majeure provient de l'étape de complexation, dont une partie de l'énergie libre sert à surmonter la diminution d'entropie de translation et de rotation lorsque les groupements réactifs se rencontrent : la réaction catalysée est devenue *monomoléculaire*. De plus, l'état de transition de la réaction est généralement lié plus fortement que le substrat lui-même, ce qui pousse la réaction vers le produit final. Enfin, la catalyse générale acido-basique et les conséquences de la faible polarité de la cavité enzymatique complètent ce tableau.

Une évaluation semi-quantitative de l'importance de ces facteurs vient des très nombreuses études faites sur des réactions modèle

intramoléculaires (1). Ainsi le rapport des constantes de vitesse monomoléculaire ( $k_1$ ), pour la cyclisation de :



et bimoléculaire ( $k_2$ ), pour la réaction :



est  $k_1/k_2 = 10^9$  M. Cette grandeur, appelée concentration effective, signifie que, pour des concentrations millimolaires, le processus où les groupements réactifs sont liés s'effectue  $10^{12}$  fois plus rapidement.

La structure tridimensionnelle d'une protéine et, en particulier, la forme et la nature des atomes du site actif d'une enzyme sont déterminées par sa séquence particulière d'acides aminés : partant de l'information « linéaire » du gène traduite en une structure primaire, l'établissement d'une multitude de liaisons intramoléculaires essentiellement faibles (liaisons hydrogène, ionique, forces de Van der Waals, etc.) vont fixer la forme de la macromolécule de manière unique.

Pour le chimiste, il est tentant d'essayer de synthétiser des catalyseurs moléculaires basés sur le même schéma réactionnel qu'une

<sup>1</sup> Institut Le Bel, Université Louis Pasteur, 4, rue Blaise Pascal, 67000 Strasbourg.

enzyme (figure 1). Ces entités nouvelles peuvent, non seulement servir à mieux comprendre dans leur intimité les mécanismes enzymatiques, mais pourraient devenir à moyen terme une nouvelle classe de réactifs chimiques catalysant des réactions d'importance économique. La chimie organique diffère de la biosynthèse en ce qu'elle n'est pas restreinte à des squelettes essentiellement linéaires, ni astreinte à une évolution très lente : de par la nature forte et directive des liaisons covalentes, des *topologies macrocycliques* permet-

tent, en principe, de construire des cavités tridimensionnelles, plus stables et moins volumineuses que celles des macromolécules biologiques, dont l'imagination et l'expérience des chimistes forcent l'évolution.

Avant d'élaborer des synthèses totales de molécules cycliques, de nombreux chimistes ont pensé utiliser les propriétés complexantes de composés naturels auxquels il suffirait d'adjoindre des fonctions chimiques capables de réagir avec les molécules incluses pour en faire des catalyseurs moléculaires.

Parmi ces modèles, des centaines de publications traitent des cyclodextrines (pour une revue voir 2-4). Grâce à leur forme torique, ces oligomères cycliques du glucose (figure 2) forment des complexes d'inclusion avec des molécules de taille appropriée.

Ainsi, l' $\alpha$ -cyclodextrine complexe préférentiellement les substrats benzéniques (figure 3); la stabilité assez élevée des complexes ( $10^2$ - $10^4$  l.mol<sup>-1</sup>) est due aux contacts de Van der Waals qui s'établissent dans la cavité et aux forces hydrophobes faisant intervenir le milieu aqueux.

De plus, la force de l'association est sensible à la substitution sur le noyau aromatique, car elle empêche les substrats de pénétrer correctement dans la cavité : en passant du *p*-nitrophénol à ses dérivés mono, puis diméthylés en position méta, la stabilité du complexe correspondant est divisée chaque fois par 100 (6). L' $\alpha$ -cyclodextrine possède donc, comme une enzyme, un site récepteur capable de lier sélectivement un type de molécules organiques.

La modification chimique ultérieure de substrat peut être obtenue par l'intervention des fonctions alcool du ligand. En effet, les

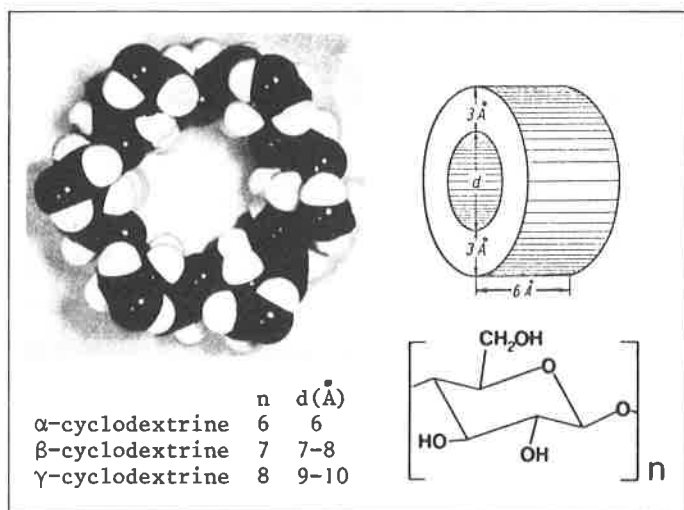


Figure 2. Les cyclodextrines sont des oligomères cycliques du glucose délimitant une cavité moléculaire.

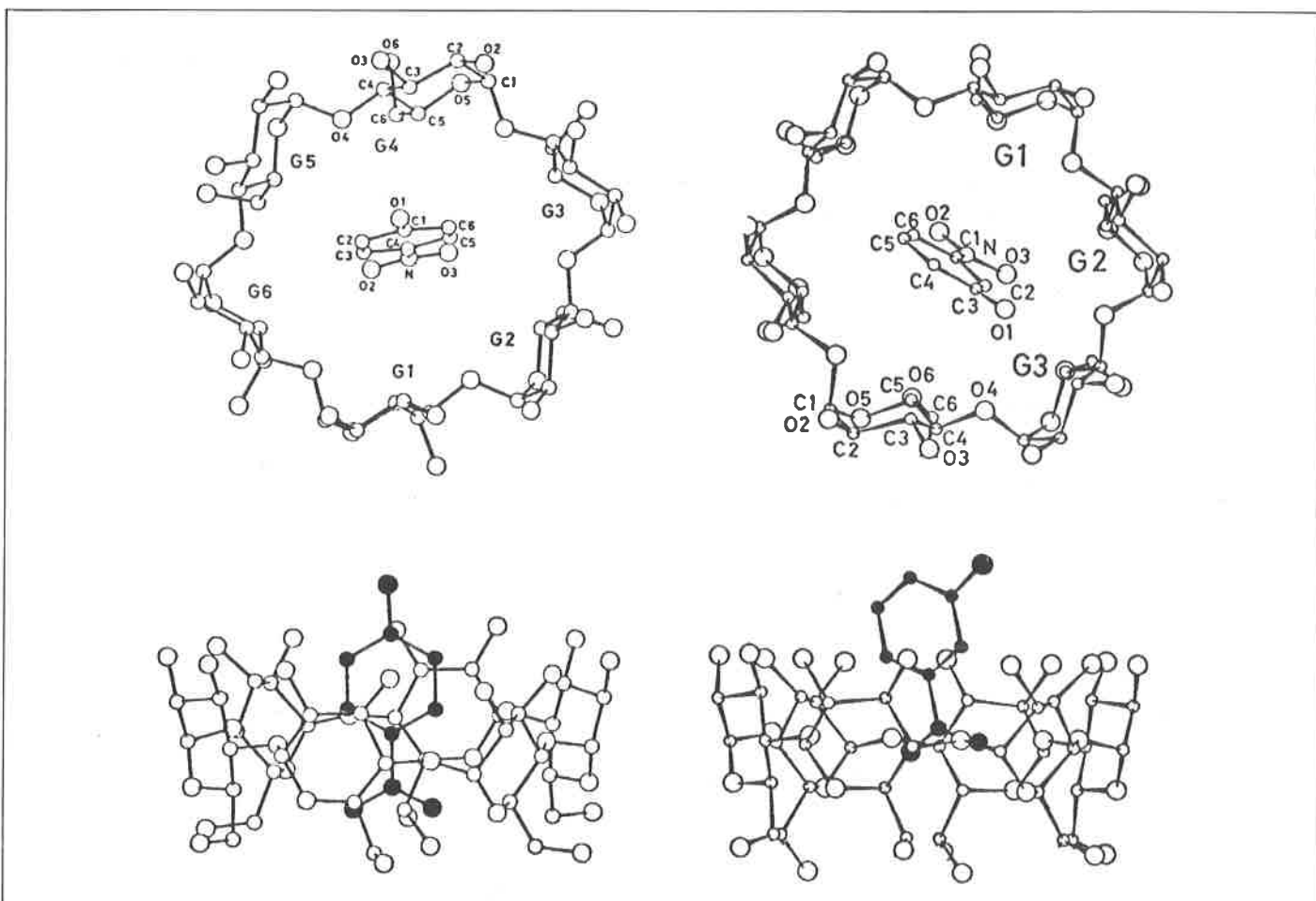
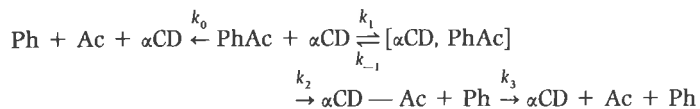


Figure 3. Structures moléculaires de complexes de l' $\alpha$ -cyclodextrine avec le *p*-nitrophénol (à gauche) et le *m*-nitrophénol (à droite) (5).

groupements hydroxyle primaire et secondaire des résidus glucose se répartissent de part et d'autre de la cavité torique (figure 3) et peuvent jouer un rôle nucléophile d'une manière analogue aux groupements sérine dans le site actif des protéases. Dès 1967, Bender *et al.* (2) montraient que l'hydrolyse d'acétates de phényle (PhAc) pouvait être accélérée de façon notable en présence d' $\alpha$ -cyclodextrine ( $\alpha$ CD) ( $k_2$ , tableau 1), en comparaison de l'hydrolyse spontanée ( $k_0$ ) dans le même milieu réactionnel.

**Tableau 1. Accélération de l'hydrolyse de phényl-acétates par l' $\alpha$ -cyclodextrine.**

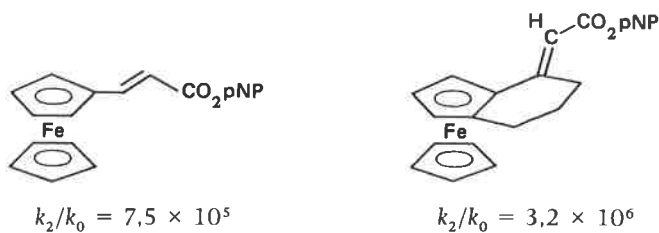


Acétate de	$k_2/k_0$	$K_s = k_1/k_{-1}$
<i>p</i> -nitrophényle	3,4	80
<i>m</i> -nitrophényle	300	50
<i>p</i> - <i>t</i> -butyle	1,1	155
<i>m</i> - <i>t</i> -butyle	260	500

L'augmentation du facteur d'accélération  $k_2/k_0$  en passant d'un complexe d'un ester *para* substitué à son isomère *mé*ta n'est pas attribuable à l'étape d'association ( $K_s$  voisins), mais pourrait provenir d'une meilleure proximité des groupements réactifs dans ce dernier, comme le suggèrent les structures moléculaires de la figure 3.

Malheureusement, les complexes formés par l' $\alpha$ -cyclodextrine avec des substrats benzéniques ne sont pas rigides du point de vue dynamique, et les substrats gardent une grande liberté de mouvement par rapport à la cavité (7). De plus, l'examen de modèles moléculaires montre que l'état de transition de la réaction est nécessairement moins bien complexé que le substrat (8). Si l'on se

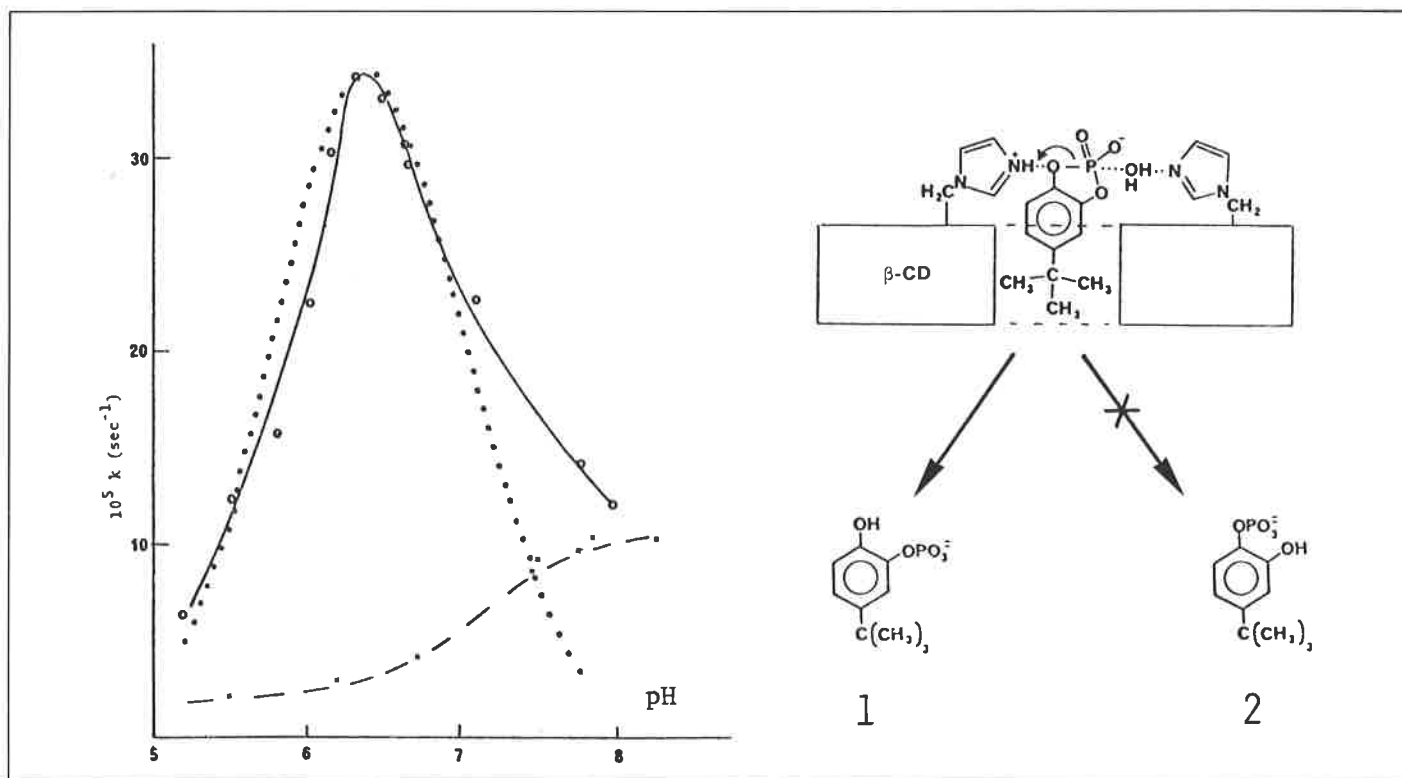
réfère aux remarques sur la catalyse enzymatique présentées dans l'introduction, ces deux points vont à l'encontre du résultat recherché ! Guidés par ces remarques, Breslow *et al.* (8, 9) ont choisi d'étudier l'hydrolyse d'esters dans des complexes plus rigides du ferrocène et de la  $\beta$ -cyclodextrine, où ils ont observé pour les composés ci-dessous des facteurs d'accélération voisins de ceux observés pour les enzymes.



Néanmoins, la vitesse globale de la catalyse est beaucoup plus faible que ne laissent supposer ces chiffres car  $k_3$  (schéma du tableau 1), la constante de vitesse correspondant à la régénération du catalyseur, est beaucoup plus faible que  $k_2$ . Une façon de contourner cette limitation est de faire appel à la catalyse générale acidobasique qui, au contraire de la catalyse nucléophile, ne fait plus intervenir d'intermédiaire covalent catalyseur-substrat. Ainsi, la ribonucléase hydrolyse les liaisons ester phosphorique probablement en délivrant une molécule d'eau par l'intermédiaire du groupement imidazole d'un résidu histidine. Ce mécanisme a été « copié » en greffant deux noyaux imidazole face à face sur la  $\beta$ -cyclodextrine (10). L'étude cinétique détaillée de l'hydrolyse d'un ester phosphorique cyclique (figure 4) suggère une catalyse bifonctionnelle par l'imidazole selon le mécanisme ci-dessous.

Si cette image est correcte, le seul produit d'hydrolyse doit être le *p*-*t*-butylphénol 1. Ceci est effectivement observé, alors que la solvolysse, en l'absence de la cyclodextrine, conduit aux isomères 1 et 2 en quantités égales.

Les possibilités de synthèse de catalyseurs moléculaires basés sur les cyclodextrines sont malheureusement limitées par de nombreux



**Figure 4. Cinétiques à saturation dans le complexe avec la  $\beta$ -cyclodextrine bis (—) et mono (---) imidazole. La courbe en trait pointillé a été calculée pour une catalyse bifonctionnelle par un groupement de  $pK = 6,3$ .**

facteurs dont le moindre n'est pas d'ordre chimique : pour greffer de nouveaux groupements fonctionnels, il faut non seulement pouvoir distinguer chimiquement le côté alcool primaire de la face alcool secondaire (figure 2), mais de plus faire réagir deux ou plusieurs groupements hydroxyle donnés parmi tous ceux d'une face. De ce point de vue, ainsi que du point de vue de la rigidité conformationnelle des complexes (11), des molécules entièrement synthétiques ont un avenir plus prometteur. Cette autre classe de catalyseurs moléculaires est essentiellement composée de polyéthers macrocycliques et, en particulier, par des molécules dérivées du [18]-couronne-6 (ligand de la figure 5, X = H). Bien que la découverte de leurs propriétés complexantes vis-à-vis de sels d'ammonium date des travaux originels de Pedersen (12) en 1967, ce n'est que ces sept dernières années que ce domaine s'est développé.

De très nombreuses variations structurales sur ce motif de base ont vu le jour (13), mais le pouvoir complexant des ligands obtenus est en général nettement plus faible que celui du [18]-6. C'est pourquoi nous nous sommes attachés à la synthèse d'un motif macrocyclique chiral et polyfonctionnel maintenant les propriétés conformationnelles (et donc complexantes) du [18]-6. Ce ligand possède deux résidus R,R-tartrique en conformation diaxiale, s'étendant de part et d'autre de la cavité centrale (14) (figure 5). Il est capable de complexer des sels d'ammonium primaire par formation de trois liaisons hydrogène  $NH^+ \dots O$ .

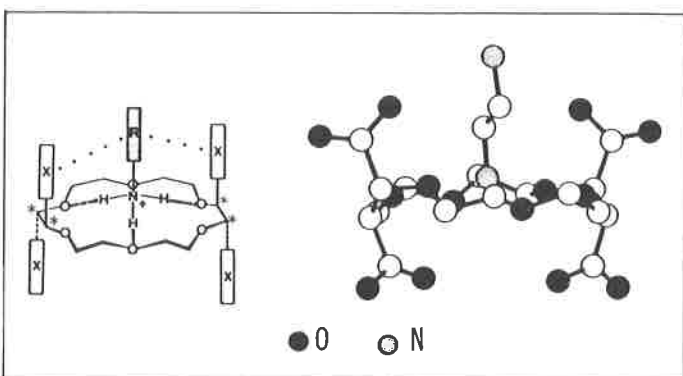


Figure 5. Représentation schématique générale des complexes moléculaires du bis-tartro-[18]-couronne-6, et structure aux rayons X du complexe (X = -COOH, R =  $-(CH_2)_2NH_3^+$ ) (15).

Le rattachement de groupements (X) variés par formation de liaisons amide a permis la mise au point d'agents complexants puissants et sélectifs pour des sels d'ammonium organiques donnés (16). A la reconnaissance intermoléculaire de *type central* opérée par le macrocycle (par exemple entre adrénaline et noradrénaline), s'ajoute une *discrimination latérale* due à l'interaction entre les groupements R du substrat et X du récepteur (un facteur de sélectivité  $> 200$  est observé avec le ligand X =  $COO^-$ , entre l'éthylammonium et l'éthylène-diammonium). De par la proximité spatiale des fonctions X et R à l'intérieur des complexes (figure 5), il est possible d'effectuer des réactions chimiques sélectives sur le substrat. Ainsi, une réaction d'oxydoréduction qui présente de nombreuses analogies avec une réaction enzymatique faisant intervenir le NAD(P)H a pu être réalisée dans des complexes du type de la figure 6 (17) :

La vitesse du transfert d'hydrure de la dihydronicotinamide vers le substrat pyridinium est accélérée dans le complexe, par rapport au processus bimoléculaire; la réaction est saturable et peut être inhibée compétitivement par d'autres cations complexables.

Un autre type de réaction, la thiolysse d'esters *p*-nitrophényles de peptides, a été étudié plus en détail (18). L'ensemble des données expérimentales permet de proposer le schéma réactionnel de la figure 7, qui est formellement identique à celui de la catalyse enzymatique (figure 1).

La première étape est l'ancrage rapide et réversible du substrat ammonium (ici GlyGlyOpNP) dans la cavité macrocyclique du ligand comportant quatre groupements cystéine. Puis l'attaque nucléophile intracomplexe de la fonction ester par un thiolate libre le *p*-nitrophénate. Cette étape présente plusieurs propriétés remarquables :

- elle est *beaucoup plus rapide* (jusqu'à  $10^4$  fois, dépendant du solvant) que pour des substrats non complexés;
- la complexation préalable du substrat rend le thiol environ 15 fois plus réactif (peut être en abaissant son pK) : il y a donc *activation du catalyseur moléculaire par complexation du substrat*;
- la réaction présente une nette *sélectivité structurale* en faveur des dipeptides (figure 8), en accord avec la plus grande proximité des fonctions thiol et ester pour ces derniers. La thiolysse présente également une *énantiosélectivité* très importante (jusqu'à 80) entre les esters de la glycyl-L et D-phénylalanine.

Enfin, des données expérimentales récentes sur la solvolysse du thioester indiquent une régénération du catalyseur (19), mais cette dernière étape est beaucoup plus lente que la précédente.

Les efforts actuels dans ce domaine portent surtout sur la

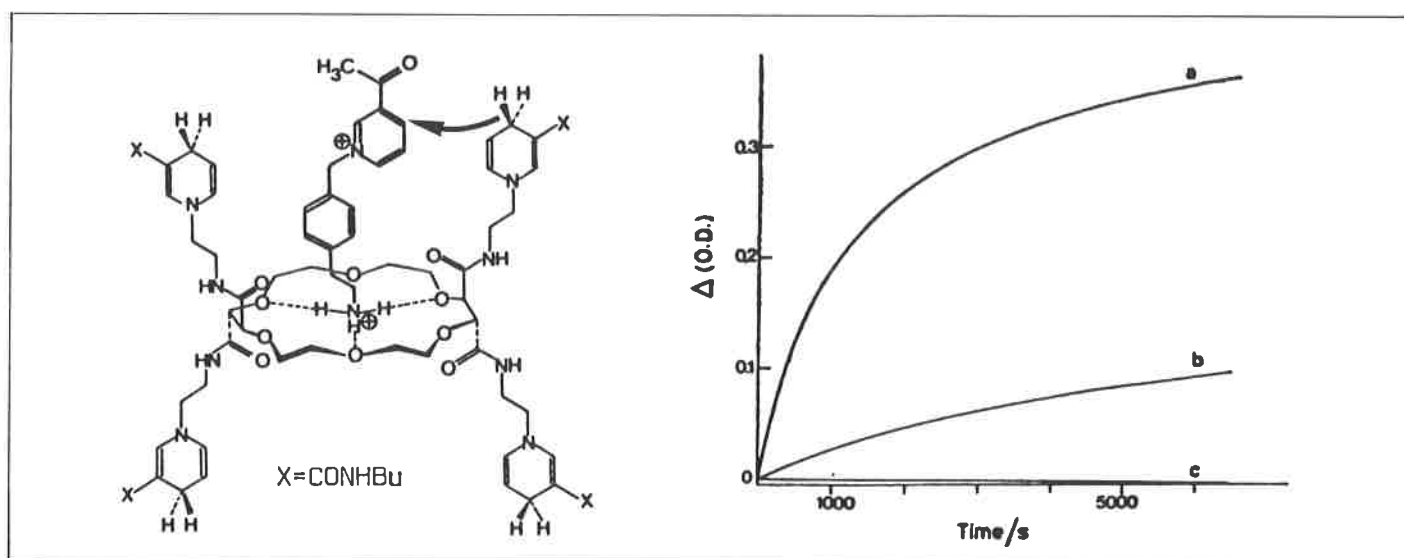


Figure 6. Représentation schématique d'un complexe donnant lieu à une réaction de transfert d'hydrure; vitesse d'apparition du produit de la réaction (a), inhibition par  $K^+$  (b) ou  $^+H_3N(CH_2)_3NH_3^+$  (c).



réalisation de cycles catalytiques où toutes les étapes sont rapides, en utilisant par exemple des macrocycles dissymétriques (20) capables d'opérer une catalyse bifonctionnelle (figure 9). Ces ligands présentent, en outre, l'avantage de former des complexes plus stables que les polyéthers tétrasubstitués symétriques étudiés précédemment. Enfin, il serait original de réunir deux sites complexant au sein d'un même ligand pour catalyser la formation d'une liaison entre deux substrats (figure 10).

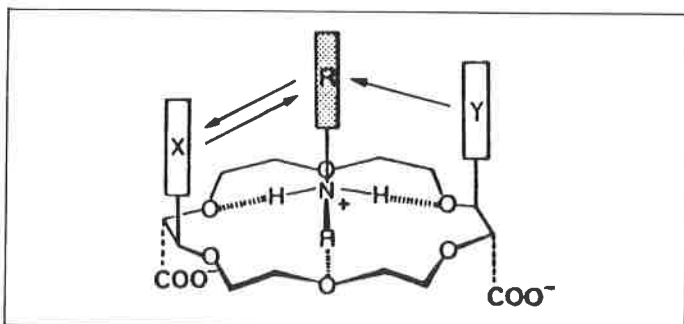


Figure 9. Catalyseur moléculaire bifonctionnel.

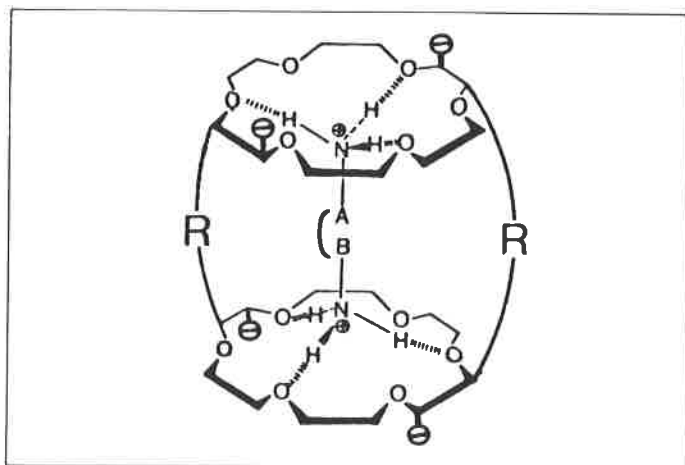


Figure 10. Cocatalyseur.

## Bibliographie

- (1) A. J. Kirby, dans *Advances in Physical Organic Chemistry*, Vol. 17 édité par V. Gold et D. Bethell, Academic Press, 1980.
- (2) M. L. Bender et M. Komiyama, *Cyclodextrin Chemistry*, Springer, 1978.
- (3) W. Saenger, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 1980, **19**, 344.
- (4) I. Tabushi, *Acc. Chem. Res.*, 1982, **15**, 66.
- (5) K. Harata, *Bull. Soc. Chim. Jap.*, 1977, **50**, 1416; K. Harata, H. Vedaira et J. Tanaka, *ibid.*, 1978, **51**, 1627.
- (6) R. J. Bergeron, M. A. Channing, G. J. Gibely et D. M. Pillor, *J. Am. Chem. Soc.*, 1977, **99**, 5146.
- (7) J. P. Behr et J. M. Lehn, *J. Am. Chem. Soc.*, 1976, **98**, 1743.
- (8) R. Breslow, M. F. Czarniecki, J. Emert et H. Hamaguchi, *J. Am. Chem. Soc.*, 1980, **102**, 762.
- (9) G. L. Trainor et R. Breslow, *J. Am. Chem. Soc.*, 1981, **103**, 154.
- (10) R. Breslow, J. B. Doherty et C. Lipsey, *J. Am. Chem. Soc.*, 1978, **100**, 3227; R. Breslow, P. Bovy et C. Lipsey, *J. Am. Chem. Soc.*, 1980, **102**, 2115.
- (11) S. Shinkai, *Progr. Polym. Sci.*, Vol 8, 1982, pages 1-59; R. M. Kellog, *Tolics in current Chemistry 101*, édité par F. Vöghe Springer 1982.
- (12) C. J. Pedersen, *J. Am. Chem. Soc.*, 1967, **89**, 7017.
- (13) J. M. Lehn, *Pure Appl. Chem.*, 1978, **50**, 871; 1979, **51**, 979; D. J. Cram et J. M. Cram, *Acc. Chem. Res.*, 1978, **11**, 8; J. F. Stoddart, *Chem. Soc. Rev.*, 1979, **8**, 85; *Progress in Macrocyclic Chemistry*, Vol. 1 et 2, édité par R. M. Izatt et J. J. Christensen, John Wiley, 1979; *Coordination Chemistry of Macrocyclic Compounds*, édité par G. A. Melson, Plenum Press, 1979; F. de Jong et D. N. Reinhoudt dans *Advances in Physical Organic Chemistry*, Vol. 17, édité par V. Gold et D. Bethell, Academic Press, 1980.
- (14) J. P. Behr, J. M. Girodeau, R. C. Hayward, J. M. Lehn et J. P. Sauvage, *Helv. Chim. Acta*, 1980, **63**, 2096.
- (15) J. J. Daly, P. Schönholzer, J. P. Behr et J. M. Lehn, *Helv. Chim. Acta*, 1981, **64**, 1444.
- (16) J. P. Behr, J. M. Lehn et P. Vierling, *Helv. Chim. Acta*, 1982, sous presse.
- (17) J. P. Behr et J. M. Lehn, *Chem. Comm.*, 1978, 143.
- (18) J. M. Lehn et C. Sirlin, *Chem. Comm.*, 1978, 949.
- (19) C. Sirlin, thèse de Doctorat d'Etat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 1982.
- (20) J. P. Behr, J. M. Lehn, D. Moras et J. C. Thierry, *J. Am. Chem. Soc.*, 1981, **103**, 701.

# Voici pourquoi les raffineries de gaz et de pétrole ont choisi Varian pour la GC et l'HPLC.

La où les profits dépendent d'une information rapide et fiable sur la composition des échantillons, les instruments CPG et HPLC Varian spécialement conçus satisfont pleinement. Un exemple:

**PONA** le seul analyseur HPLC pour la détermination rapide des Paraffines, Oléfines, Naphtènes, Aromatiques dans les fuels, naphtas et autres produits pétroliers dérivés. Un chromatogramme facilement interprétable est obtenu entre 30 et 45 minutes sans activation de colonne, ni backflush, ni commutation de vanne.

**La distillation simulée, les analyseurs de gaz de raffinerie et de gaz naturel** sont bien dans le domaine de systèmes GC spécifiques. Ils vous permettent d'obtenir rapidement une information précise et complète sur la composition des pétroles et des gaz. Lorsque vous avez choisi un système GC ou HPLC Varian, sachez que les analyseurs peuvent être adaptés facilement à tout autre travail de recherche spécifique – grâce à toutes ces caractéristiques déjà intégrées comme l'utilisation du même détecteur GC pour les colonnes remplies et les colonnes capillaires ou l'adaptation de vos systèmes LC actuels aux nouvelles techniques des micro-colonnes remplies. Pour plus d'information, n'hésitez pas à nous contacter.

**L'automatisme bien pensé de Varian**



Varian S.A. / Quartier de Courtaboeuf / B.P. 12 / F-91941 Les Ulis Cedex / Tél. (6) 907 78 26  
Société Varian / 2, rue de Savoie / F-69800 Saint-Priest-Mi-Plaine / Tél. (78) 90 82 12  
Varian S.A. / N.V. / Av. Charles-Quint 545 / Keizer Karellaan 545 / B-1080 Bruxelles / Brussel / Tél. (02) 466 20 00

GC/LC/83.10/AC

# XIX<sup>e</sup> PRÉSENTATION DE MATÉRIEL SCIENTIFIQUE

du mardi 13 au vendredi 16 septembre 1983

**Manifestation scientifique au sein d'une grande école d'ingénieurs  
l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon**



... plus de 350 exposants ...

... plus de 8000 visiteurs ...

*Le matériel présenté illustre les thèmes :*

- Matériel de laboratoire physico-chimique
- Automatismes ; régulation ; logique ; servomécanismes ; commande de puissance
- Robotique ; conception, dessin et fabrication assistés par ordinateur ; commande numérique des machines-outils



- Traitement de l'information ; moyens de calcul



- Mesures et contrôles

- Matériel d'essais et d'auscultation génie civil

- Éditions techniques ; matériel pédagogique ; appareillage audiovisuel pour l'enseignement.

*organisateur :*

**cast**

centre d'actualisation  
scientifique et technique  
INSA - Bât. 705  
20, av. Albert-Einstein  
69621 VILLEURBANNE  
CEDEX  
Tél. (7) 893.24.45

Pour obtenir un **dossier de demande de participation**  
ou pour **tout autre renseignement** :





## I. Risques liés à la manipulation des produits cancérigènes

### A. Principaux produits cancérigènes (ou potentiellement cancérigènes) utilisés dans les laboratoires.

André Picot <sup>1</sup>

Répertorier les produits cancérigènes ou potentiellement cancérigènes chez l'Homme constitue un des éléments importants de la prévention des cancers professionnels (1). Ces cancers liés au travail, ne diffèrent, ni par leur type \*\*, ni par leur nature de ceux liés à d'autres facteurs (nutrition, mode de vie...) mais leur prévention nécessite en général des mesures plus spécifiques (2).

Si le pourcentage de cancers imputables à des facteurs d'origine professionnelle varie entre 1 et 20 % (selon les auteurs et les « motivations »), on peut retenir qu'environ 10 % de ceux-ci sont directement liés au travail (3).

Il faut néanmoins considérer que parmi les facteurs d'inégalité de risques vis-à-vis du cancer, ceux liés au mode de vie et aux habitudes individuelles jouent un rôle considérable : ainsi, en France, le tabac et l'alcool (surtout en association) interviennent dans 50 % des cancers masculins et 20 % des cancers féminins (1). D'une manière générale, le tabac serait responsable d'environ 30 % des cancers et interviendrait de façon non négligeable par effet synergique dans de nombreux cancers provoqués par les produits chimiques d'origine exogène (4).

Les produits chimiques naturels ou synthétiques jouent un rôle de tout premier plan dans l'apparition des cancers professionnels et ceci depuis leur isolement (extraction minière...) ou leur fabrication (industrie chimique de synthèse, métallurgie...) jusqu'à leurs utilisations les plus diverses. Parmi ces produits, l'**amiante 39** (1 à 3 % des cancers professionnels selon la

référence 2), diverses autres substances minérales (**arsenic 40**, **chrome 43**, **nickel 44**) et leurs dérivés, ainsi que les produits pétroliers (dont le **benzène 1**) sont le plus souvent incriminés (2). Il faut bien distinguer le cas des travailleurs en contact permanent avec un même produit (ou plusieurs composés) et ceci souvent pendant toute leur vie active (mineurs, métallurgistes, distillateurs de l'industrie des matières colorantes, ouvriers des ateliers de synthèse organique...), de la situation rencontrée dans les laboratoires où se manipulent une multitude de substances chimiques parfois préparées pour la première fois et où souvent les quantités mises en jeu sont relativement faibles (137).

Dans les laboratoires de chimie ou de biochimie, il est rare qu'une utilisation prolongée d'un même produit soit en cause, à moins qu'il ne s'agisse d'une technique répétitive (préparation de matières premières, contrôles analytiques...). Souvent des effets de synergie entre les composés manipulés, en particulier avec les solvants d'emploi beaucoup plus constant (5), compliquent beaucoup la mise en évidence des agents impliqués dans l'apparition des processus tumoraux.

Par leurs propriétés lipophiles, de nombreuses substances cancérigènes franchissent facilement la barrière placentaire et peuvent agir sur le fœtus (6). De ce fait, les femmes en âge de procréer doivent être considérées comme une population à risques particuliers (7).

### Le risque chimique dans les laboratoires de recherche

« Même si les métiers de la chimie ne sont pas statistiquement les plus dangereux, ils figurent toutefois parmi ceux dont les risques sont, à l'heure actuelle, les plus mal connus \* ».

Parmi ces risques, ceux liés à la manipulation des produits chimiques sont très importants dans un laboratoire ou un atelier de fabrication car ils conditionnent, en grande partie, les mesures de sécurité qui devront être mises en place pour garantir leur bon fonctionnement.

Plutôt que de répertorier toutes les sources potentielles de risques chimiques que l'on peut rencontrer dans un laboratoire (de recherche, d'analyse, de mise au point...) il semble préférable, dans un premier temps, de ne considérer que les risques liés aux effets à plus ou moins long terme sur la santé, en particulier ceux touchant le patrimoine génétique : effets mutagènes, cancérigènes ou tératogènes \*.

A. Picot.

<sup>1</sup> Institut de Chimie des Substances Naturelles, CNRS, 91190 Gif-sur-Yvette.

\* Préface de D. H. R. Barton de l'ouvrage « La Sécurité dans un Laboratoire de Recherche » (137).

\*\* Certains produits chimiques (Amiante, Chlorure de vinyle, Diéthylstilboestrol...) entraînent l'apparition de cancers particuliers.

## I. Mécanismes schématiques de la cancérogénèse

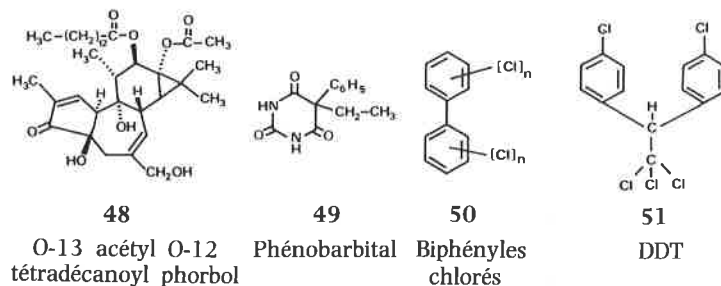
L'hypothèse d'un modèle moléculaire commun aux différentes formes de cancer émise par R. Dulbecco (8) semble être corroborée par de récents travaux (9).

Actuellement il semble admis que les cancers sont le résultat d'un ensemble d'événements dont beaucoup sont encore peu connus (14b). On considère que l'acide désoxyribonucléique (ADN) des chromosomes du noyau cellulaire (support de l'information génétique) est la cible privilégiée des agents cancérogènes (produits chimiques, radiations ionisantes, virus). Selon cette hypothèse (dite génétique) la transformation d'une cellule normale en cellule cancéreuse se déroule en deux étapes essentielles : l'initiation suivie de la promotion (10). L'initiation intervient au niveau de l'ADN et peut aboutir à une ou plusieurs mutations irréversibles. Après un temps de latence plus ou moins long la promotion conduit à la désorganisation de la différenciation et de la croissance cellulaire avec apparition de cellules (transformées) cancéreuses. Selon cette théorie unitaire (8), le processus de cancérogénèse débute par des altérations structurales (mutations ou transpositions) de quelques gènes \* survenant au hasard. Ces atteintes de l'ADN entraînent des modifications structurales des différentes parties du génome, provoquant, selon la zone de l'ADN touchée, l'activation et l'expression d'un « gène de cancer » qui était auparavant latent. Cette activation de ce « gène de cancer » va entraîner la synthèse d'une protéine spécifique, modifiant ainsi l'activité normale de la cellule et aboutissant à la perte de tout contrôle de cette cellule vis-à-vis de son environnement.

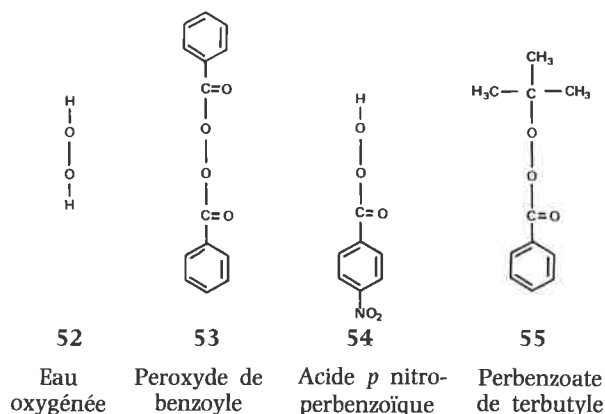
D'une manière générale, une même substance pourrait avoir à la fois des fonctions d'initiation et de promotion (cancérogène complet) : il suffirait qu'elle agisse suffisamment longtemps. C'est le cas de la majorité des cancérogènes répertoriés dans le tableau ci-après.

En conséquence, pour être cancérogène un produit chimique devrait non seulement être mutagène mais avoir aussi une action promotrice (12). Ceci explique pourquoi des mutagènes puissants tels que l'azide de sodium ( $\text{NaN}_3$ ) 46 ou l'hydroxylamine ( $\text{H}_2\text{NOH}$ ) 47 ne sont pas des cancérogènes (11). Inversement certaines substances promotrices peuvent, à elles seules, avoir une action cancérogène sans être mutagènes : ce serait par exemple le cas de produits minéraux comme l'amiant 39, l'arsenic 40 etc. Il apparaît nettement que l'action promotrice doit avoir une grande importance dans la genèse des cancers; mais malheureusement on ne sait pas, pour l'instant, mesurer simplement cette activité des substances chimiques (13, 14).

Les promoteurs utilisés en cancérogénèse expérimentale sont de structure chimique très variée; beaucoup d'entre eux se retrouvent dans l'environnement et sont pour la plupart de forts inducteurs enzymatiques. On peut citer les esters du phorbol (par exemple l'O-13 acétyl O-12 tétradécanoyl phorbol 48) le phénobarbital 49, les biphényles chlorés 50, divers insecticides organochlorés dont le DDT 51 etc.

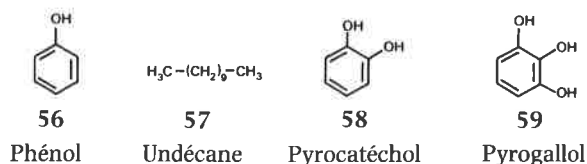


De nombreux produits utilisés en laboratoire sont doués d'activité promotrice et doivent, en conséquence, être manipulés avec prudence. Il en est ainsi des composés à propriété peroxydante (16) : l'eau oxygénée 52 (16 b), les peroxydes (peroxyde de benzoyle 53) (16 a) et vraisemblablement les peracides (acide para-nitroperbenzoïque 54) et les peresters (perbenzoate de tertbutyle 55).



De même, les phénols (phénol 56) et leurs dérivés (chlorophénols...) sont de bons promoteurs.

Il faut aussi signaler que certains composés dits cocancérogènes qui ne sont pas cancérogènes, par eux-mêmes, et qui n'agissent pas comme des promoteurs, augmentent par synergie l'activité d'une substance cancérogène vraie (4, 15). Parmi les substances cocancérogènes on peut citer l'undécane 57, le pyrocatechol 58, le pyrogallol 59 etc.



## II. Identification des cancérogènes chimiques

Les méthodes d'identification des cancérogènes chimiques (12, 17, 18, 19, 22, 24, 25, 26) qui sont répertoriés dans le tableau comportent :

- des études épidémiologiques;
- des expérimentations sur les animaux;
- des épreuves de détection rapide.

### II.1. Utilisation des tests à court terme

La détection de produits mutagènes, qui par définition lèsent l'ADN, constitue un excellent test pour suspecter une activité cancérogène (17, 19). C'est la bonne corrélation qui a été établie entre pouvoir

\* Un gène est une unité d'information génétique constituée par une séquence plus ou moins longue de nucléotides au sein de la double hélice de l'ADN.

cancérogène et activité mutagène qui a permis de mettre au point des tests de mutagenèse très fiables (19, 21, 22). La centaine de systèmes actuellement développés dans ce sens (23) reposent sur trois principes :

- les effets mutagènes;
- la transformation néoplasique de cellules en culture;
- les réparations de l'ADN.

#### II.1. a. Les effets mutagènes

Les tests mis en œuvre pour déterminer ces effets utilisent divers micro-organismes (bactéries, levures...) des cellules de mammifères ou d'insectes (Drosophiles) (17, 23). Le plus connu est le test d'Ames (24) dont existent de nombreuses variantes de plus en plus efficaces (24 b). Ce test, à l'origine mis au point par l'équipe d'Ames (Berkeley), consiste à déterminer l'activité mutagène d'un composé chimique sur une bactérie (*Salmonella typhimurium*) qui porte une

mutation. Ce mutant ne peut proliférer qu'en présence d'histidine (hist), acide aminé qu'il est incapable de synthétiser. Au contact d'un produit mutagène, la souche dont le gène (hist<sup>-</sup>) n'est que masqué, va redevenir (hist<sup>+</sup>) capable de synthétiser l'histidine et va se développer (24 a). Un composé sera dit mutagène lorsqu'il permettra d'obtenir des colonies de *Salmonella* sur un milieu sans histidine. Seuls les produits directement actifs (cancérogènes directs) comme le sulfate de diméthyle 32 donneront un test positif. En effet, la plupart des mutagènes et des cancérogènes sont inactifs tels quels et nécessitent une métabolisation pour devenir actifs. Aussi, doit-on ajouter dans « le test d'Ames modifié » des enzymes de métabolisation sous forme de microsomes hépatiques (Rat, Souris, Hamster, Homme) capables d'activer, *in vitro*, les produits à tester. On estime que 90 % des produits mutagènes dans le test d'Ames, sont aussi cancérogènes (20-22).

### II.1. b. La transformation néoplasique de cellules en cultures

Ces tests sont beaucoup plus longs et plus délicats à réaliser, mais peuvent donner des renseignements complémentaires importants sur l'activité cancérogène. Différentes lignées cellulaires peuvent être utilisées : cellules embryonnaires d'Hamsters (27), fibroblastes humains.

### II. 1. c. Les réparations de l'ADN

Ces tests sont basés sur la capacité qu'à l'ADN lésé par un mutagène de réparer les lésions grâce à un système enzymatique particulier. Le test de l'échange des chromatides sœurs (sister chromatid exchange) (28) et le test de Williams (29) qui utilise une méthode autoradiographique sont d'emploi aisé. Historiquement ces tests ont été utilisés essentiellement pour détecter les substances qui lésent l'ADN. En pratique, les tests basés sur le principe des recombinaisons ou des mutations sont plus adaptés pour la détection des cancérogènes (19).

Il est important, pour toute nouvelle substance, de réaliser une batterie de tests à court terme, de principe différents et ne pas hésiter à bien confirmer les résultats. L'interprétation des résultats, est souvent délicate et parfois difficile à exploiter.

## II.2. Utilisation des tests de cancérogenèse à long terme

Ces méthodes consistent à administrer de façon prolongée différentes doses de produit à des animaux de laboratoires bien sélectionnés. On utilise généralement des animaux à vie courte (Rats, Souris) pour que les cancers puissent apparaître en quelques mois. Environ 85 % des substances cancérogènes chez la Souris, le sont aussi chez le Rat. A part quelques rares exceptions (dérivés de l'arsenic 40), l'expérimentation animale a pu confirmer le pouvoir cancérogène observé chez l'Homme. Néanmoins, les différences importantes existant entre les réponses des diverses espèces animales rendent l'extrapolation de l'animal à l'homme très délicate, aussi, est-elle sujette à beaucoup de controverses (12). Malgré ces limitations méthodologiques (coût élevé, apparition de tumeurs spontanées...), l'expérimentation animale reste essentielle pour évaluer le pouvoir cancérogène éventuel des nouveaux produits chimiques (12, 17). Il faut remarquer que, selon l'espèce testée, l'organe-cible atteint peut varier et n'indique pas

obligatoirement celui qui sera touché chez l'Homme (tableau). A titre d'exemple, le  $\beta$ -naphtylamine 22, cancérogène puissant de la vessie chez l'Homme, donne des cancers vésicaux chez le Singe, le Chien et l'Hamster, des cancers du foie (hépatome) chez la Souris et ne semble pas avoir d'effet sur le Rat et le Lapin.

## II.3. Utilisation des enquêtes épidémiologiques

La mise en évidence d'une augmentation du nombre des cancers parmi des travailleurs exposés durant des périodes prolongées à certains composés chimiques (ou à des mélanges) a souvent permis de démontrer leur action cancérogène chez l'Homme (30-32). A titre d'exemple, pour l'amiant 39, les premiers cas de cancers du poumon liés à son utilisation furent décrits en 1935 et confirmés en 1955 grâce à des enquêtes épidémiologiques, mais il fallut attendre 1969 pour que l'expérimentation animale démontre le pouvoir cancérogène des fibres d'amiant (2). Des études épidémiologiques récentes indiquent que la proportion de cancers du poumon ou de la plèvre est 20 à 30 fois plus élevée chez les fumeurs exposés à l'amiant que parmi les non-fumeurs (2). Comme le fumée de tabac renferme de nombreuses substances à activité promotrice [phénols dont le pyrocatéchol (58)] qui peuvent agir par synergie ou potentialisation durant la cancérogenèse (33), ce facteur ne doit pas être négligé dans l'appréciation du risque. Il faut, par ailleurs, remarquer que le risque d'apparition du cancer augmente non seulement avec la durée d'exposition, mais aussi avec l'élévation de l'âge de l'individu\* (diminution des systèmes de défense de l'organisme) (34). De ce fait, l'apparition des cancers correspond souvent aux années qui suivent la retraite professionnelle. En définitive, il faut constater que les études épidémiologiques en milieu professionnel ne détectent qu'une faible proportion de cancers.

Malgré les inconvénients (durée importante, coût élevé, mesure du risque à posteriori), les enquêtes épidémiologiques constituent les méthodes les plus fiables pour apprécier, avec un produit donné, le risque cancérogène chez l'Homme (34).

De telles enquêtes ont mis en évidence que 80 à 90 % des cancers humains sont dus à des facteurs d'environnement parmi lesquels le tabac, l'alcool, le mode d'alimentation qui reflètent des habitudes culturelles jouent un rôle important (25, 26).

En France, l'épidémiologie sur le cancer souffre d'un grave sous-développement : en 1978, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC de Lyon) a recensé 1 144 enquêtes épidémiologiques dans le monde dont 30 % aux États-Unis, 30 % en Europe occidentale, la Grande-Bretagne y contribuant pour 13 % et la France seulement pour 1,8 % !! (1).

De nombreuses études épidémiologiques montrent que la fréquence et la gravité des cancers varient considérablement en fonction du mode de vie, des habitudes individuelles, de l'appartenance à différentes classes sociales et dans une mesure non négligeable de la pratique de certaines activités professionnelles surtout lorsque celles-ci impliquent la manipulation des produits chimiques (35). Dans ce dernier cas, toute lutte contre les facteurs de risques liés au travail fait appel à un double effort : d'une part à leur identification, d'autre part à l'élaboration d'une stratégie de prévention la plus efficace possible et sur laquelle nous reviendrons ultérieurement.

## III. Classification des cancérogènes







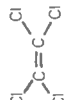
Malgré le caractère arbitraire de toute classification, il est nécessaire d'établir la liste des substances cancérogènes chez l'Homme et ceci en se basant sur des critères reconnus.

A titre d'exemple, pour l'« Occupational Safety and Health Administration » des États-Unis (OSHA), une substance donnée peut être considérée comme potentiellement cancérogène chez l'Homme (26, 36) si :

1. des enquêtes épidémiologiques le démontrent;

2. l'expérimentation animale est positive avec deux espèces de Mammifères (dont un rongeur);

\* Dans les études épidémiologiques, il doit être tenu compte du fait que la longévité varie de façon notable selon les catégories socio-professionnelles. A titre d'exemple, à trente-cinq ans l'espérance de vie du cadre supérieur serait de quarante et un ans et celle du manœuvre de trente-trois ans (statistiques INSEE 1976).

N°	Famille chimique	Produit chimique (nom usuel) (formule développée)	Pouvoir mutagène (Test d'Ames modifié)	Expérimentation animale			Exposition chez l'homme				Produits de remplacement proposés	Références
				Espèces testées	Organes atteints	Pouvoir cancérogène	Voies d'entrée	Organes atteints	Troubles observés	Pouvoir cancérogène		
1	Hydrocarbures aromatiques	Benzène 	—	Souris rat	Divers	(+)	Inhalation Peau	Moelle osseuse	Anémie aplasique Leucémie	+	Cyclohexane Toluène (±)	52
2		Benzo (a) pyrène 	+	Souris Rat etc.	Peau Poumons	+	Peau Inhalation				—	
3	Dérivés halogénés • Chloroalcanes	Iodure de méthyle $\text{ICH}_3$	+	Rat Souris	Peau Tssus conjonctifs Poumons	+	Inhalation Peau			—		54
4		Chloroforme 	—	Souris Rat	Foie Reins	+	Inhalation Peau			—	Chlorure de méthylène	55
5		Tétrachlorure de carbone 	—	Souris Rat	Foie	+	Inhalation Peau	Foie	Hépatome	(+)	Chlorure de méthylène	56
6	• Chloroalcènes	Dichloro-1,2 éthane $\text{Cl-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Cl}$	+	Souris Rat	Divers	+	Inhalation Peau			—	Chlorure de méthylène 1,1,1-Trichloro-éthane	57
7		Chlorure de vinyle 	+	Rat Souris Hamster	Foie Cerveau Poumons	+	Inhalation Peau	Foie	Angiosarcome	+		58
8		Trichloréthylène 	+	Rat	Foie	+	Inhalation Peau			—	Chlorure de méthylène 1,1,1-Trichloro-éthane	59
9		Perchloréthylène 	+	Souris	Foie	+	Inhalation Peau			—	Chlorure de méthylène 1,1,1-Trichloro-éthane	60

3. l'expérimentation est positive pour une espèce animale au cours de deux essais différents;

4. l'expérimentation est positive pour une espèce animale et répond à un test à court terme.

Pour sa part l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (37) par la voix du Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) \* distingue les produits cancérigènes pour l'Homme de ceux qui sont probablement cancérigènes (39). Parmi les 442 produits chimiques et procédés industriels évalués par le CIRC depuis 8 ans, 18 sont reconnus cancérigènes pour l'Homme et 18 autres sont probablement cancérigènes et ceci à des degrés divers. Dans la première catégorie des « cancérigènes pour l'Homme, on retrouve des produits couramment utilisés en laboratoire : Benzène 1,  $\beta$ -naphtylamine 22, benzidine 23, amiante 39 dérivés de l'arsenic 40, sels de chrome (Cr<sup>VI</sup>) 43 (39)...

Sur les six millions de composés recensés actuellement dans les *Chemical Abstracts*, quelques milliers d'entre eux ont été testés de façon rigoureuse et environ 2 000 se sont révélés cancérigènes chez les animaux. Parmi ces derniers, quelques dizaines sont cancérigènes pour l'Homme (39) mais leur liste n'est pas encore définitivement établie. A titre d'exemple, le « National Institute for Occupational Safety and Health » (NIOSH) émanation de l'OSHA (USA) a publié, en 1978, une liste de 34 000 substances toxiques dont 2 330 avait été testées à cette date pour évaluer leur activité tumorale : plus du tiers ayant été reconnu potentiellement cancérigène (40).

Aux États-Unis, afin de coordonner les recherches sur la toxicité des produits chimiques et tout particulièrement sur leur activité mutagène et cancérigène, a été créé, en 1978, le « National Toxicology Program » (NTP) qui a pour but de coordonner les recherches de différents instituts ou agences de recherches : National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS), Food and Drug Administration (FDA), National Cancer Institute (NCI), OSHA, NIOSH...

## IV. Principales familles de composés cancérigènes

Les produits chimiques à potentialité cancérigène, que l'on peut rencontrer dans les laboratoires, ont pour caractéristique commune d'avoir l'ADN pour cible privilégiée (25, 26, 30, 38).

Une grande majorité de ces molécules peut être considérée comme électrophiles (97), agissant directement tels quels ou sous forme d'intermédiaires réactifs (ou de métabolites réactifs). Le seul pouvoir électrophile d'une molécule (avant ou après métabolisation) n'est pas une condition suffisante pour que celle-ci soit cancérigène. Ainsi, de nombreux agents acylants (anhydride acétique, anhydride phtalique...) ne présentent pas cette potentialité, malgré leur pouvoir électrophile important (98). Par ailleurs, des structures non électrophiles peuvent être douées de propriétés cancérigènes : c'est le cas de l'amiante dont les fibres présentent à leur surface une majorité de sites nucléophiles (99).

Si des mécanismes variés peuvent intervenir en cancérogenèse chimique, l'interaction entre des entités électrophiles et les sites nucléophiles présents dans les macromolécules du noyau cellulaire (pour l'essentiel l'ADN mais aussi les protéines et l'ARN) constitue une hypothèse satisfaisante, dans l'état actuel de nos connaissances.

La plupart des composés retenus dans le tableau peuvent être regroupés dans les grandes familles chimiques suivantes :

- Hydrocarbures aromatiques;
- Dérivés halogénés : des alcanes, des alcènes, des éthers à enchaînement bis-chloroéthyle relié à un hétéroélément.

\* Le Centre International de Recherche sur le Cancer a été créé, en 1965, par l'Assemblée Mondiale de la Santé en tant qu'organisme à financement intégré à la structure de l'Organisation Mondiale de la Santé. Il a son siège à Lyon. Les publications du CIRC (généralement en anglais) sont disponibles en France à la librairie Arnette, 2, rue Casimir Delavigne, Paris.

Pour répertorier les principaux produits chimiques potentiellement cancérigènes chez l'Homme et susceptibles d'être rencontrés dans les laboratoires de chimie ou de biochimie, il est nécessaire de s'appuyer sur les documents publiés régulièrement par diverses instances scientifiques : OSHA/NIOSH (36, 42, 47), NTP (43), NCI, FDA, EPA \* (41), PNUE \*\*, CIRC (39, 51), BIT \*\*\* (44), ECE-TOX \*\*\*\*, INRS \*\*\*\*\* (45)... ou dans divers ouvrages (46, 47).

Dans le tableau, quarante-cinq produits sont retenus parmi lesquels une dizaine sont reconnus par le CIRC (39) comme cancérigènes chez l'Homme, les autres étant suspectés de l'être. Dans ce tableau ne figurent pas les produits peu ou non utilisés dans les laboratoires : produits d'origine naturelle (aflatoxines, safrole...) médicaments (chlorambucil, daunomycine, chloramphénicol, isoniazide, phénobarbital, thiouracile, phénacétine, phénytoïne...) hormones (diéthylstilbœstrol, nor-progestérones...) pesticides (DDT, lindane, képone, dieldrine, toxaphène...) (50) polluants de l'environnement (Dioxine...) etc.

Néanmoins, ces produits, de structure plus ou moins complexe, dont certains sont doués d'activité pharmacologique puissante (médicaments, hormones stéroïdes...), peuvent être utilisés dans les laboratoires de biochimie ou de biologie et des précautions renforcées devront être mise en œuvre pour leur manipulation puis leur destruction. Bien entendu, les produits doués d'activité cancérigène peuvent aussi présenter une toxicité aiguë importante (tétrachlorure de carbone, épichlorhydrine, ypérite, aniline, nitro-2 propane, sulfate de diméthyle, méthyle magique...) et ils devront être manipulés en conséquence (49, 137).

Par ailleurs, le contact avec certains de ces produits peut induire des états précancéreux qui pourront constituer des signes d'alarme cliniques. A titre d'exemple, après exposition à une forte dose de  $\beta$ -naphtylamine 22, peut apparaître une cystite hémorragique, puis ultérieurement peut se développer un papillome de la vessie qui pourra évoluer vers un cancer vésical (50).

- Composés hétérocycliques à trois atomes (époxydes, aziridines, episulfures).
- Dérivés nitrés.
- Amines aromatiques, hydrazines et dérivés.
- Dérivés N-nitrosés.
- Sulfates et sulfonates d'alkyle.
- Composés minéraux (amiante 39, arsenic 40, métaux...). Il faut remarquer que certains composés comme le formaldéhyde 15, le dioxanne 14 ou l'hexaméthylphosphotriamide (HMPT) 39 ne rentrent pas dans ces catégories.

### IV.1. Hydrocarbures aromatiques

A part le benzène 1 reconnu responsable de leucémie chez l'Homme, les autres hydrocarbures aromatiques cancérigènes en expérimentation animale (30) sont des composés polycycliques : benzo (a) pyrène 2, dibenzo (a, h) anthracène 60 (100) etc.

Ces hydrocarbures polycycliques (polyarènes) peuvent apparaître lors de la combustion incomplète de matières organiques : incendies de laboratoire etc.

\* : EPA : Environmental Protection Agency (USA).

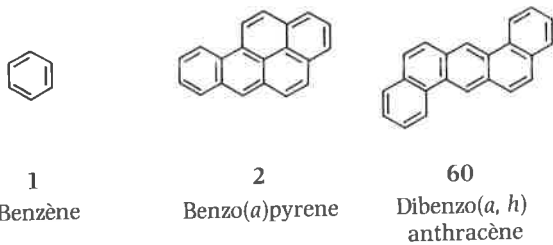
\*\* : PNUE : Programme des Nations Unies pour l'environnement des substances chimiques potentiellement toxiques (RISCTP).

\*\*\* : BIT : Bureau International du Travail (Genève).

\*\*\*\* : ECETOX : Centre d'Ecologie et de Toxicologie de l'Industrie chimique européenne (Bruxelles).

\*\*\*\*\* : INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité (Paris).

N°	Famille chimique	Produit chimique (nom usuel) (formule développée)	Pouvoir mutagène (Test d'Ames modifié)	Expérimentation animale			Exposition chez l'homme				Produits de remplacement proposés	Références
				Espèces testées	Organes atteints	Pouvoir cancérogène	Voies d'entrée	Organes atteints	Troubles observés	Pouvoir cancérogène		
10	● Chloro-éthers	Chlorométhyl méthyléther <chem>CH3O-CH2-Cl</chem>	+	Souris Rat	Divers	+	Inhalation	Poumons	Cancer des bronches	+		61
		Bis-chlorométhyl éther <chem>Cl-CH2-O-CH2-Cl</chem>	+			+						
12		Épichlorhydrine <chem>CH2-CH(O)-CH2-Cl</chem>	+	Rat Souris	Cavité nasale	+	Inhalation Peau			—		63
13	Dérivés oxygénés ● Éthers	Oxyde d'éthylène <chem>CH2-CH2</chem> 	+	Souris Rat		—	Inhalation	Moelle osseuse	Leucémie	—		64
14		Dioxane 	+	Rat	Cavité nasale	+	Inhalation Peau			—	Tétrahydrofuranne	65
15	● Aldéhydes	Formaldéhyde <chem>H-C=O</chem> 	+	Rat	Cavité nasale	+	Inhalation Peau			—		66
16	● Lactones	β-Propiolactone 	+	Souris Rat	Peau Tissus conjonctifs	+	Inhalation Peau			—		67
17	Dérivés azotés ● Nitroalcanes	Nitro-2 propane <chem>H3C-CH(NO2)-CH3</chem> 	+	Rat	Foie	+	Inhalation Peau			—	Nitro-1 propane Nitroéthane	68
18	● Nitroarènes	Nitro-4 biphényle 	+	Chien	Vessie	+		Vessie (?)	Cancer la vessie (?)	(+)		69
19	● Amines	Aziridine <chem>CH2-CH2</chem> 	+	Souris Rat	Foie Poumons Reins	+	Inhalation Peau			—		70
20		Aniline <chem>NH2</chem> 	—	Rat	Rate	(+)	Inhalation Peau			—		71



Ils se retrouvent aussi dans la fumée de tabac (33) et peuvent contribuer à augmenter l'action cancérogène d'autres composés chimiques, introduits dans l'organisme par la voie respiratoire.

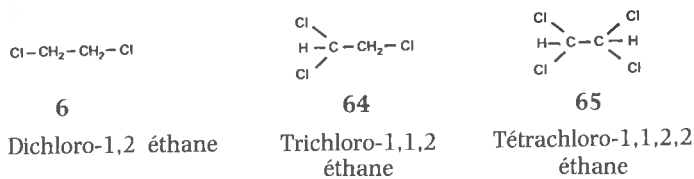
## IV.2. Dérivés halogénés

### IV.2.a. Haloalcanes

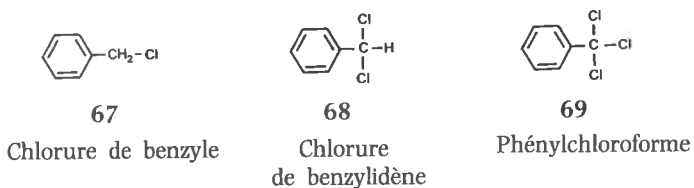
Par leurs propriétés électrophiles importantes, beaucoup d'halogénures d'alkyle sont mutagènes et, pour certains, cancérogènes chez les animaux (11, 30). Selon l'ordre de leur électrophilie, le pouvoir mutagène des haloalcanes croît généralement des chlorures aux iodures. Les composés fluorés sont pratiquement inactifs (11).

Ce sont surtout les dérivés halogénés du méthane qui posent de sérieux problèmes dans les laboratoires. Ces dérivés mono- et dihalogénés ( $\text{CH}_3\text{Cl}$  61,  $\text{CH}_3\text{Br}$  62,  $\text{CH}_3\text{I}$  3,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ... 63) sont mutagènes et pour certains cancérogènes ( $\text{CH}_3\text{I}$  3). Le chloroforme ( $\text{HCCl}_3$  4) et le tétrachlorure de carbone ( $\text{CCl}_4$  5) sont cancérogènes chez les animaux (cancers du foie et des reins) et pour  $\text{CCl}_4$  5 quelques hépatomes chez l'Homme sont décrits (56).

Dans les séries homologues du méthane, ce sont surtout les dérivés polyhalogénés qui sont les plus actifs (11) On y retrouve divers solvants cancérogènes chez les animaux: dichloro-1,2 éthane 6 (57), trichloro-1,1,2 éthane 64 (101), tétrachloro-1,1,2,2 éthane 65 (102)... Le trichloro-1,1,1 éthane ( $\text{Cl}_3\text{C}-\text{CH}_3$  66) (103) ne semble pas présenter ces inconvénients.



Un cas particulier est celui des dérivés comportant un ou plusieurs halogènes en position benzylique, dont quelques représentants se sont montrés mutagènes et cancérogènes en expérimentation animale. Ainsi le chlorure de benzyle 67 (104) le chlorure de benzylidène 68 et le phénylchloroforme 69 ( $\alpha, \alpha', \alpha''$ -trichlorotoluène) sont cancérogènes chez les animaux et, en plus, pour le phénylchloroforme 69 vraisemblablement chez l'Homme (cancer du poumon et lymphome maxillaire) (105).



### IV.2.b Haloalcènes

La plupart des dérivés chlorés de l'éthylène (11): chlorure de vinyle 7 ( $\text{R}_1 = \text{Cl}$ ,  $\text{R}_2 = \text{R}_3 = \text{R}_4 = \text{H}$ ) (58) chlorure de vinylidène 70 ( $\text{R}_1 = \text{R}_2 = \text{Cl}$ ,  $\text{R}_3 = \text{R}_4 = \text{H}$ ) (106), trichloroéthylène 8 ( $\text{R}_1 = \text{R}_2 = \text{R}_3 = \text{Cl}$ ,  $\text{R}_4 = \text{H}$ ) (59) et perchloréthylène 9 ( $\text{R}_1 = \text{R}_2 = \text{R}_3 = \text{R}_4 = \text{Cl}$ ) (60) sont mutagènes et cancérogènes en expérimentation animale. Seul le chlorure de vinyle 7 est reconnu cancérogène chez l'Homme (angiosarcome du foie) (58).



Parmi les dérivés non halogénés de l'éthylène, le styrène 71 ( $\text{R}_1 = \text{C}_6\text{H}_5$ ,  $\text{R}_2 = \text{R}_3 = \text{R}_4 = \text{H}$ ) (107) et l'acrylonitrile 72 ( $\text{R}_1 = \text{CN}$ ,  $\text{R}_2 = \text{R}_3 = \text{R}_4 = \text{H}$ ) (80) sont aussi cancérogènes chez les animaux. Néanmoins, tous les composés présentant un enchaînement vinylique

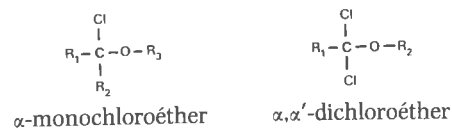
$\text{H} \diagup \text{C} = \text{C} \diagdown \text{H}$   
 $\text{H} \quad \quad \quad \text{R}$

ne sont pas obligatoirement cancérogènes. C'est par exemple le cas de l'acrylamide 73 ( $\text{R} = \text{C}-\text{NH}_2$ ), neurotoxique puissant (108).



### IV.2.c $\alpha$ - et $\beta$ -haloéthers

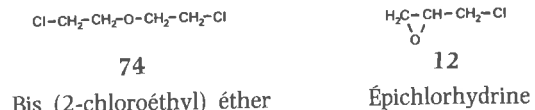
Baucoup d'éthers renfermant 1 ou 2 atomes de chlore en  $\alpha$  de la fonction oxygénée sont doués de propriétés mutagènes et cancérogènes chez les animaux (11).



Le bis-chlorométhyl éther (BCME) 11 (62), cancérogène puissant chez l'Homme (cancer des bronches) peut se former à côté du chlorométhyl méthyléther (CMME) 10 (61) par contact du formaldéhyde avec l'acide chlorhydrique

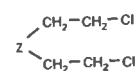


Certains  $\beta$ -haloéthers sont aussi cancérogènes chez les animaux: quelques-uns sont utilisés en synthèse: le bis (2-chloroéthyl) éther (BCE) 74 (109) et l'épichlorhydrine 12 (63), qui renferme dans sa structure, un époxyde.



### IV.2.d. Composés à enchaînement bis-chloroéthyle relié à un hétéroélément.

Les composés présentant deux chaînes chloroéthyle ( $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$ ) reliées entre elles par un hétéroélément (S, N et O) sont mutagènes et cancérogènes\*. Parmi les composés moutardes ( $\text{Z} = \text{S}$  ou  $\text{N}-\text{R}$ ), cancérogènes puissants chez l'Homme (cancer du poumon), l'ypérite ( $\text{Z} = \text{S}$ ) 31 (82) est utilisé en laboratoire.



Composés à enchaînement bis-chloroéthyle.

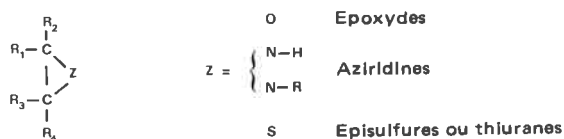
\* Inversement ces agents alkylants sont aussi utilisés comme drogues anticancéreuses pour détruire les cellules tumorales malignes (125).

N°	Famille chimique	Produit chimique (nom usuel) (formule développée)	Pouvoir mutagène (Test d'Ames modifié)	Expérimentation animale			Exposition chez l'homme				Produits de remplacement proposés	Références
				Espèces testées	Organes atteints	Pouvoir cancérogène	Voies d'entrée	Organes atteints	Troubles observés	Pouvoir cancérogène		
21		Ortho-toluidine 	—	Rat Souris	Divers	+	Inhalation Peau	Vessie (?)	Cancer de la vessie (?)	(+)		72
22		$\beta$ -Naphtylamine 	+	Chien Hamster Singe	Vessie	+	Inhalation Peau	Vessie	Cancer de la vessie	+		73
23		Benzidine 	+	Souris Rat Hamster	Divers	+	Inhalation Peau	Vessie	Cancer de la vessie	+	Tétraméthyl 3,3',5,5'- benzidine	74
24	● Hydrazines	Hydrazine Hydrazines substituées 	+	Rat Souris	Poumons Foie Côlon	+	Inhalation Peau			—		75
25	● Diazoalcanes	Diazoéthane $\text{CH}_3\text{-N}=\text{N}$	—	Rat Souris	Poumons	+	Inhalation			—		76
26	● Nitrosoamines	Nitrosoamines 	+	Rat	Divers	+	Inhalation Peau			—		77
27	● Nitrosamides	N-méthyl nitrosourée (MNU) 	+	Rat Souris	Système nerveux	+	Inhalation Peau			—		78
28	● Nitrosoguanidines	N-méthyl N'-nitro N-nitroso guanidine (MNNG) 	+	Rat Souris	Estomac Intestin	+	Inhalation Peau			—		79
29	● Nitriles insaturés	Acrylonitrile $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{N}$	+	Rat	Cerveau Estomac	+	Inhalation Peau	Côlon Poumons		(+)		80
30	● Hétérocycles azotés	Quinoléine 	+	Rat	Foie	+	Inhalation Peau			—		81

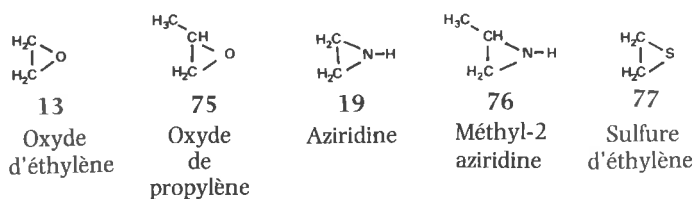


### IV.3. Composés hétérocycliques à trois atomes

Les composés à cycle de 3 atomes possédant un hétéroatome (O, N, S) présentent une tension de cycle qui augmente leur électrophilie. De ce fait, beaucoup d'entre eux sont des mutagènes et des cancérigènes en expérimentation animale (11, 30)



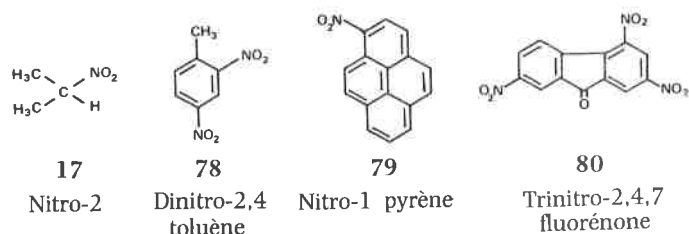
Plusieurs époxydes (Z = O) simples, couramment utilisés en laboratoire (oxyde d'éthylène 13 (64), oxyde de propylène... 75 (110)) sont mutagènes et cancérigènes chez les animaux et de plus des cas de leucémie sont rapportés chez des ouvriers en contact avec l'oxyde d'éthylène (64). Les dérivés chlorés de l'éthylène se métabolisent en époxydes qui seraient responsable de l'activité cancérigène des composés éthyléniques (131). De nombreuses aziridines (Z = N — H ou N — R) utilisées en synthèse, comme l'aziridine 19 (70) ou la méthyl-2 aziridine 76 (111) sont mutagènes et cancérigènes. Il en est de même du sulfure d'éthylène (Z = S) 77 (112).



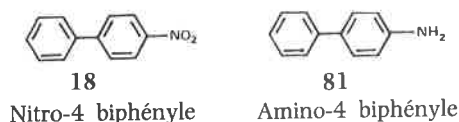
Il est à signaler que, parmi les composés cycliques à 4 atomes possédant un hétéroélément, la  $\beta$ -propiolactone 16 (et ses dérivés méthylés) s'est révélée un puissant cancérigène chez les animaux (67).

### IV.4. Dérivés nitrés

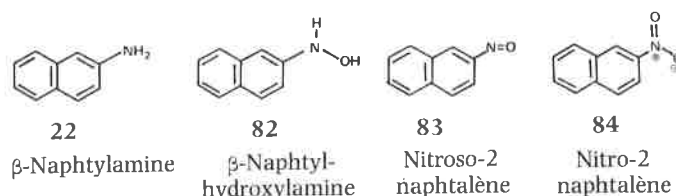
Parmi les nitroalcanes, seul le nitro-2 propane 17 est mutagène et hépatocancérigène chez le Rat (68). En revanche, plusieurs composés nitrés aromatiques sont mutagènes et cancérigènes en expérimentation animale, qu'ils présentent un seul cycle (dinitro-2,4 toluène 78...) (113) ou qu'ils soient polycycliques (nitro-1 pyrène 79 (114), trinitro-2,4,7 fluorénone... 80 (115)).



Les nitroarènes sont métabolisés (par le foie et la flore intestinale) en nitrosoarènes puis en dérivés N-hydroxylés. Ces hydroxylamines qui se forment aussi par métabolisation oxydative des amines aromatiques, sont reconnues comme les intermédiaires réactifs (tels quels ou sous forme activée d'esters) de ces différents composés azotés aromatiques. Tous ces produits doivent être considérés comme des cancérigènes potentiels (11, 30). Ainsi le nitro-4 biphényle 18 (69) utilisé dans la synthèse de l' amino-4 biphényle 81 (116) (cancérigène vésical) est aussi suspecté d'être cancérigène.



Dans la série de la  $\beta$ -naphthylamine 22, la  $\beta$ -naphthylhydroxylamine 82, le nitroso-2 naphthalène 83 et le nitro-2 naphthalène 84 sont cancérigènes en expérimentation animale (11, 30).



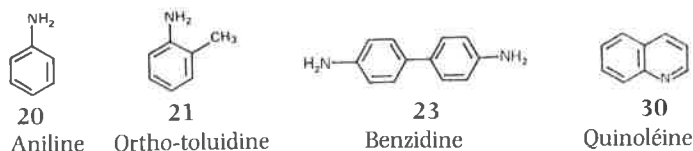
Des composés hétérocycliques présentant une fonction nitro (nitro-2 furannes, nitro-5 imidazoles...) peuvent être doués de propriétés mutagènes et cancérigènes (11, 30).

### IV.5. Amines aromatiques

Ce sont parmi les amines aromatiques que l'on rencontre les composés cancérigènes les plus puissants que l'on puisse manipuler couramment en laboratoire (11, 30). Il s'agit de la  $\beta$ -naphthylamine 22 (73) et de la benzidine 23 (74) (et de ses dérivés chlorés, méthylés, méthoxylés, aminés...), qui, après des temps de latence qui peuvent être relativement courts (5 ans ou moins), entraînent des cancers vésicaux chez l'Homme.

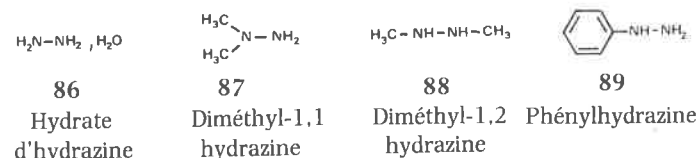
Certains dérivés de l'aniline (ortho-toluidine 21, et vraisemblablement l'aniline 20 elle-même) sont aussi considérées comme des cancérigènes (71-72).

Parmi les bases hétérocycliques azotées, dérivées des amines aromatiques, la quinoléine \* 30 (81) (et certains de ses dérivés) est cancérigène chez l'animal.

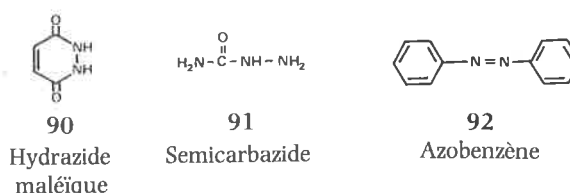


### IV.6. Hydrazines et dérivés

De nombreuses hydrazines, couramment utilisées en laboratoire : hydrate d'hydrazine 86, méthylhydrazines diverses (87, 88), phénylhydrazine 89 etc. sont mutagènes et cancérigènes en expérimentation animale (11, 30). Les hydrazines sont soupçonnées de causer des cancers humains au niveau des poumons, du système nerveux, du foie, des reins, des organes hématopoïétiques du sein et des tissus conjonctifs (75).



Certains dérivés des hydrazines (11, 30), tels que les hydrazides (hydrazide maléique 90 (117), semicarbazide 91...) (118) et les azoïques (azobenzène 92 (119), colorants azoïques...) sont cancérigènes en expérimentation animale.

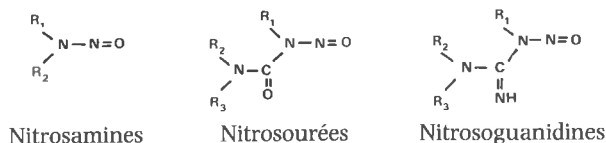


\* L'isoquinoléine n'est ni mutagène ni cancérigène.

N°	Famille chimique	Produit chimique (nom usuel) (formule développée)	Pouvoir mutagène (Test d'Ames modifié)	Expérimentation animale			Exposition chez l'homme				Produits de remplacement proposés	Références
				Espèces testées	Organes atteints	Pouvoir cancérogène	Voies d'entrée	Organes atteints	Troubles observés	Pouvoir cancérogène		
31	Dérivés soufrés ● Sulfures	Ypérite $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl} \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl} \end{array}$	+	Souris	Poumons	+	Inhalation Peau	Poumons	Cancer des bronches	(+)		82
32	● Sulfates	Sulfate de diméthyle $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{S}-\text{O}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{O} \end{array}$	+	Rat	Divers	+	Inhalation Peau	Poumons	Cancer des bronches	(+)		83
33	● Sulfonates	Méthanesulfonate de méthyle $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{O}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{O} \end{array}$	+	Rat	Tissus conjonctifs Système nerveux	+	Inhalation Peau			—		84
34		Fluosulfonate de méthyle (Méthyle magique) $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{F}-\text{S}-\text{O}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{O} \end{array}$	+			—	Inhalation Peau			—		85
35	● Thioamides	Thioacétamide $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{NH}_2 \\    \\ \text{S} \end{array}$	—	Souris Rat	Foie	+	Inhalation Peau			—		86
36	● Thiourées	Thiourée $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \quad \text{C}=\text{S} \\ \diagdown \quad / \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}$	—	Rat	Thyroïde	+	Inhalation Peau			—		87
37	Dérivés phosphorés	Phosphate de triméthyle $\begin{array}{c} \text{OCH}_3 \\   \\ \text{O}=\text{P} \\   \\ \text{OCH}_3 \end{array}$	+	Souris	Utérus	+	Inhalation Peau			—		88
38		Hexaméthylphosphotriamide (HMPT) $\begin{array}{c} \text{N}(\text{CH}_3)_2 \\   \\ \text{O}=\text{P} \\   \\ \text{N}(\text{CH}_3)_2 \end{array}$	+	Rat	Cavité nasale	+	Inhalation Peau			—	DMPH * DMEU ** TES ***	89
39	Composés minéraux	Amiante (Silicate de magnésium et silicate de fer fibreuse)	—	Rat Souris	Poumons Plèvres Péritoine	+	Inhalation Absorption	Poumons Plèvres Péritoine Larynx	Cancer des bronches du larynx, etc.	+	Fibres : ● réfractaires ● céramiques ● de verre	90
40		Arsenic et dérivés As, As <sup>+</sup> , As <sup>2+</sup> , As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	—	Rat Souris		—	Inhalation Peau	Peau Poumons Foie	Cancer de la peau des poumons...	+		91

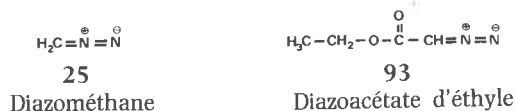
## IV.7. Dérivés N-nitrosés

Les **nitrosamines**, les **nitrosourées**, les **nitrosoguanidines** cancérogènes reconnus en expérimentation animale pourraient aussi intervenir en cancérogenèse humaine (11, 30)



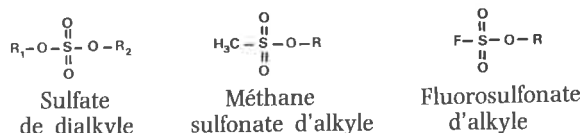
Les **nitrosamines** (77) peuvent se rencontrer à l'état de traces dans les amines simples.

Les **nitrosourées** (78) peuvent servir à préparer les diazoalcanes comme le **diazométhane** 25 (76), lui-même cancérogène chez les rongeurs. Parmi les diazoalcanes utilisés en laboratoire, le **diazoacétate d'éthyle** 93 (120) s'est montré cancérogène chez les animaux.



## IV.8. Sulfates et sulfonates d'alkyles

Les sulfates et sulfonates d'alkyles sont des réactifs électrophiles puissants et beaucoup de ces composés sont mutagènes et cancérogènes chez les animaux (11, 30). Le **sulfate de**



## V. Relations possibles entre structure chimique et pouvoir cancérogène

Dans les relations que l'on peut établir entre la structure chimique et l'action toxique d'un composé donné, il faut selon E. J. Ariens (126) bien distinguer entre deux types d'action toxique :

- celle basée sur l'interaction entre le toxique (généralement non métabolisée) et des sites d'action spécifiques : les récepteurs. Ceci implique, le plus souvent, des relations structure-activité bien déterminées (129). La plupart des molécules à activité pharmacologique (médicaments) agissent de cette façon et, parmi les substances cancérogènes, certains promoteurs comme les esters de **phorbol** 48 semblent intervenir au niveau de récepteurs membranaires spécifiques\* (127);
- celle résultant de la formation de liaisons covalentes irréversibles entre le composé chimique (tel quel ou après métabolisation) et les macromolécules cellulaires essentielles (protéines, ARN et surtout ADN) (97). La plupart des composés cancérogènes agissent de cette façon, mais les relations structure-activité y sont beaucoup moins évidentes.

Dans ce cas, l'activité toxique peut être déterminée par une partie de la molécule ou une fonction donnée, qui, telles quelles ou après activation, seraient responsables de la formation d'une liaison irréversible entre le composé et les cibles cellulaires.

\* L'action toxique proprement dite pourrait correspondre à une stimulation de la « cascade arachidonique » au niveau membranaire avec libération d'anion superoxyde (128). L'action mutagène et cancérogène de l'anion superoxyde ne semble pas avoir été retenue actuellement.

**diméthyle** 32 (83) (et vraisemblablement le sulfate de **diéthyle** (121)) sont reconnus comme cancérogènes chez l'Homme (cancer des bronches).

Dans ces séries, les **méthanésulfonates** (de **méthyle** 33 (84), **d'éthyle** (122)) et les **fluorosulfonates** (de **méthyle** = « **méthyle magique** 34 » (85)) sont des agents électrophiles puissants, fortement mutagènes et pour la plupart cancérogènes en expérimentation animale.

Parmi les esters non soufrés, doués de propriétés alkylantes, les phosphates d'alkyles (**phosphate de triméthyle** 37) (88) sont mutagènes et cancérogènes chez les animaux (11).

## IV.9. Composés minéraux

Plusieurs composés minéraux sont reconnus cancérogènes chez l'Homme (37, 123). Il s'agit de l'**amiante** 39 (90) de l'**arsenic** 40 (91) et de ses dérivés, du **chrome** 43 (94) du **nickel** 44 (95) et de leurs dérivés\*. Les résultats sont moins nets avec le **béryllium** 41 (92), le **cadmium** 42 (93) et surtout avec le **plomb** 44 (96) dont certains auteurs refutent l'activité cancérogène. Divers autres métaux (**cobalt**, **fer**, **antimoine**, **manganèse**...) ou métalloïdes (**sélénium**...) fournissent des dérivés qui se sont montrés cancérogènes en expérimentation animale. Les métaux peuvent être cancérogènes sous diverses formes : particules (cancers bronchiques dus aux poussières métalliques), dérivés minéraux (oxydes, sulfures, sels...), métaux carbonyles (**nickel carbonyle**...) et composés organométalliques (**plomb tétraéthyle**, **dérivés cyclopentadiényles**...). Il faut aussi remarquer que certains produits minéraux (Al, Co, Cu, Mn, Ni, Zn, Se...) sont doués de propriétés antitumorales (31, 124).

Parmi les produits chimiques minéraux communs en laboratoire et doués d'activité cancérogène, on trouve les composés du **chrome** (**acide chromique**, **chromates**, **bichromates**...), de l'**arsenic** (**oxydes**, **arsénites**, **arséniates**...) et certains dérivés du **nickel**, du **cadmium**, etc... L'**amiante** se retrouve dans divers matériaux de protection, et il semble que d'autres produits présentant des structures fibreuses sont suspectés d'avoir une certaine activité cancérogène (2).

Par analogie avec la notion de « pharmacophore » développée entre autre par J.-C. Gaignault (129) et qui est un concept selon lequel un fragment moléculaire plus ou moins important serait déterminant pour l'activité pharmacologique d'un composé donné, nous pouvons rechercher si une molécule toxique peut aussi renfermer dans sa structure une partie responsable, soit directement, soit après biotransformation, de cet effet. Cette partie de la molécule peut être une fonction ou un enchaînement dans lequel la position relative des éléments, la répartition électronique et la géométrie de l'ensemble peuvent être capitales pour l'activité (pharmacologique ou toxique) de la molécule. Ce fragment actif impliqué dans la toxicité a été dénommé par E. J. Ariens « groupement toxicogénique ». Le terme « toxicophore » que nous proposons (130) présente l'avantage d'établir un parallélisme étroit avec le concept de pharmacophore. Il doit être utilisé avec la même prudence que ce dernier et pour les mêmes raisons (129).

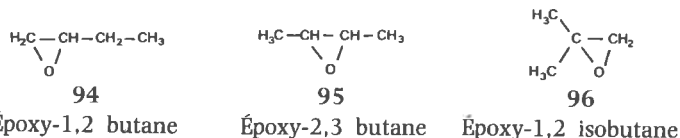
Parmi les composés cancérogènes décrits dans le tableau, il est possible d'individualiser quelques fonctions ou parties de structures moléculaires que l'on peut définir comme des « toxicophores » impliqués dans le pouvoir mutagène et (ou) cancérogène de ces produits. Les composés présentant une fonction époxyde (**oxyde d'éthylène**...) sont des électrophiles capables de former des liaisons

\* Parmi les composés d'un même métal, l'activité cancérogène peut varier de façon considérable. Ainsi, le sous-sulfure de nickel  $Ni_3S_2$  est considéré comme 400 à 500 fois plus cancérogène que la plupart des autres dérivés de ce métal.

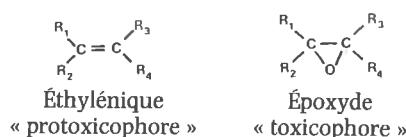
N°	Famille chimique	Produit chimique (nom usuel) (formule développée)	Pouvoir mutagène (Test d'Ames modifié)	Expérimentation animale			Exposition chez l'homme				Produits de remplacement proposés	Références
				Espèces testées	Organes atteints	Pouvoir cancérogène	Voies d'entrée	Organes atteints	Troubles observés	Pouvoir cancérogène		
41		Beryllium et dérivés Be, BeO, BeH <sub>4</sub>	—	Rat Singe	Poumons Os	(+)	Inhalation	Poumons Os	Cancer des bronches	(+)		92
42		Cadmium et dérivés Cd, CdO, CdS CdCl <sub>2</sub> , CdSO <sub>4</sub>	—	Rat	Peau Testicules	+	Inhalation	Testicules Prostate Poumons	Cancer du testicule	(+)		93
43		Chrome et dérivés Cr, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CrO <sub>3</sub> CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	+	Rat	Peau Poumons	+	Inhalation Peau	Poumons Cavité nasale	Cancer des bronches	+		94
44		Nickel et dérivés Ni, NiO, NiCO <sub>3</sub> Ni(CO) <sub>4</sub> , Ni <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	—	Rat	Peau Poumons	+	Inhalation Peau	Poumons Cavité nasale	Cancer des bronches Cancer de la cavité nasale	+		95
45		Plomb et dérivés Pb, Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> Acétate basique de plomb	—	Rat Souris	Reins	+	Inhalation Peau	Divers		—		96

\* DMPU : N,N'-Diméthyl propylène urée. \*\* DMEU : 1,2-Diméthyl-2 imidazolindione. \*\*\* TES : N,N,N',N'-tétraméthylsulfamide.

covalentes avec les fonctions nucléophiles des micromolécules cellulaires. Beaucoup d'époxydes sont mutagènes et cancérogènes en expérimentation animale (131). On peut donc considérer une fonction époxyde comme un « toxicophore » mais, dans ce cas, comme dans d'autres exemples développés ultérieurement, il faut bien se garder de toute généralisation hâtive. Ainsi, dans la série des époxydes aliphatiques, les composés monosubstitués (époxy-1,2 propane 75, époxy-1,2 butane 94...) sont généralement mutagènes, tandis que beaucoup de dérivés disubstitués sont inactifs (époxy-2,3 butane 95, époxy-1,2 isobutane 96...) (132).



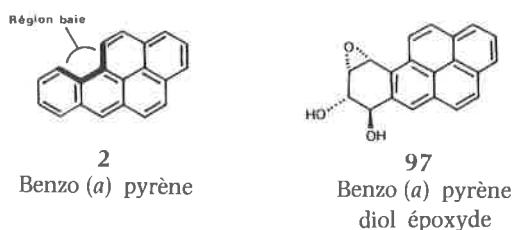
Les époxydes peuvent se former *in vivo* durant la métabolisation de composés présentant une double liaison (131). Par analogie avec la notion de « prodrogue »\*, on peut considérer une double liaison comme un « protoxicophore » susceptible d'être activé en un époxyde.



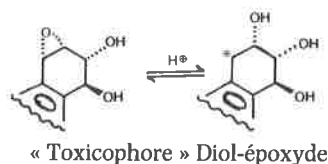
Il faut remarquer que la présence de substituants attracteurs (R = Cl) sur cette double liaison conduit à des époxydes très électrophiles donc beaucoup plus mutagènes (133). C'est le cas du chlorure de vinyle 7, du chlorure de vinylidène 70, du trichloréthylène 8 et du perchloréthylène 9, qui sont tous mutagènes et cancérogènes en expérimentation animale (11, 30).

Beaucoup d'hydrocarbures polycycliques cancérogènes présentent, dans leur structure, une région dénommée par D. M. Jérina et coll. (134) « région baie » qui est délimitée par la fusion de noyaux aromatiques adjacents, comme l'indique la figure ci-après. La métabolisation de ces polyarènes (135) conduit à des diols-époxydes vicinaux que l'on peut considérer comme des « toxicophores » car ils vont créer des liaisons covalentes avec l'ADN.

C'est le cas du benzo (a) pyrène 2 qui est métabolisé en un diol-époxyde 97 qui peut subir une attaque nucléophile sur le carbone de l'époxyde situé en position benzylique.

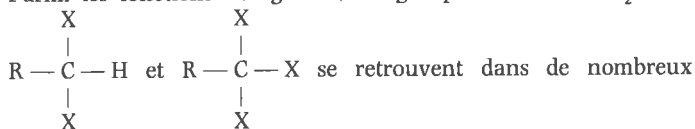


Le dibenzo (a, h) anthracène 60 et beaucoup d'autres hydrocarbures polycycliques cancérogènes présentent une région baie et se transforment en diols époxydes, qui sont les équivalents de cations benzyliques (134-135).



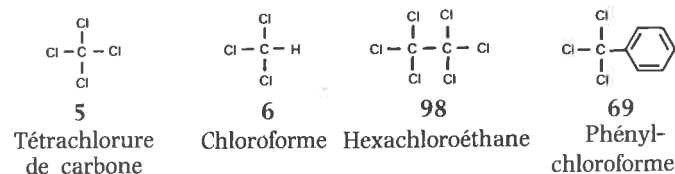
\* Prodrogue (« prodrug ») : tout composé destiné à l'usage thérapeutique qui doit subir une biotransformation après administration à un organisme pour qu'il exerce une activité biologique (129 a).

Parmi les fonctions halogénées, les groupements R — CH<sub>2</sub> — X,



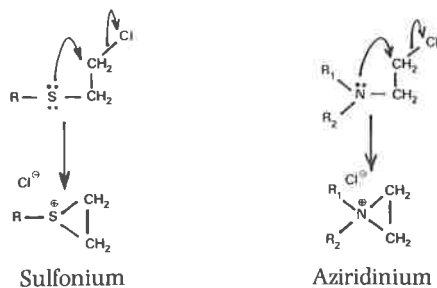
se retrouvent dans de nombreux composés cancérogènes. La nature de R est déterminante dans l'activité mutagène et cancérogène de ces composés. A titre

d'exemple, le reste trichlorométhyle  $\text{R} - \text{C}(\text{Cl})_3$  existe dans la structure de nombreux cancérogènes tels que :



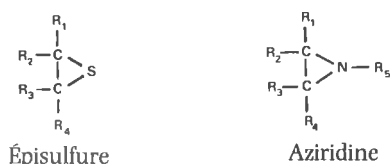
Ce « toxicophore » est aussi présent dans divers insecticides (DDT 51...) doués de propriétés promotrices (50).

L'enchaînement bis-chloroéthyle relié à un atome de soufre ou d'azote, conduit à des structures fortement mutagènes ou cancérogènes (11, 30). De tels composés peuvent être assimilés à des restes sulfonium ou aziridinium, résultant de la cyclisation intramolécule d'une chaîne chloroéthyle sur l'hétéroatome :

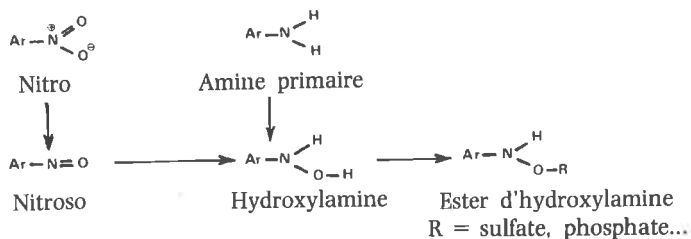


Tous les composés contenant du soufre, de l'azote, de l'oxygène et capables de donner intermédiairement (et parfois transitoirement) des ions sulfoniums, aziridiniums ou oxoniums sont potentiellement dangereux. En particulier, les ions sulfonium doivent être fréquents et avoir des propriétés alkylantes (136). Les hétérocycles à 3 atomes, dont l'hétéroélément n'est pas chargé, correspondent à des structures que l'on peut aussi retenir comme des « toxicophores ».

Les épisulfures, mais surtout les aziridines, renferment de nombreux composés cancérogènes (11, 30) :



Parmi les composés azotés, les fonctions amino, hydroxylamine, nitroso et nitro, surtout en série aromatique, se retrouvent dans de très nombreux composés cancérogènes (11, 30).



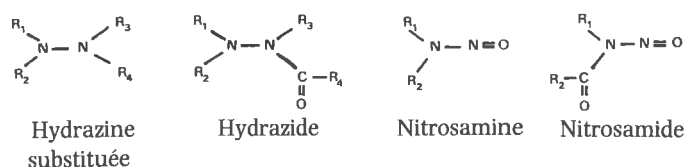
Ces différentes fonctions sont biotransformées en hydroxylamines qui sous forme libre ou estérifiée constituent les entités réactives responsables de la formation des liaisons covalentes avec les macromolécules cellulaires (11, 30, 32).

D'autres voies d'activation sont possibles pour les composés aromatiques nitrés.

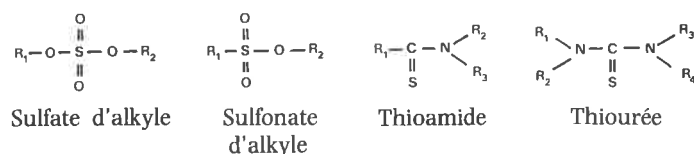
En série azotée, on peut signaler d'autres « toxicophores » que l'on peut faire dériver de l'hydrazine H<sub>2</sub>N — NH<sub>2</sub>.

Ce sont :

- les hydrazines substituées,
- les hydrazides,
- les nitrosamines,
- les nitrosamides...



Parmi les composés soufrés, les « toxicophores » les plus caractéristiques sont les sulfates et sulfonates d'alkyles, les thioamides et les thiourées (11) :



Pour les composés minéraux (agissant pour la plupart en tant que particules solides) il n'a pas encore été dégagé de caractéristiques communes permettant de justifier leur rôle possible en cancérogénèse.

S'il est peut-être hasardeux d'utiliser systématiquement ce concept de « toxicophore » pour affirmer le caractère mutagène et (ou) cancérogène d'une substance, il peut, par simple analogie de structure, inciter à la prudence devant des fonctions que l'on peut considérer à « haut risque ».

Parmi ces fonctions on peut citer (35) :

- les alcanes polychlorés (CCl<sub>4</sub>, CHCl<sub>3</sub>...),
- les éthyléniques chlorés (chlorure de vinyle...),
- les dérivés azotés et soufrés bis chloroéthyle (moutardes),
- les aziridines,
- les amines aromatiques,
- les hydrazines,
- les nitrosamines,
- les sulfates et sulfonates d'alkyles.

Quelques autres structures sont aussi à risque, mais de façon moins systématique; on peut retenir :

- certains composés polyaromatiques,
- des composés aromatiques nitrés,
- des époxydes,
- des phénols,
- des dérivés de l'eau oxygénée,
- des thioamides, des thiourées...

Malgré, leur caractère parfois empirique, ces considérations sur les relations entre la structure d'une molécule et son éventuelle toxicité doivent être prises en compte pour évaluer les risques possibles pour la santé, liés à la manipulation de produits chimiques donnés. Dans le cas des substances cancérogènes, des consignes de sécurité très rigoureuses doivent être mises en place, et ceci depuis la préparation ou l'utilisation des produits jusqu'à leur éventuelle destruction (137). C'est cet aspect plus technique de la manipulation des substances mutagènes et (ou) cancérogènes, qui fera l'objet des prochains chapitres.

Je tiens à remercier les nombreux collègues et amis qui ont eu la patience de corriger et de critiquer ce document et tout particulièrement M. J. C. Gagnault (Roussel-UCLAF).

## Bibliographie

- (1) Concertation nationale sur le cancer, janvier 1983, Paris.
- (2) R. Peto et M. Schneiderman : « Quantification of occupational cancer », Eds Cold Spring Harbor Laboratory, New York, 1981.
- (3) « Assessment of Technologies for determining cancer risks from the environment »; Office of Technology Assessment, Washington 1981.
- (4) M. Hubert-Habart et G. Menichi : « Reflexions sur la cancérogénèse chimique »; *l'actualité chimique*, 1981, 8 (octobre), 7.
- (5) A. Picot : « Le bon usage des solvants », Information toxicologique n° 3, juillet 1981, CNRS, Gif-sur-Yvette.
- (6) U. Mohr, M. Emura et H. B. Richter-Reichelm : « Transplacental carcinogenesis »; *Invest. Cell. Pathol.*, 1980, 3, 209.
- (7) A. Picot : « Les agents alkylants : cancérogènes potentiels pour l'Homme ? »; Information toxicologique n° 5, décembre 1979, CNRS, Gif-sur-Yvette.
- (8) R. Dulbecco : « La nature du cancer »; *La Recherche*, décembre 1982, 139, 1426.
- (9 a) C. J. Tabin, S. M. Bradley, C. I. Bergmann, R. A. Weinberg, A. G. Papageorge, E. M. Scolnick, R. Dhar, D. R. Lowy et E. H. Chang : « Mechanism of activation of a human oncogene »; *Nature*, 1982, 300, 144.
- (9 b) E. Taparowsky, Y. Suard, O. Fasano, K. Shimizu, M. Goldfarb et M. Wigler : « Activation of the T-24 bladder carcinoma transforming gene is linked to a single amino-acid change »; *Nature*, 1982, 300, 762.
- (10) I. Chouroulinkov et C. Lasne : « Two stages (initiation-promotion) carcinogenesis *in vivo* and *in vitro* »; *Bulletin du cancer*, 1978, 65 (3), 255.
- (11) L. Fishbein : « Potential Industrial Carcinogens and mutagens », Elsevier, Amsterdam, 1979.
- (12) J. M. Haguenoer, P. Frimat, J. Bonnetterre et P. Vennin : « Les cancers professionnels »; Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 1982.
- (13 a) E. Boyland : « Difficulties in assessing carcinogenic activity »; *Nature*, 1978, 274, 308.
- (13 b) E. Boyland : Some implications of tumor promotion in carcinogenesis, *I.R.C.S. med. Sci.*, 1980, 8, 1.
- (14 a) B. Weinstein : « Evaluating substances for promotion, cofactor effects and synergy in the carcinogenic process »; *J. Env. Pathol. Toxicol.*, 1980, 3, 89.
- (14 b) B. Weinstein : « Current concepts and controversies in chemical carcinogenesis »; *J. of supramolecular structure and cellular biochemistry*, 1981, 17, 99.
- (15) J. D. Scribner : « Cocarcinogens as environmental hazards »; *Medical and Pediatric Oncology*, 1977, 3, 151.
- (16 a) T. J. Slaga, A. J. P. Klein-Szanto, L. L. Triplett, L. P. Yotti et J. E. Trosko : « Skin tumor-promoting activity of benzoyl peroxide, a widely used free radical-generating compound »; *Science*, 1981, 213, 1023.
- (16 b) A. J. P. Klein-Szanto et T. J. Slata : « Effects of peroxides on rodent skin : epidermal hyperplasia and tumor promotion »; *J. Invest. Dermatol.*, 1982, 79 (1), 30.
- (17) P. Dansette : « Tests utilisés pour la détection des cancérogènes et des mutagènes »; p. 81-96 dans « Aspect biochimique de la toxicité de diverses substances chimiques »; A. Picot, CNRS, Gif-sur-Yvette, 1979.
- (18) D. Marzin : « La mutagenèse, principes, méthodes d'étude et législation »; *Parfums cosmétiques, arômes*, 1980, 32, 95.
- (19) A. Sarazin : « Des tests simples et rapides pour détecter les cancérogènes »; *La Recherche sur le Cancer*, p. 202. Éditions du Seuil, La Recherche, Paris 1982.
- (20) B. Ames et K. Hooper : « Does carcinogenic potency correlate with mutagenic potency in the Ames assay ? »; *Nature*, 1978, 274, 19.
- (21) G. R. Mohn : « On the correlation between mutagenicity and carcinogenicity »; p. 11-24 dans « Genetic Origins of Tumor Cells »; F. J. Cleton et J. W. I. M. Simons Eds., M. Nijhoff Pu., The Hague, 1980.
- (22) E. Zeiger : « The role of short-term mutagenicity tests in the identification of hazardous chemicals »; *Tappi*, 1982, 65 (5), 163.
- (23) R. Dagani : « Mutagenicity testing labs a growing business », *C. & EN*, March 1980, p. 10.
- (24 a) J. McCann, E. Choi, E. Yamasaki et B. N. Ames : « Detection of carcinogens as mutagens in the Salmonella/microsome test : Assay of 300 chemicals »; *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 1975, 72, 5135.
- (24 b) D. E. Levin, E. Yamasaki et B. N. Ames : « A new Salmonella tester strain TA 97, for the detection of frameshift mutagens »; *Mut. Res.*, 1982, 94, 315.
- (24 c) B. Ames : « Carcinogens and Anti-carcinogens »; p. 1-17 dans « Mutagens in our environment »; à paraître en 1983.
- (25) R. Montesano et L. Tomatis : « Les cancérogènes chimiques »; *Lyon Medical*, 1977, 238 (14), 107.
- (26) R. Lauwerys : « Pollution chimique professionnelle et cancer »; *Archives Belges de Médecine sociale, hygiène, médecine du travail et médecine légale*, 1979, 37, 337.
- (27) R. J. Pienta : « A hamster embryo cell model system for identifying carcinogens »; p. 121-141 dans : « Carcinogens, identification and mechanisms of action »; A. C. Griffin et C.R. Shaw Ed., Raven Press New York, 1979.
- (28) S. Wolff : « Sister Chromatid Exchange »; J. Wiley, New York, 1982.
- (29) G. M. Williams : « Carcinogen Induced DNA Repair in primary rat liver cell cultures : a possible screen for chemical carcinogens »; *Cancer Lett.*, 1976 (1), 1, 231.
- (30) C. E. Searle : « Chemical Carcinogens »; ACS Monograph n° 173, American Chemical Society, Washington, 1976.
- (31) P. Emmelot et E. Kriek : « Environmental carcinogenesis : occurrence, risk evaluation and mechanisms », Elsevier, Amsterdam, 1979.
- (32) T. Sugimura, S. Kondo et H. Takebe : « Environmental Mutagens and Carcinogens », Alan R. Liss., Inc., New York, 1982.
- (33) B. L. Van Duuren et B. M. Goldschmidt : (Cocarcinogenic and tumor-promoting agents in tobacco carcinogenesis ». *J. Natl. Cancer Inst.*, 1976, 56 (6), 1237.
- (34) A. Wisner : « Phénomènes biologiques du vieillissement et capacités des travailleurs de 40 à 50 ans »; p. 113-134 dans « Pathologie Industrielle : approche épidémiologique »; P. Lazar, Flammarion-médecine, Paris 1979.
- (35) « Evaluation of published epidemiological studies of chemists and recommendations concerning future studies »; p. 247-256 dans « Prudent Practices for handling hazardous chemicals in laboratories », National Academy Press, Washington 1981.
- (36 a) OSHA announces proposed cancer policy; *Amer Ind Hyg. Assoc. J.*, 1977, 38, 24.
- (36 b) « Identification, classification and regulation of toxic substances posing a potential occupational carcinogenic risk », Prepared by the occupational Safety and Health Administration, in *Federal Register*, Vol. 4 (n° 192), October 4, 1977, January 22, 1982.
- (36 c) « Scientific bases for identification of potential carcinogens and estimation of risks »; in *Federal Register* on July 6, 1979.
- (36 d) « Statement of Regulation of Chemical Carcinogens », in *Federal Register*, on October, 17, 1979 (p. 60038-60041).
- (37) « Évaluation de la cancérogénicité et de la mutagénicité des produits chimiques »; Rapport n° 546; OMS, Genève 1974.
- (38) M. Daune et R. P. P. Fuchs : « La cancérogénèse chimique », *La Recherche*, octobre 1980, 115, 1066.
- (39) L. Tomatis, C. Agthe, H. Bartsch, J. Huff, R. Montesano, R. Saracci, E. Walker et J. Willbourn : « Evaluation of the carcinogenicity of chemicals : a review of the monograph program of the IARC (1971 to 1977) »; *Cancer Res.*, 1978, 38, 877.
- (40) « Registry of toxic effects of chemical substances »; NIOSH 1978.
- (41) R. E. Albert, R. E. Train et E. Anderson : « Rationale developed by the Environmental protection Agency for the Assisment of carcinogenic risks »; *J. Natl. Cancer. Inst.*, 1977, 58, 1537.
- (42 a) OSHA issues tentative carcinogen list », *C & EN News*, July 31, 1978, p. 20-22.
- (42 b) OSHA's candidat list : variety of targets, *C & EN News*, August 25, 1980, p. 23-24.
- (43) National Toxicology Program (US Public Health Service;

Research Triangle Park (North Carolina) :

(43 a) « First annual report on carcinogens », Vol. 1, July 1980.

(43 b) « First annual report on carcinogens », Vol. 2, July 1980.

(43 c) « Second annual report on carcinogens », December 1981.

(44) « La prévention du cancer professionnel »; Série « Sécurité, Hygiène et médecine du travail », n° 39, Bureau International du Travail, Genève 1978.

(45) « Valeurs limites d'exposition aux substances toxiques dans les locaux de travail »; Cahiers de notes documentaires n° 110, p. 53, 1<sup>er</sup> trimestre 1983, INRS, Paris.

(46) D. Schottenfeld et J. Haas. « Carcinogens in the work place »; *Cancer Journal for Clinicians*, 1979, 29 (3), 144.

(47) E. J. Fairchild Suspected carcinogens : « A source book of the toxic effects of chemical substances »; Castle House Pu.Ltd, London 1978.

(48) N. I. Sax : « Cancer causing Chemicals »; Van Nostrand Reinhold Co., New York 1981.

(49) A. Picot : « Aspect biochimique de la toxicité de diverses substances chimiques (solvants, produits mutagènes, cancérigènes...) »; CNRS Gif-sur-Yvette, 1979.

(50) S. S. Sternberg : « The carcinogenesis, mutagenesis and teratogenesis of Insecticides »; *Review of studies in animals and man. Pharmac. Ther.*, 1979, 6, 147.

(51) « IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to humans »; Vol. 1 (1972) à 29 (may 1982). International agency for research on cancer; Lyon.

(52) Benzène : réf. 43 : a, 15; b, 57; c, 47; réf. 49 : p. 209-250; réf. 51, 7, 203 (corr. 11, 295), 29, 93.

(53) Benzo (a) pyrène : réf. 43 : c, 55, réf. 51 : 3, 91.

(54) Iodure de méthyle : réf. 51 : 15, 245.

(55) Chloroforme : réf. 43 c, 78, réf. 49 p. 299-301, réf. 51 : 1, 61, 20, 401.

(56) Tétrachlorure de carbone : réf. 43 c, 73; réf. 49, p. 295-298, réf. 51, 1, 53, 20, 371.

(57) Dichloro-1,2 éthane : réf. 43 c, 118; réf. 49 p. 305-308; 51, 429.

(58) Chlorure de vinyle : Réf. 43 b, 187; réf. 51, 7, 291, 19, 377.

(59) Trichloréthylène : réf. 49 p. 311; réf. 51, 11, 263.

(60) Perchloréthylène : réf. 49 p. 315-317; réf. 51, 20, 491.

(61) Chlorométhyl méthyl éther : réf. 43 b, 103; réf. 51, 4, 239.

(62) Bis Chlorométhyl éther : réf. 43 a, 17, b, 69 c, 63; réf. 51, 4, 231 (corr. 13, 243).

(63) Épichlorhydrine : réf. 51, 11, 131 (corr. 18, 125).

(64) Oxyde d'éthylène : réf. 51, 11, 157.

(65) Dioxanne : réf. 43 c, 131; réf. 49, p. 357-359; réf. 51, 11, 247.

(66) Formaldéhyde : réf. 43 c, 134; réf. 51, 29, 345.

(67)  $\beta$  Propiolactone : réf. 43 c, 212; réf. 51, 4, 259 (corr. 15, 341).

(68) Nitro-2 propane : réf. 51, 29, 331.

(69) Nitro-4 biphényle : réf. 51, 4, 113.

(70) Aziridine : réf. 51, 9, 37.

(71) Aniline : réf. 49, p. 405-407; réf. 51, 4, 27 (corr. 7, 320).

(72) Ortho-toluidine : réf. 43 c, 230; réf. 51, 16, 349, 27, 155.

(73)  $\beta$ -Naphthylamine : réf. 43 b, 145 c, 161; réf. 51, 4, 97.

(74) Benzidine : réf. 43 a, 16 b, 63 c, 51; réf. 51, 1, 80, 29, 149.

Dérivés de la benzidine : 3,3'-Diméthylbenzidine (o.Tolidine) réf. 51, 1, 87; 3,3'-Diméthoxy-benzidine (o-Dianisidine) réf. 51, 4, 41, 27, 63; 3,3'-Dichlorobenzidine réf. 43 c, 115, réf. 51, 4, 49, 29, 239.

(75) Hydrazine : réf. 51, 4, 127; Dérivés de l'hydrazine : 1,1-Diméthylhydrazine réf. 51, 4, 137; 1,2-Diméthylhydrazine : réf. 51, 4, 145 (corr. 7, 320).

(76) Diazométhane : réf. 51, 7, 223.

(77) Nitrosamines : N-nitroso di-n butylamine réf. 43 c, 109, réf. 51, 4, 197, 17, 51; N-nitrosodiéthanolamine réf. 43 c, 171 réf. 51, 17, 77; N-nitrosodiéthylamine réf. 43 c, 173, réf. 51, 1, 107 (corr. 11, 295), 17, 83; N-nitrosodiméthylamine réf. 43 c, 175, réf. 51, 1, 95, 17, 125; N-nitroso di-n propylamine réf. 43 c, 178, réf. 51, 17, 177; N-nitrosomorpholine réf. 43 c, 186, réf. 51, 17, 263; N-nitrosopipéridine réf. 43 c, 191, réf. 51, 17, 287; N-nitrosopyrrolidine réf. 43 c, 194, réf. 51, 17, 313.

(78) N-méthyl-nitrosourée : réf. 43 c, 182; réf. 51, 1, 125, 17, 227.

(79) N-méthyl-N' nitro N nitrosoguanidine : réf. 51, 4, 183.

(80) Acrylonitrile : réf. 43 c, 19; réf. 51, 19, 73.

(81) Quinoléine : K. Hirao, Y. Shinohara, H. Tsuda, S. Fukushima, M. Takahashi et N. Ito. « Carcinogenic activity of quinoline on rat liver ». *Cancer Res.*, 1976, 36, 329.

(82) Ypérite (Mustard gas) : réf. 43 b, 142 c, 159; réf. 51, 9, 181 (corr. 13, 243).

(83) Sulfate de diméthyle : réf. 43 c, 129; réf. 51, 4, 271.

(84) Méthanesulfonate de méthyle : réf. 51, 7, 253.

(85) Fluorosulfonate de méthyle : J. Asby, D. Anderson et J. A. Styles : « The potential carcinogenicity of methyl fluorosulphonate »; *Mut. Res.*, 1978, 51, 285.

(86) Thioacétamide : réf. 51, 7, 77.

(87) Thiourée : réf. 51, 7, 95.

(88) Phosphate de triméthyle : « Bioassay of trimethylphosphate for possible carcinogenicity »; National cancer institute; Technical reports series n° 81, D Hew Publ. No (NIH) 1978, 78, 1331.

(89) Hexaméthyl phosphotriamide : réf. 51, 15, 211.

(90) Amiante (Asbestos) : réf. 43 a, 13 b, 21 c, 37 réf. 51, 2, 17 (corr. 7, 319) 14 (corr. 15, 341) (corr. 17, 331).

(91) Arsenic et dérivés : réf. 43 a, 12 b, 10 c, 31; réf. 51, 2, 48, 23, 39.

(92) Beryllium : réf. 43 c, 58; réf. 51, 1, 17, 23, 143.

(93) Cadmium : réf. 43 b, 73 c, 68; réf. 51, 2, 74, 11, 39.

(94) Chrome : réf. 43 a, 22 b, 106 c, 81; réf. 51, 2, 100, 23, 205.

(95) Nickel : réf. 43 a, 23 b, 149 c, 163; réf. 51, 2, 126 (corr. 7, 319), 11, 75.

(96) Plomb : réf. 43 c, 149; réf. 51, 1, 40 (corr. 7, 319) (corr. 8, 349).

(97 a) J. A. Miller : « Carcinogenesis by chemicals : An Overview »; G.H.A. Clowes memorial lecture, *Cancer Res.*, 1970, 30, 559.

(97 b) J. A. Miller et E. C. Miller : « Ultimale chemical carcinogens as reactive mutagenic electrophiles », p. 605-627, in H. H. Hiatt, J. D. Watson, J. A. Winsten : « Origins of Human Cancer »; Book B, Vol. 4. Cold Spring Harbor Laboratory, 1977.

(98) N. Finch : « Toxicological considerations for the medicinal chemist »; *Medicinal Research Reviews*, 1981, 1 (4), 337.

(99) L. Bonneau : « Étude des sites actifs en surface des amiantes. Détermination et activité »; Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Université Pierre et Marie Curie, Paris, Octobre 1982.

(100) Dibenzo (a, h) anthracène : réf. 43 c, 101; réf. 51, 3, 178.

(101) Trichloro-1,1,2 éthane : réf. 51, 20, 537.

(102) Tétrachloro-1,1,2,2 éthane : réf. 51, 20, 477.

(103) Trichloro-1,1,1 éthane : réf. 49, p. 309-310; réf. 51, 20, 515.

(104) Chlorure de benzyle : réf. 51, 11, 217 (corr. 13, 243).

(105) K. Fukuda, H. Matsushita, H. Sakabe et K. Takemoto : « Carcinogenicity of benzyl chloride, benzal chloride, benzotrichloride and benzoyl chloride in mice by skin application »; *Gann* 1981, 72, 655.

(106) Chlorure de vinylidène : réf. 51, 19, 439.

(107) Styrene : réf. 51, 19, 231.

(108) K. Hashimoto, J. Sakamoto et H. Tani : « Neurotoxicity of acrylamide and related compounds and their effects on male gonads in mice »; *Arch. Toxicol.*, 1981, 47, 179.

(109) Bis (2-chloroéthyl) éther : réf. 51, 9, 117.

(110) Oxyde de propylène : réf. 51, 11, 191.

(111) Méthyl-2 aziridine : réf. 51, 9, 61.

(112) Sulfure d'éthylène (épisulfure) : réf. 51, 11, 257.

(113) J. C. Mirsalis, T. E. Hamm, J. M. Sherrill et B. E. Butterworth : « Role of gut flora in the genotoxicity of dinitrotoluene »; *Nature*, 1982, 295, 322.

(114) H. Ohgaki, N. Matsukura, K. Morinu, T. Kawachi, T. Sugimura, K. Morita, H. Tokiwa et T. Hirota : « Carcinogenicity on rats of the mutagenic compounds 1-nitropyrene and 3-nitrofluoranthene »; *Cancer Letters*, 1982, 15, 1.

(115) Trinitro-2,4,7 fluorénone : réf. 48, p. 371.

(116) Amino-4 biphényle : réf. 49 c, 25; réf. 51, 1, 74 (corr. 10, 343).

(117) Hydrazide maléique : réf. 51, 4, 173 (corr. 18, 125).

(118) Semicarbazide et son chlorhydrate : réf. 51, 12, 209 (corr. 16, 387).

(119) Azobenzène : réf. 51, 8, 75.

(120) L. A. Love, A. F. Pelfrene et H. G. Garcia : « Carcinogenicity of diazoacetic acids », *Anat. Rec.*, 1977, 189, 547.

(121) Sulfate de diéthyle : réf. 51, 4, 277.

- (122) Méthanesulfonate d'éthyle : réf. 51, 7, 245.
- (123) F. W. Sunderman : « Mechanisms of metal carcinogenesis »; *Biological trace element research*, 1979, 1, 63.
- (124) G. Lévy : « La chimie et les cancers »; *L'actualité chimique*, 1978, 3 (mars), 23.
- (125) J. B. Le Pecq : « Chimiothérapie anticancéreuse. Mécanismes d'actions des substances antitumorales », Hermann Ed., Paris 1978.
- (126 a) E. J. Ariëns : « Design of safer chemicals », p. 1-46 dans « Medicinal Chemistry, E.J. Ariëns Ed., Vol. 11, Drug Design, part IX, Chap. 1, Academic Press New York 1980.
- (126 b) E. J. Ariëns et A. M. Simonis : « General principle of nutritional toxicology p. 17-80 in J. N. Hathcock » *Nutritional toxicology*, Vol. I, Academic Press, New York, 1982.
- (127) A. D. Horowitz, E. Greenebaum et B. Weinstein « Identification of receptors for phorbol ester tumor promoters in intact mammalian cells and of an inhibitor of receptor binding in biologic fluids »; *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 1981, 78 (4), 2315.
- (128) I. Emerit et P. A. Cerutti : « Tumor promoter phorbol 12-myristate 13-acetate induces a clastogenic factor in human lymphocytes »; *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 1982, 79, 7509.
- (129 a) J. C. Gagnault : « Pharmacochimie » in « Encyclopaedia Universalis » 11. 18, p. 414-418, Paris, 1980.
- (129 b) J. C. Gagnault « Principes de la recherche du médicament »; Technique et Documentation, Paris 1982.
- (130) A. Picot, J.-C. Gagnault et R. Glomot : « Principaux aspects des relations structure-toxicité », à paraître dans *L'actualité chimique*.
- (131) R. C. Garner : « The role of epoxides in bioactivation and carcinogenesis »; *Prog. Drug Metabol.*, 1976, 1, 77.
- (132) D. R. Wade, S. C. Airy et J. E. Sinsheimer : « Mutagenicity of aliphatic epoxides »; *Mutation Res.*, 1978, 58, 217.
- (133) G. Bonse et D. Henschler : « Chemical reactivity, biotransformation and toxicity of polychlorinated aliphatic compounds »; *CRC crit Rev. Toxic.*, 1976, 4, 395.
- (134 a) R. E. Lehr et D. M. Jerina : « Metabolic activations of polycyclic hydrocarbons. Structure-Activity relationships »; *Arch Toxicol.*, 1977, 39, 1.
- (134 b) W. Levin, A. Wood, R. Chang, D. Ryan, P. Thomas, H. Yagi, D. Thakker, K. Vyas, C. Boyd, Sou-Yie-Chu, A. Conney et D. Jerina : « Oxidative metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons to ultimate carcinogens »; *Drug Met. Rev.*, 1982, 13 (4), 555.
- (135) R. G. Harvey : « Activated metabolites of carcinogenic hydrocarbons »; *Acc. Chem. Res.*, 1981, 14, 218.
- (136) A. Picot : « Le lindane », CNRS Gif-sur-Yvette, 1982.
- (137) A. Picot et P. Grenouillet : « La sécurité dans un laboratoire de recherche », CNRS, Gif-sur-Yvette 1981.

## Règles de nomenclature pour la chimie organique (Sections A, B et C)

Adaptation française des règles élaborées par la Commission de nomenclature en chimie organique de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée.

Section A : Hydrocarbures.

Section B : Systèmes hétérocycliques.

Section C : Groupes caractéristiques contenant des atomes de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, d'halogènes, de soufre, de sélénium et de tellure.

Un livre de 320 pages édité par la Société Chimique de France.

Membres de la S.C.F. : 70 F (T.T.C.)  
Non membres de la S.C.F. : 140 F (T.T.C.)

Une commande, pour être agréée, devra être accompagnée du règlement correspondant, sous forme de chèque bancaire ou de chèque postal (280-28 Paris W), à l'ordre de la Société Chimique de France.

Pour faciliter la tâche de la Trésorerie, éviter, si possible, la demande d'une facture.



C. Kubach <sup>1</sup>R. Frémont-Lamouranne <sup>2</sup>

## Apport d'un micro-ordinateur dans l'enseignement de quelques problèmes de physique moléculaire de base

*L'enseignement de la mécanique quantique et des disciplines connexes telles que la spectroscopie et la liaison chimique, qui concernent directement les chimistes, présente des difficultés d'ordre mathématique et conceptuel. En effet, ces matières utilisent des mathématiques non élémentaires (équation différentielle, par exemple) qui ne conduisent qu'exceptionnellement à des résultats analytiques. Même dans ce cas, la complexité des résultats (fonctions de plusieurs variables, développement en polynômes...) fait que l'étudiant ne parvient pas à globaliser les données essentielles. La difficulté conceptuelle réside dans la maîtrise de notions fondamentales de fonctions d'onde, de quantification et continuum. Les enseignements de spectroscopie et de liaison chimique sont des révélateurs de ces difficultés puisque l'on s'aperçoit que l'étudiant ne parvient pas à faire une référence rapide à des propriétés établies en mécanique quantique. Cette lacune qui provient d'une « absence de manipulation » sur les fonctions d'onde peut être partiellement comblée par l'utilisation de micro-ordinateurs.*

### I. Préoccupations pédagogiques

#### I.1. Possibilités d'utilisation du micro-ordinateur

Dans le cadre de l'étude des propriétés des solutions de l'équation de Schrödinger, cette utilisation peut prendre la forme d'une *visualisation* d'un nombre limité de solutions analytiques préalablement introduites. Dans ce cas, l'étudiant est essentiellement passif puisqu'il ne participe pas à la détermination des solutions et le micro-ordinateur est ramené au rôle (précieux) de traceur de courbes. Il existe, par ailleurs, d'autres utilisations qui, conservant la *visualisation sur écran*, exploitent réellement les capacités de calcul de l'appareil et permettent à l'étudiant de déterminer lui-même les solutions recherchées. Le programme de détermination numérique des niveaux de vibration d'une molécule diatomique s'inscrit dans ce cadre. L'exploitation de ce programme a pour ambition d'apporter à l'étudiant un véritable travail pratique en mécanique quantique. Ceci suppose donc :

- l'observation de phénomènes (qui seront les solutions mathématiques et physiques de l'équation de Schrödinger);
- la mesure de quantités physiques (qui seront les niveaux d'énergie de vibration);
- l'exploitation des résultats, c'est-à-dire, soit la relation avec la théorie formelle (lorsque celle-ci est un acquis de l'étudiant), soit la formulation de « lois expérimentales ». Il est bien évident que tous ces points ne peuvent être abordés sans le recours à l'ordinateur.

#### I.2. Cadre d'exploitation et objectifs

L'exploitation du programme va être inscrit, cette année, dans le cycle de travaux pratiques de la Licence de chimie physique à une

date où l'enseignement de la mécanique quantique est achevé. Cette exploitation a été testée et mise au point, pendant l'année universitaire 1981-1982, à l'aide d'étudiants volontaires de la Licence de chimie physique. Les objectifs essentiels du programme sont :

- de familiariser l'étudiant avec la notion de quantification;
- de déterminer les premiers niveaux de vibration d'une molécule diatomique;
- de permettre à l'étudiant de visualiser les fonctions d'onde associées à ces niveaux.

Dans le premier objectif, on vise à démystifier la notion de quantification; en effet, l'étudiant vérifie que les solutions de l'équation de Schrödinger, habituellement retenues et enseignées, font partie d'un vaste ensemble de solutions mathématiques de cette équation. Il constate que c'est l'interprétation physique des fonctions d'onde, en terme de probabilité de présence, qui sélectionne les solutions en imposant aux fonctions d'être continues, non divergentes (ou régulières) et normalisables. Pour le second objectif, l'introduction de différents types de potentiels internucléaires permet à l'étudiant de tester ses connaissances dans les propriétés de l'oscillateur harmonique et la théorie des perturbations avec différents degrés de difficulté (perturbation au premier ordre, au second ordre). Enfin la visualisation des fonctions d'onde de vibration d'une molécule diatomique (objectif c) permet de vérifier la relation entre l'ordre énergétique des niveaux et le nombre de nœuds des fonctions associées et d'établir les liens entre les réponses fournies par les mécaniques quantique et classique. Comme on le voit, il est demandé à l'étudiant d'établir des relations entre les résultats du programme et ceux du cours traditionnel. Il est certain que la réalisation complète de ces objectifs ne peut être atteinte qu'avec des étudiants de second cycle; néanmoins, le programme peut être utilisé de façon partielle à titre *démonstratif* devant des étudiants de premier cycle.

<sup>1</sup> Laboratoire des collisions atomiques et moléculaires, Bât. 351, Université de Paris-Sud, 91405 Orsay.

<sup>2</sup> Laboratoire de radiochimie, IPN, Bât. 100, Université de Paris-Sud, 91405 Orsay.

### I.3. Utilisation en travaux pratiques

Le binôme d'étudiants dispose d'une notice contenant une description succincte de la méthode (cf. paragraphe II), une marche à suivre et un questionnaire. Il utilise de façon répétitive le même programme et n'intervient au niveau informatique que pour modifier le potentiel internucléaire (cf. paragraphe IV). Cette modification se fait en introduisant une ligne de programme, fournie dans la notice; il n'est donc pas fait recours ici à une connaissance des étudiants en programmation. A la fin de la séance de travaux pratiques, l'étudiant remet un compte rendu qui permet de vérifier qu'il a su convenablement utiliser le programme et établir les relations avec la théorie formelle.

## II. Support mathématique. Algorithme de Numerov

L'équation de Schrödinger associée au mouvement de vibration d'une molécule diatomique peut être ramenée, après changement d'unités, à l'expression suivante :

$$-\frac{d^2f}{dx^2} + V(x)f = Ef \quad (I)$$

où les énergies \* et les abscisses sont repérées par rapport au minimum du potentiel. De nombreuses méthodes existent pour déterminer des solutions approchées de l'équation I. Certaines cherchent à obtenir les coefficients du développement de la fonction  $f$  sur une base limitée de fonctions connues (voir réf. 1). D'autres visent à obtenir une solution numérique (réf. 2). Parmi ces méthodes, l'algorithme de Numerov a été choisi pour son extrême simplicité.

### Algorithme de Numerov

Dans cette méthode, la solution de l'équation I est déterminée pour des valeurs de  $x$  équidistantes et très proches telles que :

$$x_{n+1} - x_n = x_n - x_{n-1} = \dots = h \quad (II)$$

En développant à l'ordre 5 en  $h f(x_n + h)$  et  $f(x_n - h)$ , on obtient :

$$f_{n+1} + f_{n-1} = 2f_n + h^2 f_n'' + \frac{h^4}{12} f_n'''' + O(h^6) \quad (III)$$

où  $f_k = f(x_k)$ .

En dérivant deux fois cette expression, on établit :

$$h^2(f_{n+1}'' + f_{n-1}'') = 2h^2 f_n'' + h^4 f_n'''' + O(h^6) \quad (IV)$$

qui permet de déterminer  $f_n''$  figurant dans (III). Finalement, en utilisant l'équation I qui relie  $f_k''$  à  $f_k$  suivant la relation :

$$f_k'' = [V(x_k) - E]f_k = y_k f_k \quad (V)$$

on obtient :

$$f_{n+1} = \left(1 - \frac{h^2}{12} y_{n+1}\right)^{-1} \left[ \left(2 + \frac{5h^2}{6} y_n\right) f_n - \left(1 - \frac{h^2}{12} y_{n-1}\right) f_{n-1} \right] \quad (VI)$$

L'équation II permet la détermination de  $f_{n+1}$  si la solution est connue aux deux points précédents :  $x_n$  et  $x_{n-1}$ .

\* L'unité d'énergie est  $\frac{h}{2} \sqrt{\frac{k}{\mu}}$  où  $\mu$  est la masse réduite des noyaux et  $k$  la constante de force du potentiel harmonique.

### II.1. Application aux puits de potentiel

Les états liés d'un puits de potentiel sont caractérisés par l'existence de deux régions classiquement interdites définies par  $V(x) > E$ . On utilise le fait que les solutions physiques de l'équation I sont exponentiellement décroissantes lorsque  $V(x) \gg E$  pour commencer la construction de  $f$ . Plus précisément, on choisit un point  $x_1$  suffisamment à l'intérieur de la première région classiquement interdite pour admettre que  $f_1 = 0$ . On attribue au point suivant  $x_2$  une valeur  $f_2$  compatible avec la précision de l'appareil\*. On détermine alors  $f_3$  en utilisant l'équation VI et ainsi de suite. Les solutions physiques de l'équation I auront un comportement évanescents dans la seconde région classiquement interdite.

### II.2. Détermination des paramètres

Le potentiel harmonique  $V(x) = x^2$ , dont les niveaux d'énergie sont  $E_v = 2(v + 1/2)$ , est utilisé pour déterminer les valeurs de paramètres d'intégration  $x_1$  et  $h$ . Le choix de ces valeurs résulte d'un compromis entre un temps de calcul assez court et une détermination suffisamment précise des premiers niveaux d'énergie de l'oscillateur harmonique ( $0 \leq v < 6$ ). Nous avons obtenu :

$$x_1 = -\sqrt{E} - 2 \quad (VIIa)$$

$$x_M = -x_1 \quad (VIIb)$$

$$h = 2\sqrt{E/[5(E+1)]} \quad (VIIc)$$

Les quantités  $\pm\sqrt{E}$  déterminent les positions des deux points tournants qui séparent les deux régions classiquement interdites de la région classiquement permise. L'équation VIIa montre qu'un segment de deux unités est choisi dans la première zone classiquement interdite. L'équation VIIb définit le point  $x_M$ , symétrique de  $x_1$  par rapport au minimum de potentiel, où la construction de la fonction  $f$  est achevée. Enfin l'équation VIIc assure, pour une fonction  $f$  ayant  $N$  nœuds,  $10(N+1)$  points de détermination dans la région classiquement permise. La forme de l'équation VIIc provient du fait qu'une fonction de l'oscillateur harmonique à  $v$  nœuds correspond à une énergie  $2(v+1/2)$  et que la longueur de la zone classiquement permise est  $2\sqrt{E}$ . D'autres paramètres d'échelle, qui dépendent du type d'appareil utilisé, ont été déterminés pour visualiser sur l'écran du mini-ordinateur utilisé (TRS 80 modèle 1) les solutions de l'équation de Schrödinger dans une grande gamme d'énergie ( $0,1 < E < 15$ ).

Pour éviter une nouvelle détermination des paramètres lors des modifications de potentiel on se limitera par la suite à des potentiels proches du potentiel harmonique.

## III. Organisation du programme

La définition du potentiel se fait dans un sous-programme. Ceci permet de modifier le potentiel sans bouleverser le programme. Dès lors, l'unique donnée à introduire est l'énergie  $E$  déterminant les valeurs des paramètres d'intégration (équation VII). Pour chaque valeur de  $x$  calculée apparaissent, simultanément sur l'écran, la courbe d'énergie potentielle, la localisation de la région classiquement permise ainsi que la solution de l'équation de Schrödinger. Cette solution est généralement divergente dans la deuxième région classiquement interdite. Elle ne converge que pour des valeurs particulières (valeurs quantifiées notées  $E_v$ ). La recherche des valeurs de  $E_v$ , qui constitue l'objectif essentiel, se fait par tâtonnements, c'est-à-dire par utilisation répétitive du même programme après avoir remarqué que le signe de la divergence dépend du signe de  $E - E_v$  (cf. figure 1). Le temps de réponse de l'appareil correspondant à la sortie graphique complète associée à une énergie est de l'ordre d'une dizaine de secondes.

\* La valeur de  $f_2$  doit être choisie assez petite pour éviter que  $f$  ne dépasse la valeur maximale acceptée par l'appareil et assez grande pour éviter les erreurs de troncature.

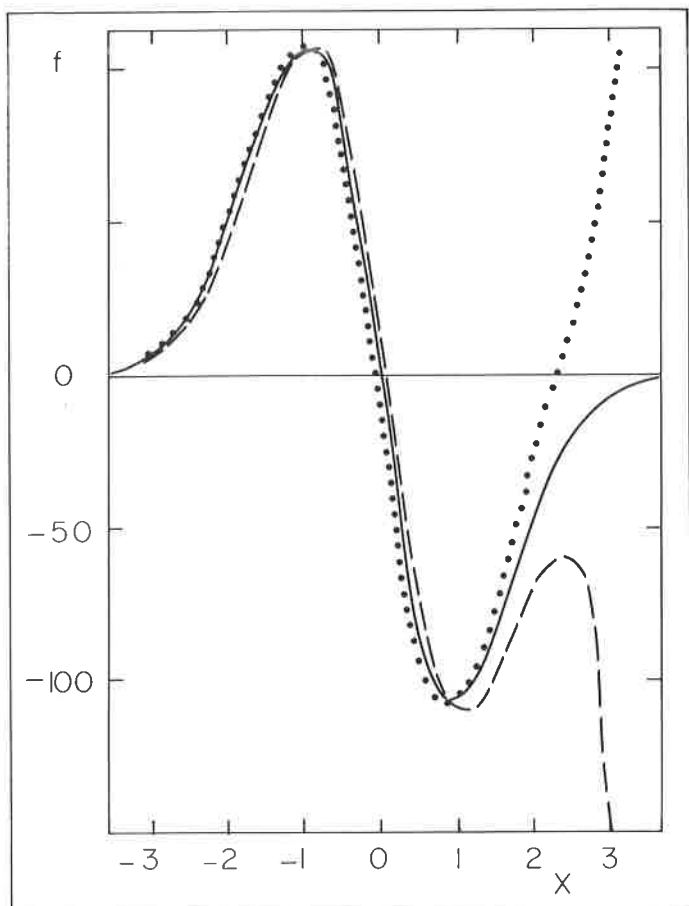


Figure 1. Illustration du concept de quantification pour le niveau  $v = 1$  de l'oscillateur harmonique. Les solutions de l'équation de Schrödinger sont présentées pour  $E = 3$  (—),  $2,9$  (-----) et  $3,1$  (·····). Ces solutions sont reportées en unités arbitraires.

## IV. Exercices proposés aux étudiants

### IV.1. Oscillateur harmonique

Le potentiel harmonique constitue la première approximation du potentiel que subissent les noyaux d'une molécule diatomique. Il est, par ailleurs, étudié analytiquement et l'expression des niveaux d'énergie ainsi que l'allure générale des fonctions d'onde constituent habituellement un acquis de l'étudiant. Avec le programme actuel, l'étudiant observe la différence de comportement entre les solutions uniquement mathématiques et les solutions physiques (cf. figure 1). Il doit déterminer les valeurs des premiers niveaux d'énergie et constater ensuite qu'il est en présence d'un potentiel harmonique, puisqu'il vérifie la loi  $E_v \approx \alpha(v + 1/2)$  avec une précision de l'ordre de 0,2 % (pour  $v < 6$ ). Il doit établir enfin le lien entre mécanique classique et quantique pour les hauts niveaux vibrationnels (grande probabilité de présence autour des points tournants).

### IV.2. Introduction d'une perturbation

Pour reproduire de façon satisfaisante le potentiel internucléaire d'une molécule diatomique sur une gamme étendue de distances internucléaires, il est nécessaire d'ajouter un terme anharmonique au potentiel harmonique considéré jusqu'ici. Pour les cas où cette adjonction ne modifie que légèrement le potentiel, cette étape permet une comparaison avec les résultats théoriques du traitement des perturbations. En pratique, l'étudiant qui a déterminé les niveaux d'énergie du système non perturbé, introduit lui-même la perturbation et constate son effet sur les niveaux

## Dans les revues

- Les procédures d'évaluation ont-elles leur part de responsabilité dans l'échec scolaire ?

par G. Noizet et J. P. Caverni, *Revue Française de Pédagogie*, 1983 (janvier-mars), 62, 7-14.

Sans apporter d'éléments réellement nouveaux sur le problème, cet article fait une synthèse de divers travaux antérieurs. Y sont notamment évoqués : les effets induits par une formulation positive ou négative des questions (QCM), la variance des correcteurs et la non-indépendance des critères (fond/forme), les écueils de l'évaluation continue pour les élèves faibles, qui ont des difficultés à faire reconnaître leurs progrès en raison de la rémanence des évaluations précédentes.

- Claryfing the concept of equilibrium in chemically reacting systems

par W. F. Harris, *J. of Chem. Ed.*, 1982, 59, 12, 1034-6.

Mise au point simple et claire sur la définition de la constante d'équilibre, unique pour un système donné à une température donnée, quel que soit l'état physique des constituants, mesurée par un nombre sans dimensions.

- Fundamental remarks on so-called reaction equations

par J. Weninger, *Eur. J. of Sci. Ed.*, 1982 (oct.-déc.), 4, n° 4, 391-6.

L'auteur discute le bien-fondé de l'utilisation du signe = et de celle des flèches, simples ou doubles, dans les équations chimiques. Il propose diverses expressions pour remplacer celle de « équation chimique ».

- La matière dans tous ses états

Numéro spécial hors série, n° 41 de « *Sciences et Avenir* ».

Ordre et anarchie dans les structures atomiques (A. Guinier). Deux cents ans de cristallographie (P. de Latil). Des matériaux sur mesure (P. Lacombe). Comment se forment les cristaux (A. Bonissent). La valse des molécules dans les liquides (Ch. Regnaut). Micelles, macromolécules et gels (F. Rondelez). La révolution des verres métalliques (Ch. Janot). Le monde fascinant des hautes pressions (B. Leneindre-Boris Oksengorn). Aux confins du zéro absolu (D. Thoulouze). Conducteurs et supraconducteurs organiques (D. Jérôme). Les promesses des plasmas (J. L. Lavallard). Gaz dégénérés, naines blanches et étoiles à neutrons (E. Schatzman). Illustration abondante.

d'énergie du système non perturbé. Deux types de potentiel sont proposés :

1.  $V(x) = x^2 - \alpha x^3$
2.  $V(x) = x^2 - \alpha|x^3|$

où  $\alpha$  est une constante positive telle que les termes de 1. et 2. soient des perturbations. La résolution de l'équation de Schrödinger, avec comme valeur de l'énergie celle du niveau fondamental de l'oscillateur non perturbé, conduit à une divergence beaucoup plus grande dans le cas 2 que dans le cas 1 (cf. figure 2). L'étudiant doit résoudre cette énigme en remarquant que le terme de perturbation au premier ordre, qui est la valeur moyenne de la perturbation pour la fonction d'onde non perturbée, est nul dans le cas  $x^3$  et non nul pour  $|x^3|$ . On utilise ici un raisonnement basé sur les propriétés de symétrie et fréquemment invoqué par exemple lors de l'établissement des règles de sélection. Pour pousser plus loin la relation avec le traitement des perturbations, l'étudiant effectue, dans le cas du potentiel 2, un calcul analytique du terme de perturbation au premier ordre et constate l'accord entre le résultat analytique et la valeur de l'énergie obtenue à l'aide du programme. Dans le cas du potentiel 1 qui

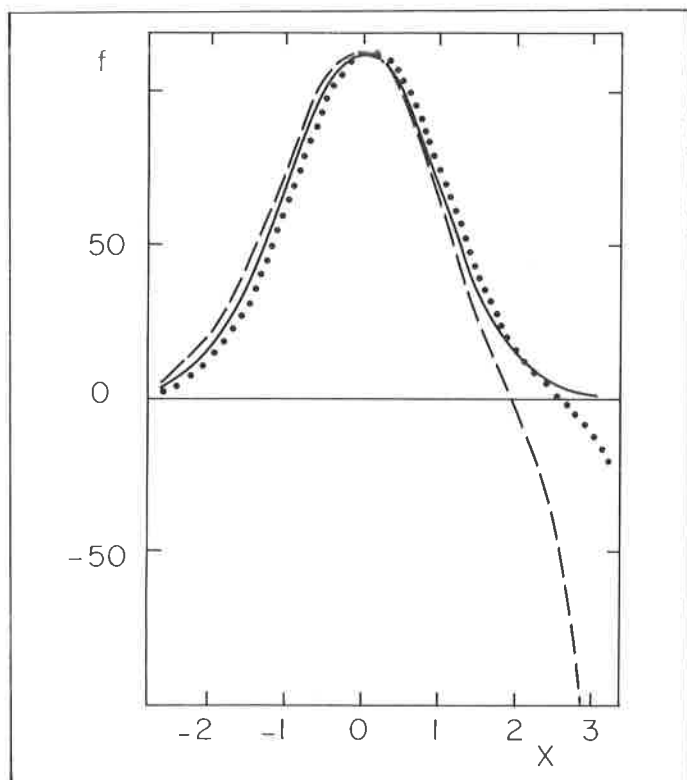


Figure 2. Solutions de l'équation de Schrödinger pour les potentiels :  $V(x) = x^2$  (—),  $V(x) = x^2 - 0,1 x^3$  (·····) et  $V(x) = x^2 - 0,1|x^3|$  (-----). Dans chaque cas, l'énergie introduite est celle de l'état fondamental de l'oscillateur harmonique. Ces solutions sont reportées en unités arbitraires.

représente physiquement la vibration anharmonique d'une molécule diatomique, l'étudiant vérifie que, sur les premiers niveaux ( $v \leq 2$ ), les corrections en énergie, induites par la perturbation, sont bien proportionnelles à  $-(v + 1/2)^2$ .

#### IV.3. Fonctions du continuum

D'intéressantes propriétés des états électroniques répulsifs peuvent être montrées en modifiant le potentiel harmonique (introduction de  $V(x) = 0$  pour  $x > 0$ ). L'étudiant vérifie alors que, quelle que soit l'énergie introduite, il n'y a plus de solution divergente, c'est-à-dire qu'il n'y a plus de quantification. Il vérifie, aussi, que les solutions de l'équation de Schrödinger ont un comportement sinusoïdal dans les régions sans potentiel.

### VI. Évaluation du programme

L'évaluation de ce programme, testé sur un petit groupe d'étudiants volontaires, ne peut être que partielle et imparfaite. Néanmoins, elle permet de préciser certains points concernant les objectifs, le contenu et les interactions avec les étudiants. Les intentions pédagogiques et les objectifs éducatifs sont explicités dans le document écrit donné aux étudiants avant la séance de travaux pratiques. Le succès obtenu dans la rédaction du compte rendu devrait permettre à l'étudiant de s'assurer que les objectifs définis ont été atteints. Les prérequis nécessaires (quantification, continuum, oscillateur harmonique, théorie des perturbations) sont contenus dans le cours de mécanique quantique (niveau second cycle) et le travail pratique constitue une méthode originale de renforcement et approfondissement de ces notions. L'introduction dans l'évaluation finale du certificat de questions « élucidées » par l'apport du programme devrait être la procédure indispensable de mesure de son impact. Comme nous l'avons déjà souligné, le micro-ordinateur est le seul moyen de développer l'étude présentée ici, en

raison de sa capacité de calcul et de ses possibilités de visualisation d'animation qu'il permet. Il est certain qu'il assure un nouveau type de perception et mémorisation. A cet égard, une priorité absolue a été accordée à la sortie du graphique, les messages littéraires étant quasiment inexistantes. Une attention particulière a été portée à la détermination des paramètres d'échelle qui assurent une bonne visualisation quelle que soit l'énergie choisie. Ceci permet d'obtenir une résolution graphique compatible avec la précision recherchée (en dépit d'une faiblesse particulière du TRS 80 à ce niveau). L'étude de l'interaction de l'étudiant avec ordinateur fait apparaître que l'utilisateur a une part d'initiative importante dans le déroulement du travail pratique. En particulier, l'utilisateur apprécie généralement que l'évolution du travail se fasse à son rythme et avec une progression dans les difficultés abordées. On pourrait regretter l'absence sur l'écran, de messages de directives, d'éditeurs de commentaires appropriés en fonction du choix ou des réponses de l'étudiant ainsi que l'absence d'enregistrement des réponses permettant à l'enseignant de dresser des statistiques. Néanmoins, ceci ne crée pas de difficulté majeure car, dans l'étude abordée, il n'y a pas de bonnes et de mauvaises méthodes. Celles-ci sont en effet obtenues par la même méthode, avec la même précision et elles ne se distinguent que par leur intérêt physique. En ce qui concerne la méthode numérique incluse dans le programme (utilisation de l'algorithme de Numérov), son exactitude et sa précision sont bien connues (cf. réf. 3) et elles ont été vérifiées ici. Il nous reste à réaliser, en fin d'année universitaire, une évaluation plus systématique auprès des utilisateurs montrant que l'apprentissage de nombreuses notions délicates a été facilité par le recours au programme.

### VI. Conclusion

Le programme présenté vise à rendre dynamique la compréhension de quelques problèmes de base de la physique moléculaire. Ceci est obtenu en faisant participer l'étudiant à la détermination de solutions quantiques et en utilisant au maximum la visualisation. Dans l'exploitation proposée on a évité l'intervention de l'étudiant au niveau informatique et ramené le micro-ordinateur à un rôle comparable à celui d'un appareil scientifique qui, par ses « mesures », renvoie constamment l'étudiant aux résultats de l'enseignement traditionnel. On réduit ainsi le risque de détournement d'intérêt de la discipline enseignée au profit de l'électronique et de l'informatique. Le programme peut être, bien sûr, étendu au calcul des propriétés faisant intervenir les fonctions d'ondes telles que la détermination des facteurs de Franck Condon, par exemple. Il est aussi approprié à l'étude de sujets de plus grandes difficultés, tels que la recherche des états quasi liés d'un potentiel possédant une bosse. Ce sujet est actuellement proposé à des étudiants du D.E.A. de chimie physique.

### Références

- (1) J. S. Sims et G. E. Ewing, *Journal of Chemical Education*, 1979, **56**, 546.
- (2) K. S. Kunz, *Numerical Analysis*, McGraw Hill (1957).
- (3) A. C. Allison, *Journal of Computational Physics*, 1970, **6**, 378.

### Cours commun des Universités d'Aix-la-Chapelle, Liège, Lille et Milan

Ce cours, financé par la Commission des Communautés Européennes, est intitulé « *Application of homogeneous catalysis and selective organometallic reactions in chemical synthesis* ».

Il sera présenté à Liège, les 20, 21 et 22 juin 1983; son niveau est de 3<sup>e</sup> Cycle et il s'adresse à des chercheurs provenant des milieux universitaires et industriels.

Pour obtenir le programme, s'adresser à M. A. J. Hubert, Laboratoire de chimie macromoléculaire et de catalyse organique, Université de Liège, Sart-Tilman, 4000 Liège, Belgique.

# Manipulations de polarographie

## Introduction

L'étude de la polarographie débute quelquefois à la fin du second degré (terminale F<sub>6</sub>) mais, plus généralement, au cours du 1<sup>er</sup> cycle (DEUG B, DUT) ou du 2<sup>e</sup> cycle universitaire (Maîtrise). Pour illustrer l'application de cette technique à l'analyse chimique, on choisira des manipulations simples de mise en œuvre mais s'appliquant à un exemple le plus concret possible. C'est là le but des manipulations présentées.

Rappelons que la polarographie a pour objet l'étude et l'exploitation des courbes intensité-potential (appelées encore courbes de polarisation) obtenues à une électrode dite à gouttes de mercure.

Pour tout détail concernant cette technique électrochimique, nous renvoyons le lecteur aux nombreux ouvrages de mise au point (dont 1, 2, 3). Nous dirons simplement que l'utilisation de la polarographie en analyse chimique quantitative est basée sur la relation de proportionnalité existant entre l'intensité limite du courant de diffusion  $I_D^l$  ( $\mu A$ ) et la concentration  $c$  (mM) de l'espèce réagissant à l'électrode :

$$I_D^l = K_D c \text{ (équation d'Ilkovic)}$$

$$\text{avec } K_D = 607 n m^{2/3} \tau^{1/6} D_0^{1/2},$$

$n$  : nombre d'électrons échangés,

$m$  : vitesse d'écoulement (débit) du mercure (mg/s),

$\tau$  : durée de vie d'une goutte de mercure (s),

$D_0$  : constante de diffusion ( $cm^2/s$ ),

$I_D^l$  étant alors le courant moyen.

Deux méthodes sont utilisées. L'une détermine la concentration de l'espèce étudiée par mesure de l'intensité  $I_D^l$  après tracé d'une courbe d'étalonnage (en effet le coefficient  $K_D$  dépend de l'appareillage utilisé). L'autre utilise l'intensité d'électrolyse  $I_D^l$  pour déterminer le point équivalent d'un titrage volumétrique : on parle alors de titrage ampérométrique.

Ces deux méthodes sont successivement illustrées par deux exemples pratiques : détermination de la teneur en Zn d'un alliage Zn-Mg et dosage des ions sulfates dans une eau minérale naturelle.

## Dosage polarographique après étalonnage : teneur en Zn d'un alliage Zn-Mg

La polarographie a été beaucoup utilisée pour doser les composants de faible teneur d'un alliage (1). Cette détermination implique la mise en solution de l'alliage, opération généralement assez longue qui peut nécessiter de porter à ébullition des acides plus ou moins corrosifs. Pour une séance de travaux pratiques, il est nécessaire de raccourcir cette étape sans la supprimer et de limiter l'émission de vapeurs corrosives.

L'utilisation des alliages à base de magnésium est alors intéressante, car la mise en solution par HCl concentré s'effectue à froid et est rapide. Nous avons choisi un alliage à base de magnésium renfermant 2,08 % de Zn, l'alliage B.C.S. n° 307 (fournisseur O.S.I., Paris).

## Mise en solution de l'alliage

Dans un bécher de 100 cm<sup>3</sup>, peser avec précision 0,5 g environ d'alliage. Ajouter 15 cm<sup>3</sup> d'eau distillée, puis progressivement (cm<sup>3</sup> par cm<sup>3</sup>) 4,5 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique pur ( $d = 1,18$ ). L'alliage est complètement dissous en 10 minutes. Ajouter alors 60 cm<sup>3</sup> d'une solution de CH<sub>3</sub>COONa 0,5 M. Verser le tout dans une fiole jaugée de 200 cm<sup>3</sup>, ajouter 3 cm<sup>3</sup> de rouge de méthyle 0,02 % et compléter à 200 cm<sup>3</sup> avec du tampon acétique 0,5 M ( $pH = 4,6$ ).

## Tracé de la courbe d'étalonnage

### a) Préparation des solutions.

On prépare une solution-mère de Zn<sup>2+</sup> de concentration 0,2 g l<sup>-1</sup> en Zn<sup>2+</sup> [soit 0,67 g de Zn (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O dissous dans 1 litre de tampon acétique 0,5 M de  $pH = 4,6$ ], puis des solutions-filles de concentrations 0,02 g l<sup>-1</sup>, 0,04 g l<sup>-1</sup>, 0,06 g l<sup>-1</sup>, et 0,08 g l<sup>-1</sup> selon le tableau ci-dessous :

	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>
Solution mère Zn <sup>2+</sup> 0,2 g l <sup>-1</sup>	5 cm <sup>3</sup>	10 cm <sup>3</sup>	15 cm <sup>3</sup>	20 cm <sup>3</sup>
Rouge de méthyle	0,75 cm <sup>3</sup>	0,75 cm <sup>3</sup>	0,75 cm <sup>3</sup>	0,75 cm <sup>3</sup>
Tampon acétique 0,5 M, $pH = 4,6$	Compléter à 50 cm <sup>3</sup>			

La vague de Zn<sup>2+</sup> est éloignée du maximum de la courbe électrocapillaire, d'autre part l'électrolyte support utilisé (tampon acétique 0,5 M) est assez concentré. Ces conditions peuvent favoriser l'apparition de maximums respectivement de 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> espèces qui gênent l'exploitation de la vague polarographique (3, 4). Pour éviter ce phénomène, nous avons donc utilisé un tensioactif qui élimine les deux espèces de maximums : le rouge de méthyle à la concentration finale de 0,0003 % ou le triton X-100 à la concentration de 0,0006 %.

### b) Tracé des courbes intensité potential.

On règle la hauteur du réservoir de mercure pour avoir une goutte toutes les 5 secondes à  $E = 0$  volt. On vérifie par pesée que dans ces conditions le débit du capillaire ne dépasse pas 2 mg/s. Un débit plus fort favorise l'apparition de maximum de 2<sup>e</sup> espèce. Chaque solution fille est désoxygénée par barbotage d'azote U. Il est commode de contrôler cette opération en observant le courant d'électrolyse à  $E = -0,5$  V : l'intensité diminue puis se stabilise à sa valeur minimale correspondant au courant résiduel capacitif. On trace la courbe intensité-potential entre  $-0,50$  V et  $-1,5$  V (figure 1) et on détermine graphiquement l'intensité limite du courant de diffusion de chaque solution fille. On peut alors tracer la droite d'étalonnage  $I_D^l = K_D [Zn^{2+}]$  (figure 1).

<sup>1</sup> Département Chimie, I.U.T. d'Orsay 1, Plateau du Moulon, 91406 Orsay Cedex

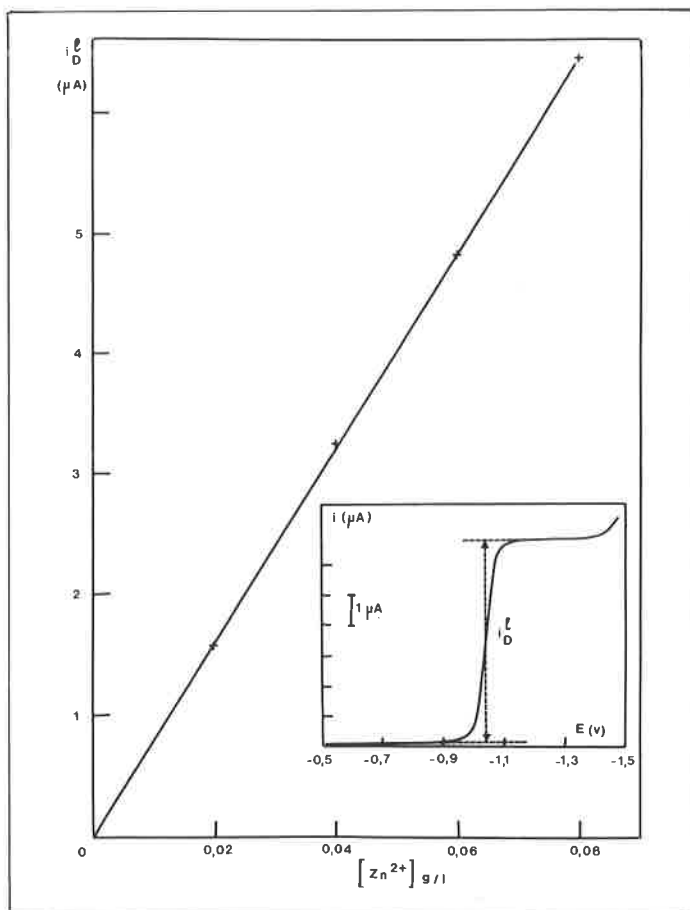


Figure 1. Droite d'étalonnage pour le dosage de  $Zn^{2+}$ . Encadré : Courbe intensité — potentiel pour une solution d'acétate de zinc à 0,08 g/l de  $Zn^{2+}$  :

- électrolyte indifférent : tampon acétique 0,5 M, pH = 4,6;
- rouge de méthyle 0,0003 %;
- durée de vie de goutte  $\tau = 5,1$  s à  $E = 0$  volt;
- débit du capillaire  $m = 1,86$  mg/s.

#### Analyse de la solution d'attaque de l'alliage

De la même façon, on détermine l'intensité  $I_D$  qu'on obtient avec la solution d'attaque de l'alliage. A l'aide de la droite d'étalonnage, on en déduit la concentration  $[Zn^{2+}]$  de la solution d'attaque et, par suite, le pourcentage de Zn dans l'alliage. Les meilleurs étudiants retrouvent bien la valeur de 2,08 % donné par le certificat d'analyse joint à l'échantillon d'alliage. D'ailleurs, la fourniture de ce certificat permet aux étudiants d'évaluer eux-mêmes la précision de leur propre travail.

Il peut être intéressant de faire remarquer aux étudiants que le coefficient  $K_D$  varie selon les groupes (d'où la nécessité de faire un étalonnage), que la présence d'un excès de  $Mg^{2+}$  ne gêne pas la détermination de  $Zn^{2+}$  (le problème est moins simple pour un alliage à base de cuivre ou de fer : il est alors nécessaire de déplacer par complexation la vague de l'élément dominant).

### Titration ampérométrique : dosage des ions sulfate dans une eau minérale naturelle (Contrexéville)

#### Principe

Les ions sulfate ne sont pas réductibles à une électrode à goutte de mercure. Leur dosage par polarographie est, malgré tout, possible si

on opère de manière indirecte : Il suffit de faire un titrage volumétrique en utilisant un réactif électroréductible  $Pb^{2+}$ , par exemple. La réaction chimique du dosage s'écrit  $SO_4^{2-} + Pb^{2+} \rightarrow PbSO_4$  avec  $K_S = 1,6 \cdot 10^{-8}$ . Le point équivalent correspond à l'apparition de  $Pb^{2+}$  en solution : il peut être repéré en mesurant, à un potentiel donné, le courant limite de diffusion des ions  $Pb^{2+}$  (donc leur concentration en solution) au cours du dosage. La polarographie constitue la méthode indicatrice de l'état d'avancement du dosage et on parle alors de titrage ampérométrique à potentiel constant. Ajoutons que le dosage peut être également suivi par potentiométrie en utilisant une électrode indicatrice de  $Pb^{2+}$  (5).

Le titrage ampérométrique est bien décrit par Kolthoff et Pan (6) : si la solution à doser contient uniquement des ions sulfate (de concentration  $10^{-2}$  M au moins), on peut opérer en milieu aqueux. En présence d'ions indifférents ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $Cl^-$ ), qui augmentent la solubilité du sulfate de plomb, il est nécessaire d'opérer en milieu EtOH 20 %. Si la concentration des sulfates est de  $10^{-3}$  M (présence ou non d'ions indifférents), on travaille en milieu EtOH 30 %.

L'addition d'un solvant organique rend possible le dosage en diminuant la solubilité du sulfate de plomb. On peut descendre ainsi à une concentration de  $3,10^{-5}$  M en opérant en milieu acétone 60 % avec une méthode cependant légèrement différente dans ce cas (7).

L'eau de Contrexéville avec une concentration de 1 058 mg/l en sulfates (soit  $\sim 10^{-2}$  M) représente un cas spécialement favorable pour illustrer ce dosage (elle correspond à la plus forte teneur en sulfates des eaux minérales courantes). Ceci permet de travailler avec un pourcentage d'éthanol faible, ce qui peut éviter la précipitation de  $Ca^{2+}$  (à l'état de sulfate). L'eau de Contrexéville contient des ions hydrogénocarbonates (386 mg/l) qui interfèrent dans le dosage (formation de  $PbCO_3$ ,  $K_S = 3,2 \cdot 10^{-14}$ ) : on les élimine en acidifiant le milieu.

Dans leur travail Kolthoff et Pan considèrent qu'il n'est pas nécessaire d'ajouter un électrolyte indifférent car il en existe suffisamment (les ions sulfates sont remplacés par des ions nitrates) après le point équivalent pour supprimer le courant de migration de  $Pb^{2+}$  (6). Nous considérons que l'approximation est exagérée, d'ailleurs en l'absence d'électrolyte indifférent ajouté, nous avons observé une courbure de la courbe de titrage due au courant de migration de  $Pb^{2+}$  dès  $v = cm^3$ . Nous avons donc opéré en milieu  $NaNO_3 \sim 0,5$  M (une concentration 100 fois plus forte que celle de  $Pb^{2+}$  obtenue à la fin du titrage soit  $v = 10$   $cm^3$ ). L'utilisation de  $KNO_3$  est à proscrire à cause de la formation d'un sel double  $PbSO_4 \cdot K_2SO_4$  qui fausse le dosage (6).

#### Mode opératoire

Dans la cellule de polarographie, introduire 50  $cm^3$  (mesurés à la pipette) d'eau de Contrexéville.

Acidifier jusqu'à pH  $\sim 2$  avec  $\sim 8$  gouttes d'acide nitrique 3 M. Ajouter 6  $cm^3$  de  $NaNO_3$  5,5 M, 14  $cm^3$  d'éthanol et 10 gouttes de rouge de méthyle à 0,02 % (suppression de maximum). On place l'électrode de référence au calomel saturée en KCl dans une allonge remplie de  $NaNO_3$  0,5 M : on évite ainsi la possibilité d'interférences dues à la diffusion d'ions  $Cl^-$  dans la solution. La solution est désoxygénée par barbotage d'azote pendant 20 minutes au moins (le gaz passe dans un saturateur rempli d'un mélange eau-éthanol 20 %).

Titrer par  $Pb(NO_3)_2$  0,1 M (burette de 10  $cm^3$ ).

Après chaque addition de réactif on fait barboter l'azote pendant une minute pour homogénéiser la solution. Puis on se met en atmosphère d'azote et on lit le courant à  $E = -1,2$  V/ECS.

L'intensité ne se stabilise qu'au bout d'un certain temps. En effet la précipitation du sulfate de plomb n'est pas instantanée : elle s'effectue suffisamment lentement pour qu'on puisse observer une cinétique.

Dans notre cas, il faut attendre 5 minutes (temps mesuré depuis la fin de l'addition de réactif) pour que la précipitation soit totale et que le courant mesuré soit égal au courant résiduel. Après le point équivalent (après 7  $cm^3$  en fait), on n'observe plus cette cinétique puisque tous les ions sulfates sont précipités (on peut faire la

mesure au bout de 2 minutes). De manière générale, la vitesse de précipitation augmente quand le pourcentage d'éthanol augmente et/ou que la concentration en sels indifférents diminue.

## Résultats

Le titrage ampérométrique des ions sulfate de l'eau de Contrexéville est représenté sur la figure 2. Jusqu'au point équivalent le courant mesuré est faible et constant, c'est le courant résiduel car tous les ions  $Pb^{2+}$  ajoutés sont précipités. Après le point équivalent, le courant croît linéairement avec l'addition de  $Pb^{2+}$  (à condition de tenir compte de la dilution).

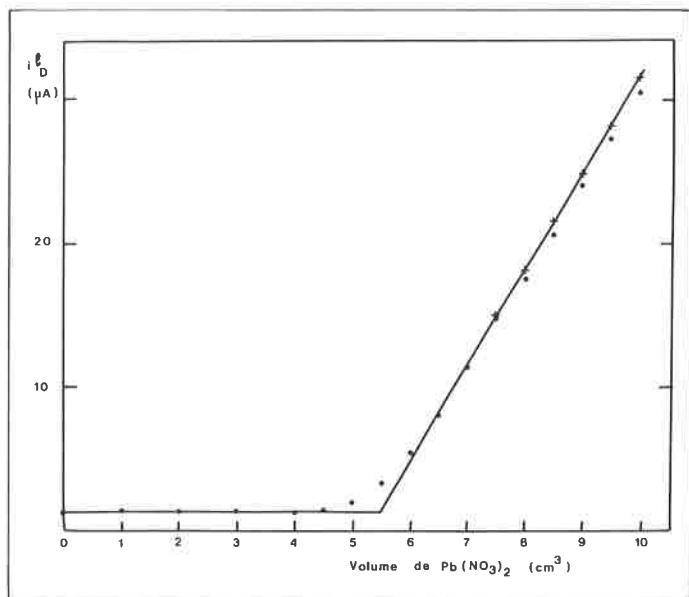


Figure 2. Titrage des ions  $SO_4^{2-}$  de l'eau de Contrexéville par  $Pb(NO_3)_2$  0,1 M à  $E = -1,2$  v/ECS pH  $\sim 2$ .

### ● points expérimentaux;

### + points corrigés par la dilution.

EtOH: 20 %;  $NaNO_3 \sim 0,5$  M; Rouge de méthyle 0,00007 %; (70  $cm^3$  de solution finale à titrer constituée de 50  $cm^3$  d'eau de Contrexéville contenant  $SO_4^{2-} \sim 10^{-2}$  M); durée de vie de goutte  $\tau = 5$  s à  $E = 0$ .

On obtient un volume équivalent de 5,47  $cm^3$  (valeur théorique 5,51  $cm^3$ ) ce qui conduit à une concentration de 1 050 mg/l. (teneur théorique 1 058 mg/l). Là aussi le résultat affiché sur la bouteille permet immédiatement aux étudiants de juger leur travail. Comme on le voit, cette manipulation permet également de parler de la solubilité des sels, des phénomènes de précipitation et coprecipitation. Ces deux manipulations sont actuellement effectuées par les étudiants de 2<sup>e</sup> année de l'I.U.T. d'Orsay groupés en binômes lors de séances de TP-TD de 4 heures.

## Bibliographie

- (1) I. M. Kolthoff et J. J. Lingane, « Polarography », second edition, J. Wiley and Sons, New York, 1965.
- (2) G. Charlot, J. Badoz-Lambling et B. Trémillon, « Les réactions électrochimiques d'analyse », Masson, Paris, 1959.

(3) R. Pointeau et J. Bonastre, « Éléments de polarographie, théorie, technique, applications analytiques », Masson, Paris, 1970.

(4) P. Nangniot, « La polarographie en agronomie et en biologie » Ed. Duculot, Gembloux, 1970.

(5) J. W. Ross, Jr. et M. J. Frant, *Anal. Chem.*, 1969, **41**, 967.

(6) I. M. Kolthoff et Y. D. Pan, *J. Am. Chem. Soc.*, 1940, **62**, 3332.

(7) C. Grether, P. Bruttel et O. Hädinger, *Bulletin d'application Methrom* (1977), n° 1 111f.

## Livres récents

### ● Biologie de l'action des rayonnements ionisants

par Christiane Ferradini et Jacques Pucheault, Masson éd. 1983, 224 pages.

Les auteurs ont cherché à dégager de l'ensemble des connaissances concernant la physico-chimie des rayonnements ionisants, les ouvertures récentes vers divers problèmes d'intérêt biologique. Ils insistent particulièrement sur les points de jonction paraissant les plus riches d'avenir. La première moitié de l'ouvrage traite de questions purement physico-chimiques: absorption des rayonnements ionisants dans la matière, radiolyse de l'eau et des solutions aqueuses, propriétés des radicaux libres impliqués dans les couples oxydo-réducteurs  $O_2/H_2O$  et  $H_2O/H_2$ .

### ● Electrochimie

par A. J. Bard et L. R. Faulkner (adaptation française R. Rosset et D. Bauer), Masson éd., 1983, 824 pages.

L'ouvrage traite d'une manière exhaustive, aussi bien sur le plan mathématique que sur celui des phénomènes à l'échelle microscopique, des processus aux électrodes. Il passe en revue la totalité des méthodes d'études connues des réactions électrochimiques, y compris les plus récentes.

## 4<sup>e</sup> Réunion sur l'enseignement de la cinétique en 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> Cycle et dans les Écoles de chimie

### Thèmes

1. Cinétique homogène en phase liquide.
2. Utilisation des calculateurs et des mini-ordinateurs pour la simulation et l'enseignement.

Cette réunion fera suite à celle organisée en juin 1982 par les professeurs Barret et Germain. Elle aura lieu, le **jeudi 2 juin 1983**, à l'E.N.S.C. de Paris.

Le programme sera adressé ultérieurement.

Toute demande de renseignement pourra être adressée au Laboratoire de physico-chimie des solutions (Pr. Schaal), École Nationale Supérieure de Chimie de Paris, 11, rue Pierre-et-Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 336.25.25; poste 38.31.

## Nouveaux produits

● Monsanto annonce le lancement d'un nouveau thermoplastique ignifugé, le Cadon FRX, qui s'ajoute à sa gamme de technopolymères Cadon.

Le Cadon FRX représente ainsi le dernier développement dans ce groupe de terpolymères à base de styrène et d'anhydride maléique, qui comprend une série de grades pour injection et extrusion y compris pour finition par galvanoplastie.

Le nouveau Cadon FRX répond à la classification V-O des Underwriters Laboratories (essai d'inflammation UL 94) pour toute épaisseur à partir de 1,6 mm tout en offrant une résistance à la chaleur supérieure à celle des ABS ignifugés disponibles sur le marché.

Renseignements : Monsanto Europe S.A., avenue de Tervuren, 270-272, B-1150 Bruxelles, Belgique.

● Une nouvelle fibre à combustion retardée pour la conception de vêtements de protection légers a été annoncée, conjointement, par Du Pont de Nemours et Chemiefaser Lenzing AG, de Lenzing en Autriche. Ce filé, appelé « Karvin », consiste en un mélange unique de viscose à combustion retardée et de fibres aramides résistantes aux températures élevées. Il est destiné à la fabrication de vêtements de travail portés dans des milieux à risques moyens et faibles.



Les tissus en Karvin présentent une faible conductivité thermique, une bonne stabilité aux températures élevées et une excellente résistance à la déchirure. Grâce à leur résistance à l'abrasion et aux produits chimiques industriels, ces tissus ont une plus grande longévité et conservent leurs propriétés, même après de nombreux cycles de lavage industriel.

Le filé a été obtenu en mélangeant la fibre aramide très résistante Kevlar et la fibre résistante aux températures élevées Nomex de Du Pont de Nemours avec la fibre viscose à combustion retardée de Lenzing. Lorsqu'ils sont exposés directement à la flamme, les tissus en « Karvin » ne brûlent pas, ne fondent pas ni ne gouttent, mais commencent à se carboniser. Ils conservent, dans une certaine mesure, leur résistance et leur pouvoir protecteur, grâce à l'écran isolant des fibres aramides carbonisées.

Renseignements : Du Pont de Nemours Int. S.A., Case postale, CH-1211 Genève 24. Tél. : (022) 37.88.02

## Documentation J. T. Baker

J. T. Baker présente diverses documentations concernant de nouvelles gammes de produits destinés à l'analyse instrumentale :

● Solvants HPLC

Une nouvelle brochure présente 25 solvants courants. Chaque lot fabriqué est testé individuellement sur des paramètres critiques tels que : teneur en eau, résidus après combustion et absorption maximale.

● Acides « Instra-Analyzed »

Six acides de haute pureté ainsi qu'un hydroxyde d'ammonium à utiliser dans la recherche de traces d'éléments sont décrits dans un nouveau recueil. Plus de 25 éléments sont analysés jusqu'au ppb.

● Les « Spectral Standards »

Un nouveau recueil décrit 35 standards à la concentration de 1 000 ppm. Ces standards sont vendus « prêt à l'emploi » en solution pour l'absorption atomique et ICP. Les produits bruts utilisés vont de 99,99 à 99,999 % de pureté; le maximum de variation de chaque solution est de  $\pm 10$  ppm.

● Solvants pour spectrophotométrie

Une nouvelle brochure expose une grande gamme de solvants pour spectrophotométrie. L'étiquette de chaque produit indique

l'actuel numéro de lot et son analyse ainsi que les valeurs de la courbe d'absorbance plus les « fenêtres » I.R.

● Solvants « Resi-Analyzed »® pour analyse de résidus organiques

Une nouvelle brochure décrit un groupe de 17 solvants spécialement étudiés pour le champ d'investigation et l'analyse de résidus organiques. Ces solvants sont uniques et spécifiques pour la détection par G.C. Les contrôles du lot comprennent la méthode par capture d'électrons, l'ionisation par flamme, la photométrie de flamme et détecteur de (Hall) pour l'azote.

● Ultrex® Réactifs ultrapur

Cette brochure décrit une importante liste de produits chimiques d'une extrême pureté caractérisés par une analyse poussée du lot.

Renseignements : Sochibo S.A., 3-5, rue Carnot, 92100 Boulogne-sur-Seine. Tél. : (1) 604.44.38

## Un nouveau spectrophotomètre : le HP 8451A

Le nouveau spectrophotomètre à réseau de diodes HP 8451A de Hewlett-Packard se distingue par sa cadence élevée de passage des échantillons et la précision des résultats quantitatifs. Géré par ordinateur, ce système est capable de produire des spectres dans une plage de longueurs d'onde allant de 190 à 820 nm, en un dixième de seconde.

Orienté vers la productivité, le HP 8451A est doté d'un système photométrique performant, d'une console clavier-écran (pour l'exploitation conversationnelle) et de la programmation en BASIC pour la recherche ou les applications analytiques pour lesquelles une cadence élevée de passage des échantillons est un facteur important. Sur option, un pipetteur et un échantillonneur automatiques permettent d'effectuer plusieurs centaines d'analyses de routines à l'heure, en minimisant les interventions manuelles. Tous les résultats peuvent être présentés à l'écran et sur l'imprimante graphique intégrés à l'appareil. Particulièrement efficace pour les analyses en fonction du temps, telles les observations cinétiques et la détection en chromatographie en phase liquide, le HP 8451A est capable de mesurer répétitivement 25 longueurs d'onde pré-définies à intervalles de un dixième de seconde.



D'autres caractéristiques apportent une aide efficace au chimiste, telles que :

- cinq routines de concentration (quatre pour composants isolés et une pour multi-composants) permettant d'obtenir des résultats quantitatifs par simple appui sur une touche;
- l'analyse matricielle multi-composants, pour la quantification de mélanges contenant jusqu'à 12 composants, en utilisant l'absorbance ou les dérivées spectrales sur des longueurs d'onde ou des plages de longueur pré-définies par l'analyste.

Système polyvalent, le HP 8451A est doté de deux niveaux de gestion et de traitement de données.

Le premier, accessible au moyen de commandes simples frappées au clavier, permet l'exécution d'une variété de fonctions spectrophotométriques.



Un deuxième niveau consiste à ajouter un clavier alphanumérique optionnel. A l'aide de ce clavier, les utilisateurs peuvent mettre au point des programmes en BASIC fonctionnant interactivement avec les données de mesure et permettant d'adapter la procédure d'analyse à chaque application. De plus, ce clavier donne accès à tous les programmes en BASIC et aux progiciels d'application écrits pour l'ordinateur personnel HP-85. Le HP 8451A est compatible avec les supports fonctionnels et les interfaces conventionnelles HP telles que HP-IB, GP-10 et DCB. Ces interfaces associées à 8 accès d'entrée/sortie, autorisent la configuration d'un système de communication étendu avec d'autres ordinateurs, unités de stockage de masse, imprimantes et tables traçantes, ainsi que la commande d'accessoires externes tels que des échantillonneurs automatiques, des pompes péristaltiques et autres dispositifs mécaniques.

Renseignements : Hewlett Packard, Z.I. de Courtabœuf, avenue des Tropiques, 91947 Les Ulis Cedex. Tél. : (6) 907.78.25.

### Dispositif de protection pour analyse spectrale

Varian a mis au point un dispositif de protection, unique en son genre, qui permet d'utiliser un passeur automatique d'échantillons réglable, le PSC-55, pour réaliser les analyses spectrographiques. Les solvants organiques, dont le point d'éclair se situe en



dessus de 20 °C, peuvent ainsi être atomisés dans la flamme sans aucun danger.

Ce dispositif de protection comprend le carrousel à échantillons, ainsi qu'un ventilateur, et un conduit d'évacuation qui permettent de tenir les vapeurs inflammables qui se dégagent à l'écart de la flamme. Dispositif de protection et ventilateur sont branchés sur les éléments réglables de contrôle automatique des gaz qui équipent tous les spectrophotomètres à absorption atomique Varian en assurant un contrôle permanent de toutes les fonctions de sécurité.

Renseignements : Varian SA, quartier de Courtabœuf, B.P. n° 12, 91941 Les Ulis Cedex. Tél. : (6) 907.78.26.

### Analyseur portable de traces d'oxygène

L'analyseur portable « Teledyne » modèle 311 assure une mesure de traces d'oxygène sur des échelles comprises entre 0-10 et 0-10000 ppm.

La cellule d'analyse utilisée, une micropile à combustible, garantit une mesure spécifique insensible aux chocs, aux vibrations ou à la position de l'appareil.

La concentration d'oxygène est lue sur un galvanomètre avec une précision de  $\pm 1$  ppm sur l'échelle 0-10 ppm.

Alimenté par deux batteries rechargeables nickel-cadmium d'une autonomie de



45 jours, ce modèle est de sécurité intrinsèque classe 1, division 1, groupe A, B, C et D.

La maintenance de cet appareil, simple d'utilisation, reste néanmoins quasi-nulle (interchangeabilité de la cellule, calibration à l'air) et justifie de nombreuses applications dans le contrôle de pureté des gaz de laboratoire.

Renseignements : Arelco, 62, rue Henri Wallon, 93100 Montreuil-sous-Bois. Tél. : (1) 857.28.50.

### Dosimètre d'irradiation de poche piloté par ordinateur

Destiné aux personnels exposés aux rayonnements dangereux dans les centrales atomiques, usines de retraitement du combustible irradié et services de radiothérapie des hôpitaux, le dosimètre numérique de poche PPD1, de fabrication anglaise, a l'avantage de signaler, à la fois, le niveau d'irradiation auquel le porteur est exposé et la dose totale accumulée par lui. Il fait partie d'un système complet de mesure et d'enregistrement des doses d'irradiation pouvant se relier à toute installation de sécurité et d'identification. L'équipement permet d'organiser à l'avance les tâches du personnel et d'utiliser au mieux ses heures de service.

Ce dosimètre est accompagné d'une interface de branchement sur ordinateur. Dans sa forme la plus simple, cette liaison est commandée manuellement pour transmission d'information. L'emploi d'un circuit imprimé supplémentaire permet d'asservir totalement l'équipement à l'ordinateur avec possibilité d'accès aux relevés individuels d'exposition au rayonnement et, suivant le logiciel adopté, de modification des seuils d'alarme du dosimètre. Celui-ci mesure et affiche numériquement les rayonnements X et gamma sur la plage de 50 keV à 3 MeV. Le fabricant peut fournir un chargeur multiple capable de recharger simultanément les batteries de huit dosimètres.

Renseignements : Numelec Sein, BP 38, 78329 Le Mesnil-Saint-Denis.

### Le PREP « Process »

Le PREP LC 500 et PREP LC Auto 500 sont limités à des productions de quelques kilogrammes par jour. Certains problèmes de séparation et purification n'ont d'autre solution que la CLHP et l'industrie nécessite souvent des productions à l'échelle de plusieurs tonnes/an. Pour ces cas précis, Waters a développé un département « PREP-Process Division » qui propose, non plus un appareillage de laboratoire, mais de véritables unités industrielles de production basées sur la CLHP et sur la technologie de



la compression radiale. Ces unités peuvent être à demi ou totalement automatisées. Plusieurs de ces unités ont déjà été implantées dans le monde, essentiellement pour la séparation préparative de principes actifs de synthèse ou biosynthèse dans l'industrie pharmaceutique.

Pour les industriels concernés, Waters dispose d'une équipe spécialisée qui procède, tout d'abord, à une évaluation de la technique en laboratoire, puis sur une unité pilote (une de ces unités fonctionne aux États-Unis, une autre sera prochainement installée en Europe) et, enfin, procède à la conception et à la réalisation de l'unité répondant aux besoins précis du client.

Renseignements : Waters, 18-26, rue Goubet, 75019 Paris. Tél. : (1) 200.60.08.

### La centrale de mesures industrielles PR 2011

Le nouveau système PR 2011 de Philips apporte une solution précise aux problèmes d'acquisition, d'affichage de données et d'enregistrement des grandeurs physiques (jusqu'à 256) dans les domaines de la recherche, du développement et de la production industrielle : mesure, surveillance, contrôle des paramètres importants des traitements et des machines, réalisation d'essais, contrôle d'alarme.

Conçue spécialement pour fonctionner en continu et sans surveillance 24 heures sur 24, dans les environnements industriels, cette centrale de mesures peut être montée dans tous les types de coffrets ou d'armoires industriels et de racks de 19 pouces. Elle permet de mesurer toutes les quantités physiques pouvant être converties en :

- unités courant/tension (courant continu ou courant alternatif), résistance, températures, temps, fréquence, force, pression;

- séquences d'impulsions, valeurs numériques codées binaires, valeurs binaires, signaux d'un bit (état).

Il est possible de raccorder directement des thermocouples, des sondes à résistance PT 100, des jauges de contrainte et des pesons, avec l'alimentation incorporée du capteur.

La centrale PR 2011 est livrée avec affichage à cristaux liquides à 21 caractères alphanumériques, clavier alphanumérique et unité d'alimentation.

Elle comprend :

- une unité centrale PR 2011 à microprocesseur, mémoire PROM/RAM à capacité spécifiée et logiciel à programme spécifique.
- une imprimante à bande de papier thermosensible de 20 caractères alphanumériques par ligne.
- un enregistreur numérique à cassette PR 2031 de capacité, 2 fois 260 K bits, 2 fois 3 400 à 2 fois 32 000 sorties.

Il est possible d'insérer des modules d'entrée qui représentent 64 valeurs analogiques et 128 valeurs numériques permettant d'obtenir 256 canaux de points de mesure.

Renseignements : Philips, 87, rue La Boétie, 75008 Paris. Tél. : (1) 225.94.50.

### Diogènes VDS 25

Le système Diogènes VDS 25 est un système de régulation numérique et de processus industriels.

Il possède les deux caractéristiques suivantes :

- Bien qu'il soit basé sur l'utilisation d'un mini-ordinateur, aucune connaissance en informatique n'est nécessaire à son utilisation. Toutes les fonctions sont préprogrammées et directement utilisables pour l'exploitant.

• Diogènes VDS 25 est un outil multifonctions : régulation, calcul, acquisition de données, automate programmable, mémorisation/édition.

Diogènes est un système très adapté aux petites et moyennes installations, en particulier pour la gestion des chaufferies industrielles.

Il peut intéresser tous les programmes de régulation de chaudières à partir d'une production de 10 t/heure de vapeur.



Rhône-Poulenc vient d'installer un tel système à Pont-de-Claix.

Renseignements : Rosemount, 1, place des États-Unis, Silic 265, 94578 Rungis Cedex. Tél. : (1) 686.73.20.

### Analyseur électrochimique interfaçable sur ordinateur

EG and G Princeton Applied Research, représenté en France par EG et G Instruments, vient d'introduire un modèle d'interface sur bus IEEE-488, destiné à coupler un potentiostat/galvanostat sur un ordinateur. Ce module s'adapte au potentiostat/galvanostat P.A.R. modèle 173, et permet de contrôler celui-ci à partir d'un ordinateur, autorisant ainsi l'automatisation de tout type de mesure électrochimique.

Ce module, tiroir modèle 276, contient un microprocesseur de 16 K octets ROM permettant l'accès à plus de 90 fonctions programmées, propres à l'analyse électrochimique. Certaines fonctions peuvent être utilisées pour définir des paramètres expérimentaux, d'autres pour définir des méthodes d'acquisition ou des programmes de traitement des données. D'autres commandes peuvent également effectuer des contrôles d'états sur des expériences en cours ou des diagnostics. Le modèle 276 contient aussi un convertisseur numérique-analogique de 14 bits, permettant la création de signaux de forme quelconque. Un convertisseur analogique-numérique de 12 bits permet l'acquisition de données analogiques.

L'appareil possède également une mémoire RAM de 10 K octets pour stockage interne de formes d'ondes ou de données. Le module 276 peut être utilisé en fonctionnement manuel ou sous contrôle du ordinateur, et permet d'effectuer tout type de mesure électrochimique.

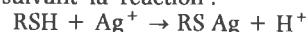
EG et G Instruments, 4, place de la Balance, 94150 Rungis. Tél. : (1) 687.25.71.

### Analyseur de mercaptans, type Elfan C-RSH

Ce tout nouvel analyseur type Elfan (licence Elf) présenté par Anacom a été spécialement mis au point pour le pilotage des unités Merox, afin d'obtenir de ces unités, une optimisation dans le traitement des kérosènes.

Les mesures réalisées par cet appareil évitent le retraitement inutile des charges de kérosène adouci et, par voie de conséquence, limitent le remplacement ou la régénération des charbons actifs.

Le principe de mesure de cet analyseur est réalisé par argentimétrie et par précipitation des mercaptides d'argent à l'aide d'ions  $Ag^+$ , suivant la réaction :





L'appareil effectue automatiquement des mesures de mercaptans dans les hydrocarbures liquides et lorsqu'il est utilisé sur les unités Merox, son équipement à microprocesseur assure, en automatique, les mesures à l'entrée et à la sortie.

Gammes de mesure : 200 ppm à l'entrée et 20 ppm à la sortie.

Domaines d'application : Industries pétrolières et chimiques.

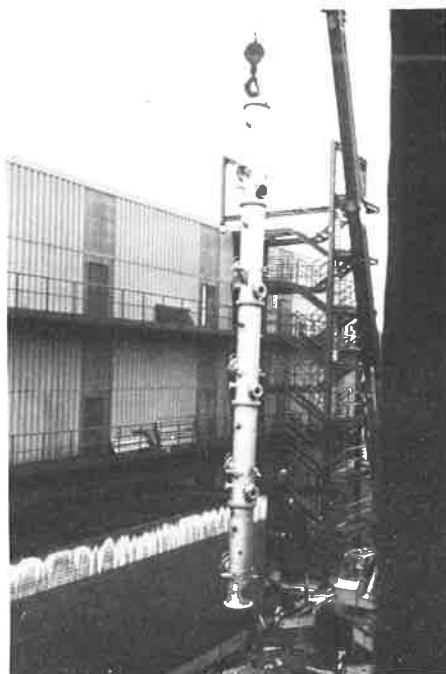
Renseignements : Anacom, 51, rue Jean Jaurès, 92270 Bois-Colombes. Tél. : (1) 785.28.17.

### Colonnes d'épuisement pour procédés formant des croûtes

L'extraction de vapeurs ou de gaz dissous des solutions engendre souvent une précipitation simultanée de matières solides. Dans de nombreux cas, la récupération de telles matières solides constitue justement le but de l'extraction. Étant donné que des encroûtements se produisent fréquemment, l'exploitation doit être provisoirement arrêtée pour procéder au nettoyage de l'installation.

Sulzer a récemment mis au point une colonne d'épuisement (stripping) qui tient particulièrement compte de ce problème. Au moyen d'un plateau de colonne, type B, tout spécialement conçu, l'on réussit, dans une large mesure, à éviter des encrassements. Le rendement du plateau est néanmoins très élevé. A pleine charge, il atteint presque 100 %. Même des variations des charges ne posent aucun problème, car la colonne fonctionne de façon irréprochable même pour des charges de 20 % seulement.

Dans la plupart des cas, ces colonnes peuvent être calculées sur la base de facteurs empiriques. Pour de nouvelles applications, il est toutefois préférable de



faire d'abord des essais. A cet effet, Sulzer Winterthur tient à disposition une colonne pilote, DN 500 mm.

Renseignements : Sulzer CH-8401 Winterthur.

### Nouvelles pompes de transvasement longue durée

Graco vient de lancer sur le marché deux nouvelles pompes de transvasement d'un rapport 1 : 1, en acier au carbone, équipées de joints d'étanchéité avec coupelle de graissage et d'un moteur totalement indépendant que l'on ne trouvait, jusqu'ici, que sur les dernières pompes Fast-Flo en acier inoxydable. Ces dispositifs augmentent la durée de vie des garnitures et réduisent l'usure de la tige du piston particulièrement lors du pompage de produits tels que les isocyanates.

Les nouvelles pompes pneumatiques assurent une basse pression de refoulement des produits de faible viscosité, non corrosifs jusqu'à 40 litres par minute. La pression de refoulement peut atteindre 16 bar (230 psi). Les nouvelles Fast-Flo, à double effet, assurant un débit égal sur les deux courses du piston, conviennent également aux dosages.

Deux versions sont disponibles :

- une pompe pour fûts de 200 litres avec garniture en Teflon, convient particulièrement aux applications de produits à deux composants impliquant des isocyanates dans lesquels la cristallisation risque de causer une usure rapide en cas de déficience de lubrification.

- La seconde version est une pompe « courte » équipée de garnitures en polyéthylène. Elle est destinée aux transvasements de réservoirs de stockage, de fûts de différentes tailles et autres conteneurs.

Les pièces immergées des pompes sont en acier au carbone, en acier inoxydable série 300, en acier doux cadmié, en acier chromé ou zingué, avec des garnitures en Teflon ou polyéthylène suivant le modèle. Il existe des kits de conversion de garnitures en Teflon, polyéthylène et cuir.

Les deux versions sont fournies équipées d'un régulateur pneumatique d'alimentation et d'un raccord de branchement sur tuyauterie d'air comprimé. Un adaptateur de bonde de 50 mm est livré avec la pompe pour fût de 200 litres. Un adaptateur avec garniture spéciale est fourni à titre d'accessoire pour une utilisation avec des isocyanates.

Renseignements : Graco France S.A., 113, rue des Solets, 94523 Rungis Silic. Tél. : (1) 687.22.38.

### Panneaux de gaz intégrés références MFS 460/461

Le système de gaz a pour but de mesurer et de réguler la quantité massique de 2 à 4 lignes de gaz à la fois. Les capteurs de débit massique, les thermovannes de régulation, les clapets anti-retour, les vannes d'ouvertures et de fermetures de la ligne de gaz; tous ces éléments sont intégrés dans un seul bloc en acier inox.

En comparaison avec un système conventionnel, le MFS 460 supprime 70 % des problèmes de fuites dues aux raccords entre les débitmètres massiques, les vannes d'ouvertures et de fermetures, les circuits mélangeurs et les clapets anti-retour.



Ce système est piloté par un microprocesseur, qui enregistre les consignes de débit de chaque gaz en cm<sup>3</sup> ou litre/mn, assure les verrouillages des vannes pour les sécurités si nécessaire, affiche en permanence les débits par monitoring, peut asservir un débit de gaz par rapport à un autre débit en fixant le pourcentage du mélange. Le microprocesseur surveille en permanence chaque débit, le compare à la consigne donnée et, si une

différence de  $\pm 12\%$  apparaît, une alarme est enclenchée, pour avertir l'opérateur d'une faute de débit.

Tylan Sarl, 3, allée de Lausanne, 38290 Saint-Quentin-Fallavier. Tél. : (74) 94.45.83.

## Les pompes Verder

Le groupe Verder informe de la création de sa filiale française : les Pompes Verder s.a.r.l.

Cette création intervient après celles de Vleuten (Pays-Bas), Düsseldorf (R.F.A.) et Anvers (Belgique).

La gamme des pompes distribuées en France est la suivante :

- pompes péristaltiques de laboratoire et industrielles : débits de 0,0008 ml/min à 700 l/h, pour le dosage et le transfert de produits délicats ou agressifs, avec possibilité d'asservissement,
- pompes péristaltiques industrielles à haute pression : débits jusqu'à 84 000 l/h, pression jusqu'à 15 bars; l'avantage de la pompe péristaltique appliqué à l'échelle industrielle, pour liquides abrasifs (particules jusqu'à 15 mm de diamètre), agressifs ou alimentaires,
- pompes à engrenages à entraînement magnétique : débits de 0,25 ml/min à 10 l/min; pompe pour HPLC et industrie, excellente résistance chimique,
- pompes à double membrane à air comprimé : débits jusqu'à 400 l/min; pour produits agressifs et/ou chargés (particules jusqu'à 8 mm de diamètre), construction en Néoprène, Viton ou PTFE.

Les Pompes Verder sont spécialisées dans la distribution de pompes spéciales pour laboratoires, recherche, chimie générale et industries.

Renseignements : Pompes Verder, Centre Commercial Élysée 2, 18, av. de la Jonchère, 78170 La Celle Saint Cloud. Tél. : (3) 969.45.60.

## Cent ans déjà, mais toujours d'actualité !

La méthode Kjeldahl, du nom de son créateur le chimiste danois, Johan Gustav Christoffer Thorsager Kjeldahl, est bien connue de tous ceux qui ont à faire les dosages d'azote dans les protéines. Elle reste la plus utilisée dans le monde entier et, rien qu'en France, le nombre d'analyses Kjeldahl réalisées chaque année se chiffre en millions. Cette méthode ne doit certes pas son succès à sa popularité (c'est en effet l'un des travaux les plus désagréables pour le technicien !) mais à ses caractéristiques particulières :

1. c'est une méthode absolue qui ne nécessite pas d'étalonnage;

2. contrairement à de nombreuses méthodes, elle peut s'appliquer à un échantillon important, liquide ou solide, ce qui la rend utilisable pour tous produits même peu homogène;

3. elle ne nécessite l'emploi que d'appareils simples et peu coûteux;

4. la mesure quantitative finale met en œuvre un simple titrage acide-base.

Enfin, il est facile de calculer la teneur en protéines de l'échantillon à partir du résultat du dosage, en utilisant un facteur de conversion (« coefficient Kjeldahl »).

Depuis la création de la méthode, un certain nombre de travaux a porté sur l'amélioration de la technique, tant sur l'appareillage que sur la chimie en elle-même.



En effet, la technique classique expose l'opérateur à des conditions de travail désagréables et même dangereuses car elle met en œuvre une minéralisation de l'échantillon dans de l'acide sulfurique bouillant suivi par une neutralisation avec une solution de soude très concentrée. Avec l'appareillage classique, la minéralisation est lente et produit de fortes fumées acides; de surcroît, il est nécessaire ensuite de procéder à un transvasement de l'échantillon, avec les risques de pertes que cela entraîne.

Il y a déjà 10 ans, la société suédoise TECATOR créait ses premiers équipements Kjeldahl modernes : les Kjeltecs I et II, pour macro et semi-micro Kjeldahls.

A ces appareils, utilisés dans le monde entier, viennent s'ajouter maintenant l'analyseur Kjeltec Auto qui, avec l'introduction d'un microprocesseur, réunit une automatisation poussée et de meilleures performances analytiques possibles, pour un prix très accessible.

Les efforts de TECATOR ont porté sur les différents stades de la méthode Kjeldahl et, en premier lieu, sur la minéralisation. L'étape première d'un dosage Kjeldahl consiste, en effet, à transformer l'azote organique présent dans l'échantillon en sulfate d'ammonium. Pour cela, l'échantillon est placé dans l'acide sulfurique bouillant. Par la méthode classique, en l'absence de catalyseur, cette opération nécessite plusieurs heures (de 2 à 4 heures suivant l'échantillon) pendant lesquelles il y a émission importante de vapeurs acides.

L'adjonction de sels comme le sulfate de potassium, d'une part, qui permet d'accroître la température d'ébullition de l'acide et, donc, d'accélérer la minéralisation, et l'emploi de catalyseurs en pastille pré-dosées, faciles à utiliser, d'autre part, ont permis de réduire la durée de minéralisation à quelques dizaines de minutes (20 à 45 minutes, selon les échantillons).

Parallèlement, sont apparus sur le marché les minéralisateurs modernes dont les blocs TECATOR sont le meilleur exemple. Ces blocs sont construits en aluminium, ce qui garantit l'homogénéité de la température. Ils sont régulés par un thermostat intégré, ce qui assure la précision et la reproductibilité de la température de minéralisation.



En pratique, cette première étape ne consiste plus qu'à introduire un certain poids d'échantillon dans un tube, ajouter 2 pastilles de catalyseur, puis, à l'aide d'une pipette automatique, de l'acide sulfurique et à minéraliser le temps nécessaire dans le bloc de minéralisation. La seconde étape (distillation) a pour but de transformer le sulfate d'ammonium du minéralisé en ammoniacque par addition de soude concentrée, et à entraîner, par distillation à la vapeur, l'ammoniacque formée pour, après l'avoir recueillie, faire un titrage acide-base pour en connaître la quantité exactement distillée. Aujourd'hui TECATOR propose l'analyseur Kjeltec Auto qui effectue automatiquement toutes les opérations dès la mise en place du tube contenant l'échantillon minéralisé : distillation, titrage, calcul et présentation des résultats sans risque d'erreurs de l'opérateur.

L'évolution des appareils, l'introduction du microprocesseur et les résultats des recherches, en particulier sur les catalyseurs de minéralisation, font de la méthode Kjeldahl une technique très moderne, précise et facile à utiliser en toute sécurité. Les possibilités offertes, dès maintenant, par l'utilisation de cellule à diffusion gazeuse pour le dosage de l'ammoniacque, dans le minéralisé, par les techniques d'injection en flux continu non segmenté FIA, sont très intéressantes pour le travail de routine, même en micro-dosages. Aujourd'hui, l'utilisation du microprocesseur, demandant le couplage de cette méthode Kjeldahl et de cette technique en continu, très récente, suffisent à montrer que l'on réalisera encore longtemps des dosages Kjeldahl dans les laboratoires.

# Quand on parle d'HPLC, Varian fixe le standard.

Varian montre la voie en proposant des analyseurs HPLC conçus de façon spécifique, mais qui peuvent aussi être utilisés pour d'autres applications.

## **Chromatographie des PONA**

permet une séparation réelle par classe: des Parafines, Oléfines, Naphtènes, des Aromatiques et d'interpréter facilement les chromatogrammes. Le tout entre 30 et 45 minutes.

## **Analyse des acides aminés**

sépare les acides aminés dans les hydrolysats et les liquides physiologiques en moins de temps et à moindre coût que les analyseurs d'acides aminés classiques.

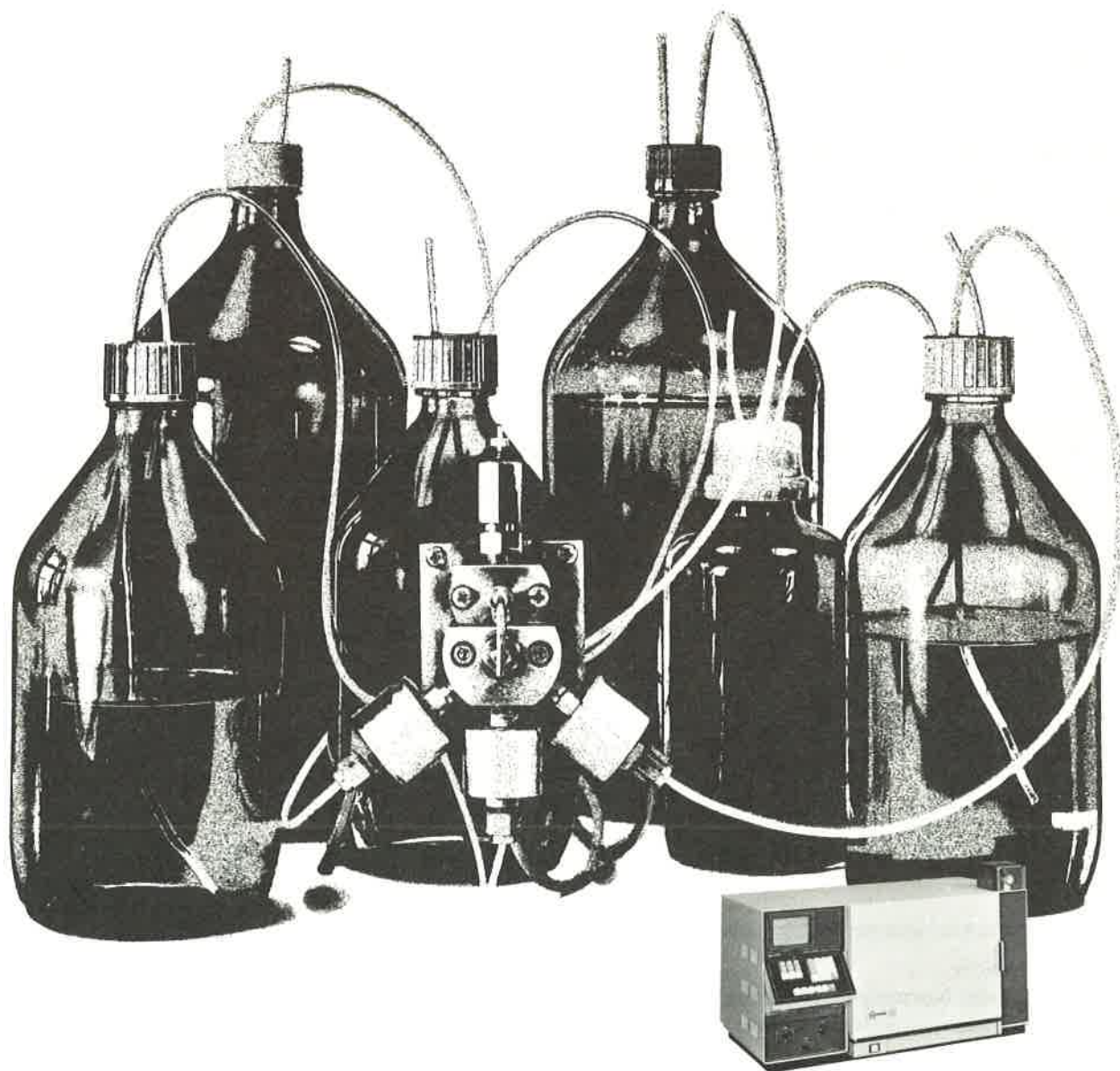
## **Chromatographie ionique**

dose non seulement un ion mais aussi analyse la plupart des anions en une seule injection à des sensibilités supérieures aux techniques chimiques classiques.

Tous les systèmes de HPLC Varian permettent la sélection de mélanges binaires ou ternaires à partir de six solvants (en option). Les temps d'équilibration du système, les risques d'interférence sont réduits et les temps d'analyses diminués. La précision des débits, de la composition des phases, la sécurité du système et la souplesse d'utilisation sont excellents.

Pour plus d'informations, n'hésitez pas à nous contacter.

**L'automatisme bien pensé de Varian**



Varian S.A. / Quartier de Courtaboeuf / B.P. 12 / F-91941 Les Ulis Cedex / Tél. (6) 907 78 26  
Société Varian / 2, rue de Savoie / F-69800 Saint-Priest-Mi-Plaine / Tél. (78) 90 82 12  
Varian S.A. / N.V. / Av. Charles-Quint 545 / Keizer Karellaan 545 / B-1080 Bruxelles / Brussel / Tél. (02) 466 20 00

LC 83.10 / AC

<p>Adsorption 13 Analyse 4 Analyse spectrale 1, 4 Biochimie, biologie 1, 4, 8, 12, 22 Catalyse 8, 13 Charbon 3, 20 Chimie analytique 8 Chimie de coordination 2 Chimie minérale 19 Chimie nucléaire 8, 9 Chimie organique 1, 2, 4, 8, 10, 22 Chimie du solide 4, 8</p>	<p>Chimie thérapeutique, 22 Chromatographie 4 Cinétique 13 Cristaux liquides 4, 8 Détergents 20 Documentation 18 Énergie 3, 7 Enseignement 17 Environnement 14 Formation continue (encadrés dans le texte)</p>	<p>Hydrogène 13 Industrie 3, 5, 6, 7, 9, 11, 14, 15, 16, 20, 21 Métallurgie 6, 9, 15, 16 Organométalliques 10 Photochimie 1, 2, 8 Polymères 8 Publications 19 Salons 17 Sécurité 5 Surfaces 19</p>
--	--	--

\* Cette rubrique rassemble des informations qui appellent, éventuellement, une participation ou une demande du lecteur : appels d'offres, colloques, congrès, formation continue, prix, salons, etc. Consulter également la rubrique F.F.C.

## 1. Séminaires de chimie organique de l'Université Paris VI

Les conférences ont lieu, à 11 heures, dans le bâtiment F, 8, rue Cuvier, salle 434 (4<sup>e</sup> étage).

**Lundi 11 avril**, G. Linstrumelle (ENS, Paris) :

*Synthèses stéréosélectives de polyènes.*

**Lundi 18 avril**, M. Grignon-Dubois (Université de Bordeaux) :

*La RMN du <sup>29</sup>Si : un nouvel outil au service du chimiste organicien.*

**Lundi 25 avril**, C. Largeau (ENSCP, Paris) :

*Mécanisme de biosynthèse des hydrocarbures.*

**Lundi 2 mai**, A. Greene (Université de Grenoble) :

*Synthèses totales de produits terpénoïdes.*

**Lundi 9 mai**, J. C. Micheau (Université de Toulouse) :

*Instabilités et structures dissipatives dans les systèmes photochimiques : oscillations, formes et fluctuations. Approche expérimentale et théorique.*

**Lundi 16 mai**, E. Negishi (Purdue University, West Lafayette) :

*Novel metal promoted cyclization reactions.*

## 2. Séminaires de l'École Normale Supérieure

Les réunions ont lieu dans la salle de conférences (rez-de-chaussée) du Laboratoire de chimie, 24, rue Lhomond, Paris (5<sup>e</sup>), à 17 heures.

**Mardi 12 avril 1983**, M. E. Rose (CNRS, Université P. et M. Curie, Paris VI) :

*Substitution nucléophile sur les benchrotrènes.*

**Mardi 19 avril 1983**, Dr. J. Muzart (CNRS, Université de Reims) :

*Complexes  $\eta^3$  allyl et oxo-allyl palladium : réactivité et photoréactivité.*

**Mardi 26 avril 1983**, Professeur B. Gross (Université de Nancy) :

*Ethers couronnes chiraux osidiques : synthèses et applications.*

## 3. Le prix futur du charbon vapeur

L'Association des Ingénieurs et Scientifiques de France (ISF) organise, avec le concours de la revue *L'énergie*, le **mercredi 13 avril 1983**, à 14 h, salle de cinéma du Gaz de France, 23, rue Ph.-Delorme, Paris 17<sup>e</sup>, une Journée d'étude ayant pour thème : Le prix futur du charbon vapeur. La journée est placée sous la présidence de M. Pierre-Noël Giraud, Directeur du Centre d'Étude des Ressources Naturelles de l'École des Mines de Paris.

Renseignements : Mme G. Gouache, 19, rue Blanche, 75009 Paris. Tél. : (1) 874.83.56.

## 4. Conférences du Groupe des laboratoires de Vitry-Thiais

Elles auront lieu dans l'Auditorium du Groupe à 10 h 30 :

**Mercredi 13 avril**, P. Potier (ICSN, Gif-sur-Yvette) :

*Contribution d'un chimiste organicien à quelques problèmes biologiques.*

**Vendredi 22 avril**, Prof. P. A. Bartlett (Univ. of California, Berkeley) :

*Stereocontrol via cyclization reactions; design and synthesis of enzyme inhibitors.*

**Mercredi 27 avril**, Dr H. Strzelecka (C.N.R.S., Thiais) :

*Cristaux liquides discotiques : voie d'accès aux conducteurs organiques mésomorphes.*

**Mercredi 11 mai**, Prof. G. Snatzke (Université de Bochüm, R.F.A.) :

*Application of in situ complexes of transition metal clusters to the determination of absolute configuration of glycols, amines, and acids.*

**Mercredi 18 mai**, Prof. J. Rouxel (Université de Nantes) :

*Aspects ioniques et électroniques en chimie d'intercalation.*

**Mercredi 25 mai**, Dr J. C. Prome (C.N.R.S., Toulouse) :

*Nouvelles méthodes d'analyse des substances polaires par spectrométrie de masse. Ionisation, désorption et décomposition par collision.*

**Mercredi 1<sup>er</sup> juin**, Dr R. Audebert (Université Pierre-et-Marie Curie, Paris) :

*Dédoublement direct des inverses optiques par chromatographie en phase liquide.*

## 5. Sécurité/responsabilité du fait des produits

Un séminaire, sur la sécurité/responsabilité du fait des produits et les conséquences économiques, est organisé à l'hôtel Inter-Continental de Paris les **28 et 29 avril 1983**, par l'IPRE (International Professional Association for Environmental Affairs). L'évaluation des tendances de la réglementation et de leurs conséquences économi-

ques sera l'objet principal de ce séminaire. Traduction simultanée : anglais et français.

Renseignements : M. J. Salamitou, Rhône-Poulenc S. A., Cedex 29, 92097 Paris-la-Défense (Tél. : (1) 768.11.28) ou M. J. Labbé, Esso Chimie, Cedex 31, 92098 Paris-la-Défense (Tél. : (1) 334.61.65).

## 6. 22<sup>e</sup> Journées des aciers spéciaux

Organisées à Annecy, le **mercredi 4 et jeudi 5 mai 1983**, par le Cercle d'Étude des Métaux, la Société Française de Métallurgie et la Chambre Syndicale des Producteurs d'Aciers Fins et Spéciaux, sous le patronage du Centre Technique de l'Industrie du Décolletage, les 22<sup>es</sup> Journées seront consacrées aux progrès dans les aciers de construction et inoxydables en vue de faciliter les opérations de mise en forme. Les opérations de mise en forme envisagées sont, d'une manière très générale : l'usinage, le formage à froid et le formage à chaud.

Des communications sur les progrès dans la compréhension des mécanismes de la coupe ou du formage pourront être acceptées. Les langues officielles seront le français et l'anglais. La traduction simultanée sera assurée au cours des séances de travail.

Renseignements : Secrétariat général, Cercle d'Études des Métaux, ENSM, 158, Cours Fauriel, 42023 Saint-Étienne Cedex. Tél. : (77) 25.20.23.

## 7. Les modèles énergétiques

La Journée organisée le **jeudi 2 juin 1983**, à 9 h, par les I.S.F. sur le thème « Les modèles énergétiques, des outils pour explorer ou pour maîtriser l'avenir », est une journée d'information générale qui intéressera toutes les personnes concernées par l'évolution des problèmes liés à la production et à l'utilisation de l'énergie. Elle concernera ainsi plutôt l'utilisation des modèles que la technique interne de construction des modèles.

La matinée, après un exposé d'introduction sur les modèles, est consacrée aux modèles énergétiques au sens strict, elle se termine par une Table-ronde où les différents représentants sectoriels exposeront leur point de vue d'utilisateurs de modèles énergétiques.

L'après-midi, seront abordés les modèles englobant l'énergie et l'économie, à la fois dans le contexte français et dans une optique internationale. Au cours de la Table-ronde générale, réunissant des personnes de tous les horizons, l'ensemble des problèmes liés aux modèles énergétiques sera passé en revue.

Renseignements, Mme Gouache, I.S.F., 19, rue Blanche, 75009 Paris. Tél. : (1) 874.83.56.

## 8. Gordon Research Conferences

Ces conférences se dérouleront, du **13 juin au 26 août 1983**, dans des lieux divers du New Hampshire, Rhode Island (U.S.A.). Organisées tous les ans par l'Université de Rhode Island, elles sont consacrées à des thèmes variés tels que :

- acides nucléiques, réactions des radicaux libres, chimie organique physique (13-17 juin);
- chimie nucléaire, science du milieu-air, métallurgie physique (20-24 juin);
- catalyse, protéines, cristaux liquides, phosphates de calcium (27 juin-1<sup>er</sup> juillet);
- polymères, chimie et physique du solide, science et technologie des biomatériaux (4-8 juillet);
- osmose inverse et ultrafiltration, chimie des composés hétérocycliques, polyamines, polymères/colloïdes, pyrolyse analytique, catalyse macromoléculaire et miscellaire, distribution électronique et liaisons chimiques (11-15 juillet);
- élastomères, réactions organiques et processus, photochimie organique, membranes et phénomènes de transport, échanges ioniques (18-22 juillet);
- corrosion, produits naturels, chimie aux interfaces, dégradation microbiologiques, relations quantitative structure-activité, céramiques/études de l'état solide (25-29 juillet);
- chimie médicale, statistiques en chimie et génie chimique, toxicologie et évaluation de la sécurité, catécholamine, glycoprotéines et glycolipides, les polymères ioniques (1-5 août);
- alimentation et nutrition, verre, chimie minérale, chimie et physique des revêtements et films (8-12 août);
- séparation et purification, chimie et aspects toxicologiques des produits de combustion, chimie et physique des liquides, action directe du rayonnement ionisant sur les macromolécules (15-19 août);
- science des adhésifs, polymères thermodurcissables, géochimie minérale, sels fondus (22-26 août).

Renseignements : Dr Alexander M. Cruickshank, Gordon Research Conferences, University of Rhode Island, Kingston, Rhode Island 02881, U.S.A.

## 9. 26<sup>e</sup> Colloque de métallurgie

Le Colloque de métallurgie, organisé à Saclay, chaque année par l'I.N.S.T.N., aura lieu les **lundi 20, mardi 21 et mercredi 22 juin 1983**, sur le thème : Effets d'irradiation dans les matériaux.

Ce Colloque recouvrira les aspects fondamentaux des effets d'irradiation (microscopique, macroscopique, et techniques nouvelles d'étude), ainsi que les aspects appliqués (réacteurs à eau, réacteurs rapides, réacteurs de fusion, matériaux de

stockage des déchets, implantation). Les problèmes de combustibles ne seront pas abordés. Les conférences de synthèses à caractère didactique alterneront avec des contributions courtes, orales ou sous forme d'affiches, sur les résultats récents.

Renseignements : Ch. de Novion, Mme A. Bloch, Centre d'Études Nucléaires de Saclay, I.N.S.T.N., secrétariat du 26<sup>e</sup> colloque de métallurgie, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex.

## 10. 2<sup>e</sup> Symposium IUPAC de chimie organométallique orientée vers la synthèse organique

Ce symposium, organisé conjointement par l'Université de Dijon et l'Université de Lausanne, se tiendra à Dijon, du **28 août au 1<sup>er</sup> septembre 1983**.

Le programme scientifique comprendra :

1. Des conférences plénières classiques de 50 minutes ou 25 minutes (Conférences A).
2. Des conférences plénières suivies d'une présentation orale très courte d'affiches sélectionnées (traitant en principe d'un thème voisin de celui de la conférence plénière concernée) (Conférences B).
3. Des sessions d'affiches. Toutes les propositions d'affiches relatives au sujet du symposium (réactions organiques utiles en synthèse et utilisant des composés organométalliques ou des métaux) seront en principe acceptées. Ceci inclut les catalyseurs et tous les métaux du lithium aux lanthanides et aux actinides.

### Conférences plénières A

- J. E. Bäckvall (Stockholm, Suède) : *Palladium Catalyzed Oxidations in Selective Organic Synthesis*.
- G. Casnati (Parma, Italie) : *Template Catalysis via non Transition Metal Complexes : New Highly Selective Syntheses on Phenol Systems*.
- R. Corriu (Montpellier, France) : *Quelques utilisations de la liaison silicium-azote en synthèse organique*.
- K. H. Dötz (Munich, RFA) : *Carbon Carbon Bond Formation via Carbonyl Carbene Complexes*.
- M. Franck-Neumann (Strasbourg, France) : *Applications synthétiques de quelques complexes de métaux carbonylés*.
- R. H. Grubbs (Pasadena, USA) : *Synthetic Applications of Titanium-Carbene and Metallocyclic Complexes*.
- T. Mukaiyama (Tokyo, Japon) : *Metal Enolates in Organic Synthesis*.
- J. F. Normant (Paris, France) : *Synthèse organique à l'aide des dérivés organo cuivreux*.
- A. J. Pearson (Cambridge, UK) : *Natural products synthesis using organoiron complexes*.
- U. Schöllkopf (Göttingen, RFA) : *Asymmetric Synthesis of Amino Acids via Metallated Heterocycles*.

- D. Seebach (Zürich, Suisse): *Synthetic Applications of Simple Organotitanium and-zirconium Reagents*.
- K. B. Sharpless (Cambridge, USA): *Recent Advances in Selective Metal-Catalyzed Oxidations*.
- V. I. Sokolov (Moscou, URSS): *Asymmetric cyclopalladation as a tool of enantioselective synthesis*.
- K. Utimoto (Kyoto, Japon): *Palladium Catalyzed Synthesis of Five Membered Heterocycles*.

#### Conférences plénières B

- I. Fleming (Cambridge, UK): *Somes Uses of Silicon Compounds in Organic Synthesis*.
- L. S. Hegedus (Fort Collins, USA): *The Synthesis of Heterocycles using Transition Metal Reagents*.
- J. M. Lehn (Strasbourg, France): *Les macrocycles dans les systèmes organométalliques*.
- P. Pino (Zürich, Suisse): *Organometallic Catalysis in Asymmetric Synthesis*.
- R. Scheffold (Berne, Suisse): *Vitamin B<sub>12</sub> and related Cobalt-complexes as Catalysts in organic Synthesis*.
- H. Yamamoto (Nagoya, Japon): *Selective Reactions using Organoaluminium Reagents*.

La deuxième circulaire concernant ce Symposium peut être obtenue en écrivant à J. Tirouflet, Université de Dijon, B.P. 138, 21004 Dijon Cedex (France).

#### Stage d'initiation à la détection électrochimique en chromatographie liquide

Les 22 et 23 septembre 1983 auront lieu au Laboratoire de chimie analytique III de l'Université Claude Bernard Lyon I (Professeur Porthault), deux Journées d'« Initiation à la détection électrochimique en chromatographie liquide ».

Ce stage s'adresse aux chromatographistes désireux d'utiliser au mieux un détecteur électronique; après quelques exposés de base (rappels de chromatographie, principes de l'électrochimie), les problèmes posés par l'association des techniques chromatographiques et électrochimiques seront passés en revue. Une large part sera faite aux manipulations: courbes intensité-potentiel et utilisation de divers détecteurs électrochimiques.

Nombre de places limité, coût du stage 1 800 francs (repas de midi sur le campus).

Pour tous renseignements, s'adresser à Mme M. Bréant, Laboratoire de chimie analytique III, Université Claude Bernard, Lyon I, 43, boulevard du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex. Tél.: (7) 889.81.24, poste 36-08.

### 11. 3<sup>e</sup> Colloque international sur le soudage et la fusion par faisceau d'électrons et laser

C'est à Lyon que se tiendra, du 5 au 9 septembre 1983, le 3<sup>e</sup> Colloque international sur le soudage et la fusion par faisceau d'électrons et laser (3<sup>e</sup> CISFFEL). Organisé par le Commissariat à l'Énergie Atomique, en liaison avec l'Institut de Soudure, le colloque réunira plus de 400 universitaires, chercheurs et industriels du monde entier.

Les industriels, principaux utilisateurs de ces nouveaux procédés, auront, à l'occasion du 3<sup>e</sup> CISFFEL, l'opportunité de faire le point sur les progrès effectués ces dernières années sur ces deux techniques.

Organisé intentionnellement dans le carrefour industriel que représente la région lyonnaise, ce colloque offrira de multiples possibilités d'échanges autour de conférences orales et par affiches, d'une exposition de matériel et d'exemples de réalisation et des visites d'installations.

Renseignements: Promolyon, quai Achille Lignon, 69006 Lyon. Tél.: (7) 893.51.27.

### 12. Pasteur Biosciences 83

Ce colloque, organisé par l'Institut Pasteur et le Ministère de la Recherche et de l'Industrie, se déroulera à l'Institut Pasteur de Paris, du 6 au 9 septembre 1983, sur les trois grands thèmes suivants:

- Microbiologie et fermentations.
- Biologie des organismes supérieurs et santé.
- Biologie des plantes et agriculture.

Pour tous renseignements: Pasteur Biosciences 83, Institut Pasteur, 25-28, rue du Docteur Roux, 75724 Paris Cedex 15. Tél.: 306.19.19, postes 2035-2036.

### 13. Symposium international sur l'épandage des espèces adsorbées

Dans le cadre des Colloques internationaux du CNRS, il est organisé, du 12 au 16 septembre 1983, à Lyon-Villeurbanne un Symposium international sur l'épandage d'hydrogène, ou d'autres molécules, depuis le métal (en général actif comme catalyseur) jusqu'au support non métallique (oxyde inorganique ou carbone par exemple). Trois aspects au moins sont envisagés:

- Cinétique et mécanisme de la migration (épandage) de l'hydrogène chimisorbé, ou d'autres espèces, du métal jusqu'aux confins du constituant non métallique.
- Réactivité de l'hydrogène ainsi épandu, ou d'autres espèces, vis-à-vis des diverses molécules acceptrices.

c) Action de l'hydrogène épandu, ou d'autres espèces, sur le constituant non métallique, pouvant se manifester par la création des sites d'activité catalytique nouvelle.

Un résumé de la communication, n'excédant pas deux pages dactylographiées, doit être envoyé, au plus tard le 1<sup>er</sup> novembre 1982, à l'adresse suivante: Professeur G. M. Pajonk, Université Claude Bernard Lyon I, Laboratoire de catalyse appliquée et cinétique hétérogène, L. A. n° 231 du CNRS, 43, Bd du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex.

### 14. Chimie et protection de l'environnement

Le 4<sup>e</sup> Congrès international « Chimie et protection de l'environnement » se tiendra, du 19 au 25 septembre 1983, à l'École Nationale Supérieure de Chimie et à l'Université Paul Sabatier de Toulouse. Ce congrès fait suite à une série de congrès organisés en 1976, 1979, 1981 à Lublin (Pologne).

L'objectif principal de ce congrès est centré sur l'application des méthodes chimiques à la protection de l'environnement. Il doit permettre un échange de connaissances scientifiques et techniques sur les problèmes de l'environnement qui peuvent être résolus par des méthodes chimiques.

Le français et l'anglais en sont les langues officielles. Le programme prévoit:

- des conférences principales de 45 minutes;
- des communications de 15 minutes avec 5 minutes de discussion;
- une exposition de communications par affiches.

### Séminaires du Centre Français de la Couleur

Le Centre Français de la Couleur dispense chaque mois un enseignement de la couleur destiné aux ingénieurs et techniciens de toutes branches de l'industrie. Cette formation met à la disposition des industriels les notions de vision des couleurs et de colorimétrie susceptibles de les introduire aux techniques de repérage, de colorimétrie utilisées dans tous les domaines de l'activité humaine: scientifiques, industriels, commerciaux, artistiques, etc.

Ces séminaires s'effectuent sur 3 jours à Paris, mais peuvent être dispensés, à la demande, au sein des entreprises.

Pour tous renseignements s'adresser au CFC, 43, rue Cuvier, 75231 Paris, Cedex 05. Tél.: (1) 587.38.98.



Les personnes intéressées par une conférence ou communication (orale ou par affiches) doivent soumettre un résumé de leurs travaux (30 lignes maximum), avant le 30 mars 1983.

Un comité scientifique et de lecture international sélectionnera un certain nombre d'articles qui seront publiés dans un livre spécial.

Au cours du congrès se tiendra, dans les locaux de l'École Nationale Supérieure de Chimie, une exposition de matériel scientifique.

Toute correspondance concernant le congrès doit être adressée au Professeur A. Verdier, École Nationale Supérieure de Chimie, Institut National Polytechnique, 118, route de Narbonne, 31077 Toulouse Cedex. Tél. : (61) 53.14.21.

## 15. Journées métallurgiques d'automne 1983

Les Journées métallurgiques d'automne 1983 de la Société Française de Métallurgie, auront lieu, les 18, 19 et 20 octobre, à la Maison des Ingénieurs et Scientifiques de France (ISF), 19, rue Blanche, à Paris.

Elles porteront sur cinq thèmes. Les communications se rapportant à ces thèmes seront présentées oralement ou par affichage. De plus, une session hors thème est prévue. Les communications hors thème pourront de même être présentées oralement ou par affichage.

Les personnes désirant présenter une communication orale ou par affichage, sont priées d'envoyer, avant le 15 avril, le titre de la communication et un résumé d'une page dactylographiée aux animateurs des thèmes ou à l'animateur de la session « hors thème » (exclusivement).

Thème 1. Mise en forme : M. Yves Honnorat, SNECMA. B.P. 81, 91003 Évry Cedex.

Thème 2. Propriétés et comportement en service des assemblages soudés : M. Henri-Paul Lieurade, IRSID, 78105 Saint-Germain-en-Laye Cedex.

Thème 3. Évolution des procédés de traitement de surface en vue de l'obtention de propriétés nouvelles : M. Gérard Béran-ger, UTC, B.P. 233, 60206 Compiègne Cedex.

Thème 4. Mécanismes de la déformation plastique à froid des monocristaux et des polycristaux : M. André Zaoui, Université de Paris-Nord, Laboratoire LPMTM. Av. J. B. Clément, 93430 Villetaneuse.

Thème 5. Progrès dans l'instrumentation et l'exploitation des résultats en essais mécaniques : M. Jacques Dumont-Fillon, IRSID, 78105 Saint-Germain-en-Laye Cedex.

Hors thème : M. André Rist, École Centrale, Grande voie des Vignes, 92290 Châtenay-Malabry.

Les auteurs seront prévenus de l'acceptation, ou non, de leur proposition avant le 15 mai.

Renseignements : Société Française de Métallurgie, 1-5, rue Paul Cézanne, 75008 Paris. Tél. : (1) 563.17.10.

## 16. Colloque international sur les matériaux résistant à l'usure

Le Cercle d'Études des Métaux organise, la semaine du 21 au 25 novembre 1983, à l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne, un Colloque international sur les matériaux résistant à l'usure.

Les matériaux considérés sont ceux utilisés dans les organes mécaniques, les outils, à l'exception des outils de coupe, et les pièces d'usure. Seront traités :

- les aspects métallurgiques de ces alliages;

• leurs caractéristiques physiques, mécaniques et leur comportement en service, en relation avec les sollicitations mécaniques exercées et les conditions d'environnement. Les langues officielles seront le français et l'anglais. La traduction simultanée sera assurée au cours des séances de travail.

**Appel aux communications :** les auteurs intéressés par ce colloque sont priés de préciser, dès que possible, leur intention de présenter une communication en indiquant le titre et le nom des auteurs et, d'adresser, avant le 15 septembre 1983, un résumé, en anglais et en français, comprenant : 4 pages de texte en chaque langue, et les figures et tableaux essentiels, avec légendes en anglais et en français, en 4 pages au plus. Texte complet de la communication : avant le 1<sup>er</sup> novembre 1983.

Renseignements : Cercle d'Études des Métaux, ENSM, 158, cours Fauriel, 42023 Saint-Étienne Cedex. Tél. : (77) 25.20.23.

## 17. Educatec 83

Educatec 83, Salon des équipements, matériels et techniques pour l'enseignement et la formation, aura lieu du 9 au 15 décembre 1983, au Parc des Expositions de Paris (Porte de Versailles).

Cette manifestation a pour but de permettre aux concepteurs de méthodes et fabricants de matériels pour l'éducation et la formation, de présenter aux enseignants, formateurs et responsables du secteur éducatif toutes les innovations que permettent actuellement les nouvelles technologies, et de favoriser un dialogue « fabricant/éducateur » tant au plan national qu'au niveau international.

Les exposants présenteront, sur des stands individuels ou de groupe, un matériel très diversifié (ordinateurs, micro-ordinateurs et informatique appliqués à l'éducation, matériel scientifique : physique, optique, biologique, etc., matériel audio-visuel, laboratoires de langues, matériel de dessin technique, machines-outils, édition et méthodes de formation, jeux pédagogiques, etc.).

Educatec 83 sera, également, l'occasion de grands colloques/débats ou symposiums, sur tous les sujets qui ont trait à l'enseignement et à la formation.

Renseignements : Edit Expo International, 4, rue de Chéroy, 75017 Paris. Tél. : (1) 294.05.60.

## 18. Banques de données : le CIBDV accessible aux non-abonnés

L'utilisation des banques de données se heurte à des problèmes élémentaires de connaissance et d'évaluation des sources disponibles et des services que ces banques de données peuvent rendre.

*Vient de paraître :*

### **l'édition 1983 du Kompass Professionnel (France)**

**Chimie. Pétrole. Caoutchouc. Plastiques**

L'ouvrage est composé de 105 branches professionnelles (avec 3 750 nomenclatures d'articles) pour 9 500 citations de fournisseurs et complété d'un index alphabétique des articles en 4 langues.

En outre, chaque firme est présentée par ordre alphabétique, sous forme de notice détaillée comportant des informations sociales, administratives, industrielles et commerciales.

La nouvelle édition bénéficie de la méthode informatique mise en œuvre pour l'ensemble des Kompass. Sa masse documentaire est actualisée chaque année par un réseau de 80 enquêteurs exclusifs.

**Un volume 21 × 29,7 de 942 pages : 426,96 F TTC Franco de Port**

Éditeur : S.N.E.I. - KOMPASS, 22, avenue F. D. Roosevelt, 75008 Paris. Tél. : (1) 359.37.59 + télex : 660911F SNEI.

Pour faire face à ce besoin d'information, le CIBDV (Centre d'Information des Banques de Données et du Vidéotex) rassemble, depuis trois ans, une documentation française et internationale sur tous les aspects des services d'information en ligne.

Les services de question/réponse téléphonique et l'accès au centre de documentation du CIBDV étaient jusqu'à présent réservés à ses abonnés.

Après accord avec la Mission Interministérielle de l'Information Scientifique et Technique (MIDIST) et pour une durée d'un an, le CIBDV offre gratuitement ces services aux étudiants, aux universitaires et chercheurs, aux journalistes.

Les PME-PMI souhaitant découvrir ces nouveaux outils d'information que sont les Banques de Données et le Vidéotex peuvent également bénéficier gratuitement de la documentation de base du CIBDV.

Pour tous renseignements, contacter Michel Vajou; 11, rue du Marché Saint-Honoré, 75001 Paris. Tél. : (1) 261.45.17/27.

## Formation continue

### Principles of gaz fluidization

#### Sujets

- Basic hydrodynamics of fluidized systems.
- Division of gas between phases.
- Slugging and high velocity beds.
- X-ray studies of bed interiors.
- Elutriation and freeboard mechanisms.
- Solids mixing and segregation.
- Chemical reactor modelling.
- Combustion mechanisms.
- Desulphurization.
- Combustion applications.
- Granulation.
- Hot gas cleaning.
- Fluidization under pressure.

#### Enseignants

Professor P. N. Rowe (UCL); Professor A. W. Nienow (University of Birmingham); Dr R. Collins (UCL); Dr J. G. Yates (UCL); Mr M. J. Cooke (CRE, Stoke Orchard).

**Dates et lieu :** les 20, 21 et 22 avril 1983;  
University College London (UCL), à Londres, Grande-Bretagne.

**Renseignements :** Dr J. G. Yates, Department of Chemical Engineering, University College London, Torrington Place, London WC1E 7JE. Tél. : 01.387.7050, poste 563 ou 560.  
(Possibilité d'hébergement à Ramsay Hall, à 5 mn de l'UCL.

## 19. Les surfaces des solides minéraux

Cet ouvrage collectif, publié sous la direction de V. Gabis et M. Lagache, constitue le recueil de tous les cours donnés lors d'une école d'été consacrée à l'étude des phénomènes physico-chimiques qui se produisent sur les surfaces des solides minéraux en présence de vapeurs ou de solutions aqueuses. Il offre donc la possibilité à tout chercheur, enseignant ou étudiant peu familier de ces questions, de faire le tour du sujet.

Ouvrage en 2 volumes, 645 pages, édité par la Société française de Minéralogie et de Cristallographie, Paris, 1982. Prix des 2 volumes : 200 francs TTC, à commander au Secrétariat de la Société Française de Minéralogie et de Cristallographie, Tour 16, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05. CCP 6168-45 P Paris.

## 20. Nouvelles études de Battelle

● **Évolution du domaine des détergents.**  
Cette étude vise à identifier les changements d'ordre technologique, économique et d'environnement qui pourraient affecter, ou affectent déjà, l'industrie des détergents (fournisseurs de matières premières, intermédiaires, et additifs; formulateurs, utilisateurs).

● **Nouveaux types de mélanges ultrafins charbon-eau (MCE)**

Dans de nombreux pays, le développement et l'utilisation de mélanges charbon-eau (MCE) sont à même de faciliter l'accroissement prévu de la consommation de charbon pour la production d'électricité, de vapeur industrielle et pour le chauffage domestique. En effet, ce type de combustible, qui peut contenir 70-75 % de charbon en suspension, procure tout l'avantage économique du charbon par rapport au fuel-oil, et sa forme liquide permet d'éviter les inconvénients qui freinent le « retour » du charbon.

## 21. Subventions CIFRE aux entreprises

(Contrats Industriels de Formation par la Recherche)

Les responsables d'entreprises peuvent bénéficier, pour l'embauche de leurs ingénieurs \* et, parmi eux, de leurs futurs collaborateurs directs d'une subvention de 70 000 F ht/an, sur une durée de trois années.

Il leur suffit pour cela :

- de leur faire réaliser, en début de carrière, une recherche d'un intérêt direct pour l'entreprise;
- dans un laboratoire public de recherche, un centre technique industriel,... ou, le cas échéant, dans un laboratoire de l'entreprise;
- en les faisant bénéficier, en plus de l'encadrement propre à l'entreprise, du suivi direct de leurs travaux par un professeur ou directeur de recherches d'un laboratoire public de recherches;
- la qualité des travaux de recherche effectués, et de la formation supplémentaire ainsi acquise par ces jeunes ingénieurs, doit être confirmée par l'obtention d'un titre de docteur-ingénieur ou de docteur de 3<sup>e</sup> Cycle.

Les subventions CIFRE aux entreprises ont été mises en place par le Ministère de la Recherche et de l'Industrie (Direction du Développement Scientifique et Technologique et de l'Innovation DESTI), qui en a confié la gestion à l'ANRT. Les brochures de présentation et les dossiers de demande de subventions sont disponibles à l'ANRT.

Les dates limites de dépôt des demandes de subvention sont respectivement le 30 avril 1983 (Session d'attribution de juin) et le 30 juin 1983 (Session d'attribution de septembre, dans la limite des subventions restant disponibles.

(ANRT, 101, av. Raymond Poincaré, 75116 Paris)

\* Il s'agit ici d'ingénieur au sens de la fonction dans l'entreprise et non au sens du titre d'ingénieur diplômé.

## 22. XX<sup>e</sup> Rencontres internationales de chimie thérapeutique

Ces rencontres se dérouleront à la Faculté de pharmacie de Châtenay-Malabry, les 10, 11 et 12 juillet 1984 (dates prévues initialement : 12, 13 et 14 septembre 1984).

**NOUVELLE EDITION 1983  
4100 REFERENCES NOUVELLES**

**TABLES DE COMPATIBILITE  
COMPATIBILITY TABLES**

des plastiques et caoutchoucs  
avec les solvants usuels  
between plastics, rubber  
and current solvents



# TABLES DE COMPATIBILITE

**des plastiques  
et caoutchoucs  
avec les  
solvants usuels**

(Français/Anglais)

- Près de 10000 cas examinés fondés sur l'expérience de plus de 50 producteurs
  - deux températures pour 26 solvants usuels
  - Ces tables donnent également les caractéristiques des solvants utilisés et comportent les données actualisées sur les élastomères et plastiques les plus récents.
- Un document de travail, clair, facile à consulter, indispensable dans de nombreux secteurs : phytopharmacie, matières plastiques, caoutchoucs, cosmétiques, parfums, vernis, peintures, agriculture, conditionnement...

Etude 1983 réalisée par Georges BRUGE (Rhône Poulenc Agrochimie) en collaboration avec Caoutchoucs et Plastiques et Informations Chimie

**80 pages dont 60 pages de tableaux synoptiques en couleurs  
sous couverture carton polychrome, format 210 x 285 mm.**

**PRIX : France 650 F t.t.c. • Etranger : 730 FF. franco avion (exonéré de taxes)**

**edr** société anonyme au capital de 1 000 000 de francs  
5, rue Jules Lefebvre - 75009 Paris - France  
Tél. : (1) 874.53.70 + - Telex : edisete 650896 F

**\* BON  
DE  
COMMANDE**

à adresser à Société d'Expansion Technique  
et Economique :  
5, rue Jules Lefebvre - 75009 Paris - France

nom \_\_\_\_\_ société \_\_\_\_\_  
adresse \_\_\_\_\_  
code postal \_\_\_\_\_ ville \_\_\_\_\_ pays \_\_\_\_\_

désire recevoir  exemplaires

**TABLES DE COMPATIBILITE DES PLASTIQUES ET CAOUTCHOUCS AVEC LES SOLVANTS USUELS**  
au prix de : France : 650 Francs t.t.c. - Etranger : 730 FF. franco avion (exonéré de taxes) (Français/Anglais)

**MODE DE REGLEMENT :** par  chèque postal au nom de SETE (ccp Paris 2518921 N)\*

chèque bancaire au nom de SETE\*

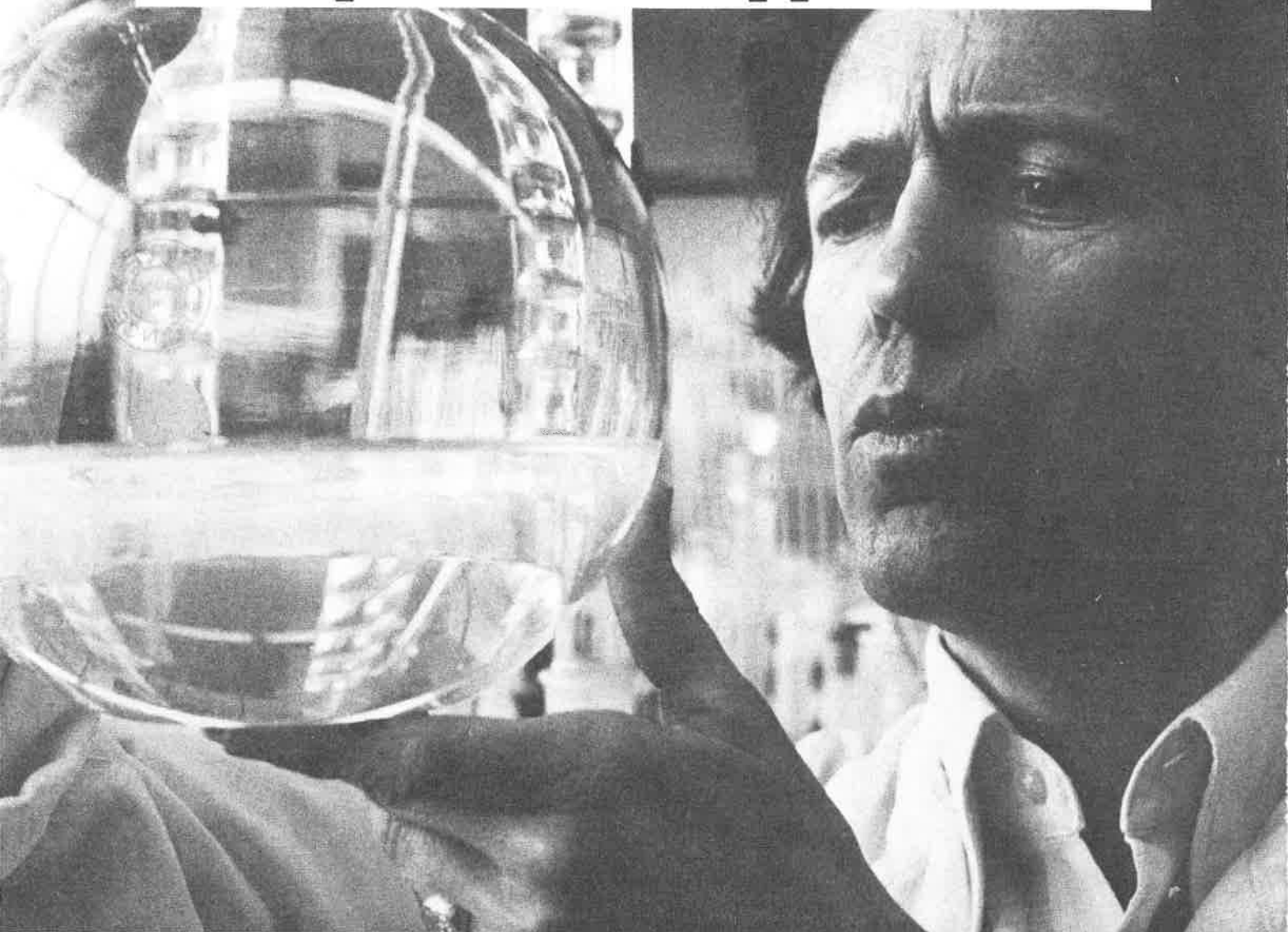
virement international à notre compte : Crédit du Nord - 66, rue Saint-Lazare - 75009 Paris (France) n° 111775-2

Ne seront prises en compte que les commandes accompagnées du règlement.

Une facture justificative sera adressée sur demande

\* n'utiliser pour la France que ces deux modes de règlement

**On ne développe pas un procédé  
sans prévoir ses applications.**



## **C'est pourquoi l'industrie a sa presse.**

Pour l'ingénieur chimiste, c'est l'heure de la mutation. D'ici l'an 2000, 80 % des produits de l'industrie dans un pays tel que la France auront besoin de la chimie pour exister.

Pour relever ce défi, le problème de la formation des ingénieurs vient en priorité. Le chimiste des années 80 devra faire face à une multitude de tâches :

- restructuration des lignes de produits,
- maîtrise des matières premières et énergétiques rares.
- protection de l'environnement, analyse du champ d'applications et de la rentabilité des procédés nouveaux...

Dans toutes ces tâches, l'information joue un rôle clé et permet au chercheur de se recycler en permanence.

Sa source d'information n° 1 : la presse industrielle.

*Les 194 titres de la presse industrielle couvrent tous les domaines industriels et s'adressent à 1 500 000 cadres de l'industrie.*

*Sur simple demande, le "Syndicat de la Presse Industrielle" vous enverra son répertoire.*

*S.P.I. 6 bis, rue Gabriel Lannain  
75010 Paris Tél. : 824.98.30*

Je vous remercie de bien vouloir m'adresser votre répertoire.

NOM \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Téléphone \_\_\_\_\_

**SPI**

**SYNDICAT DE LA PRESSE INDUSTRIELLE**

## Un an après...

Lors des Journées nationales du Colloque Recherche et Technologie, M. J. P. Chevènement avait manifesté le désir qu'un bilan de l'action post-colloque soit réalisé. C'est chose faite avec les deux Journées de Sophia-Antipolis, les 14 et 15 février dernier, organisées par l'ADEMAST\*.

Le choix de cette « cité scientifique internationale » ne s'est pas fait au hasard et les organisateurs ont voulu ainsi privilégier la région et symboliser la volonté décentralisatrice actuelle.

« Il ne s'agit pas d'une commémoration, a déclaré, à l'ouverture, le Pr. François Gros, président de l'ADEMAST, mais il s'agit de recenser ce qui a été fait, les retards voire les échecs. Ne soyons ni complaisants ni détracteurs... ».

C'est ainsi que les différentes associations créées à la suite des Assises étaient invitées à faire l'inventaire des réalisations et des projets sur les points suivants : état de la mise en place des politiques régionales, valorisation et transfert technologique, rapports Recherche-Université, information scientifique et technique, relance de la recherche industrielle, régions et acteurs de la recherche, bilan sectoriel.

Compte tenu du temps relativement court pour cette préparation du colloque « Un an après », les différentes commissions ont, dans l'ensemble, davantage exprimé les réflexions et les propositions des trois cents participants.

Les rapports Recherche-Université deviennent un des problèmes qu'il est le plus urgent de résoudre. A cet égard, la mise au point d'un schéma directeur scientifique et technique du M.R.I., qui établira la politique scientifique, ne pourra que préciser les grands choix nationaux et les domaines sensibles.

Dans cette perspective, les participants ont soulevé plusieurs questions.

- En premier lieu : les Universités peuvent-elles élaborer leur propre politique de

### Quelques sigles utiles

- C.C.R.R.D.T. : Comité consultatif régional de la recherche et du développement technologique.
- L.O.P. : Loi d'orientation et de programmation.
- D.R.R.I. : Direction régionale de la recherche et de l'industrie.
- C.I.F.R.E. : Contrats industriels de formation par la recherche.
- G.I.P. : Groupement d'intérêt public.
- I.T.A. : Ingénieurs, Techniciens, Administratifs.
- A.T.O.S. : Administratifs, Techniciens, Ouvriers de service.
- E.P.S.T. : Établissements publics de caractère scientifique et technique.
- M.R.I. : Ministère de la recherche et de l'industrie.
- C.S.R.T. : Conseil supérieur de la recherche et de la technologie.

recherche et quelle est la limite de leur autonomie ?

Depuis un an, l'initiative essentielle dans ce domaine vient de la Direction de la Recherche et de l'Enseignement supérieur. En effet, l'élaboration de plans pluriannuels (soit 4 ans) proposés à titre expérimental aux Universités de 6 régions a « été reconnue comme génératrice d'un ensemble de réflexes nouveaux : prise de conscience d'un plan d'action à long terme, meilleure définition de l'insertion de l'Université dans sa région... ».

- Deuxième question soulevée par la commission : Quel rôle jouent, dans la politique de l'Université, les autres organismes de recherche et, en particulier, le CNRS ?

Parmi les équipes de recherche d'une Université, certaines ont le statut d'équipes ou de laboratoires associés et, de ce fait, ont une tendance naturelle à s'insérer davantage dans une politique nationale définie au niveau de leur secteur C.N.R.S. que dans la politique de l'établissement.

De l'avis du groupe, cette situation va, à l'évidence, changer grâce à la généralisation des plans quadriennaux, où ces laboratoires

représenteront l'essentiel des axes de l'Université, et à l'apparition conjointe d'une politique de recherche des conseils régionaux.

Par ailleurs, le système des formations universitaires associées à un organisme public de recherche, jusqu'à présent limité à des associations avec le CNRS, l'INSERM, l'INRA ou le CNES, va être étendu à d'autres établissements.

- En troisième lieu, la commission a montré que la mise en place de statuts rénovés, d'une procédure d'échange administrative simplifiée et d'une mobilité inter-organisme sont les conditions essentielles d'une bonne circulation des hommes.

Les rapports des régions réclament, à la quasi-unanimité, une égalité statutaire entre enseignants-chercheurs et chercheurs ainsi qu'entre ATOS et ITA.

Enfin, il existe un très grand fossé entre les impératifs de la recherche (dix ans sont en effet nécessaires pour qu'une équipe soit opérationnelle) et les impératifs de la formation initiale ou permanente, de l'ordre de l'année. Dans certains secteurs (chimie, agro-alimentaire) des déficits importants de cadres de haut niveau scientifique apparaissent pour des spécialités correspondant à des demandes précises (toxicologie, ingénieurs en génie chimique...).

Le projet de loi d'orientation de l'enseignement supérieur tient compte de cette contradiction et préconise une « formation par la recherche ».

Il s'agit d'un contrat liant l'établissement d'enseignement supérieur à divers partenaires : organismes nationaux de recherche privés ou publics, Ministère de l'Éducation nationale...

Par ailleurs, les nouvelles procédures de bourses de doctorat, bourses CIFRE en particulier, sont très appréciées mais jugées par l'ensemble des participants « insuffisantes pour faire face à toutes les demandes présentées par les régions et ayant un impact sur le décroisement entre recherche publique et industrielle ».

Enfin, beaucoup de Régions ont souligné le rôle positif des Assises régionales sur les relations chercheurs-industriels et le désir de collaboration mutuelle : associations diverses, projets de GIP...

\* ADEMAST : Association nationale pour le Développement et la Maîtrise des Sciences et des Techniques, 5, rue Descartes, 75005 Paris. Tél. : 634-35-35.

Les organisateurs avaient également prévu une Commission de l'information scientifique et technique - animation culturelle. Mais ce thème a été peu traité au bénéfice de « la culture scientifique et technique », et des enjeux socio-économiques qu'implique une intégration de la science à la culture du citoyen.

Trois objectifs se dégagent :

- permettre l'élargissement de la démocratie aux choix technologiques;
- promouvoir l'aptitude à l'innovation pour une industrie compétitive;
- permettre à chacun d'augmenter ses connaissances.

De l'avis général, il est urgent d'ancrer ce mouvement sur quelques structures permanentes qui doivent être, avant tout, des « lieux de rencontre, d'échanges, d'information, de documentation, de prestation et d'assistance ». Par ailleurs, le groupe a insisté sur l'impérieuse nécessité de bénéficier de structures régionales pour contrebalancer l'effet centripète préjudiciable du futur Musée de la Villette.

Aujourd'hui, outre le réseau associatif très dynamique en France, deux types de projet originaux semblent se dégager : les « Boutiques de sciences », d'une part, et les Centres de culture scientifique et technique d'autre part. Mais les difficultés demeurent. « Les freins sont d'abord et avant tout de nature sociologique, a précisé le rapporteur du groupe. Il serait vain de penser que l'ensemble de la communauté scientifique adhère à ce mouvement et l'indifférence et le scepticisme sont encore de mise ». De surcroît, le problème de la prise en compte de ces activités dans leur carrière est

fondamental et reste posé. Les organismes de recherche mettent en place les mécanismes nécessaires pour évaluer ces activités : commissions horizontales au CNRS, prise en compte dans les commissions scientifiques spécialisées à l'INSERM, mais il est encore trop tôt pour en mesurer l'efficacité. A cela il convient d'ajouter le problème de formation initiale ou permanente. Enfin, il y a les crédits...

L'absence de lignes budgétaires dans les Ministères, les délais de déblocage sont tels au niveau des Ministères ou de la MIDIST qu'ils entraînent des difficultés de trésorerie pour des associations aux ressources financières fragiles.

Le premier bilan du colloque national de 1982 est loin d'être négatif de par les nombreux contacts qu'il a suscités.

Le compte rendu de la mise en place des politiques régionales montre à l'évidence la création de structures nouvelles : Comités consultatifs, Associations, Délégués à la recherche et à la technologie. Reste que les participants ont déploré la lenteur des procédures administratives (décrets d'application des CCRRDT, « mode d'emploi » et régime financier définitif des GIP...) et le manque d'information sur les réflexions des ministères et organismes. Enfin, un doute subsiste encore sur la volonté de redéploiement national et sur l'évolution des mentalités centralisatrices des administrations.

En conclusion de ces deux Journées, M. J. P. Chevènement a insisté sur le fait que ce colloque « Un an après » n'est pas uniquement le bilan d'une année écoulée mais aussi un tremplin vers les prochaines Assises nationales de l'Industrie qui se

dérouleront, à Paris, les 27, 28 et 29 juin prochain. « Nous avons atteint un niveau légèrement supérieur à 2,1 % du PIB en 1982, a précisé le Ministre, l'effort sera poursuivi en 1983 ». M. J. P. Chevènement a également fait savoir qu'une procédure spécifique avait été retenue par le Premier Ministre et qu'une partie des crédits de la recherche échapperait à la régulation budgétaire (crédits des programmes mobilisateurs, grands équipements, une partie des crédits de l'ANVAR...).

La première réunion du Conseil supérieur de la recherche et de la technologie (CSRT) est officiellement fixée au 3 mars 1983. Ce petit « Parlement de la recherche » devra, entre autres, décider du nouveau régime des grands établissements scientifiques. A propos des nouveaux statuts de personnel, le Ministre a indiqué « qu'une concertation interministérielle est en cours et devrait aboutir à un texte définitif pour la fin du premier trimestre ». Enfin, l'ensemble du dispositif juridique relatif aux programmes mobilisateurs devrait être mis en place pour le premier anniversaire de la loi.

« La recherche est au cœur de la sortie de crise, a conclu le Ministre. Le bilan de ce colloque ne serait rien sans une politique bien définie. Deux axes sont à privilégier actuellement : la dimension régionale et la recherche technique, parente pauvre de la recherche. L'évolution de cette dernière passe nécessairement par une refonte des centres techniques professionnels, lesquels doivent pouvoir, outre la recherche, exercer pleinement des activités de formation, d'assistance technique et de diffusion technologique ».

Maryse Damiens.

## Matériaux en contact avec les aliments

Organisé par le CNERNA\* et sous le haut patronage du Ministère de la recherche et de l'industrie, le colloque national « Matériaux en contact avec les aliments » s'est déroulé, les 9, 10 et 11 février, à Paris. Deux thèmes ont particulièrement retenu l'attention : les aspects toxicologiques et les aspects chimiques.

Le contact des aliments, depuis leur production jusqu'à leur consommation avec des matériaux, constitue l'un des aspects des problèmes de sécurité alimentaire. Comme l'a souligné M. G. Pascal (Laboratoire des sciences de la consommation, INRA) cet aspect voit son importance grandir du fait de l'apparition de matériaux, de technologies, de procédés nouveaux, d'une part, et des conditions de stockage et

de distribution différentes, d'autre part\*\*. A ce titre, une approche scientifique de la sécurité des matériaux par des études expérimentales préalables est donc indispensable. La mise en route d'une « évaluation toxicologique » (administrations uniques ou répétées, pouvoir mutagène...) doit cependant tenir compte, entre autres, des difficultés suivantes : extrême diversité des contaminants potentiels (substances mutagènes ou métaux) et des types d'aliments; intensité de la pollution de l'aliment par ces contaminants (appréciée par des études de migration : contamination du contenu par le contenant) ou encore interaction entre le matériau et l'aliment.

« Les textes qui ont été proposés comme protocoles d'étude toxicologique essaient de tenir compte de ces difficultés, a conclu l'orateur. Les interactions matériaux-aliments demeurent pratiquement impossibles à étudier dans le cadre d'investigations systématiques répondant à des obligations réglementaires. Les progrès dans ce domaine viseront à rechercher des tests plus courts, moins onéreux et tenant

compte plus précocement des interactions matériaux-aliments ».

Le devenir des additifs a été également un des problèmes évoqués au cours de ce colloque. Le Dr. F. Meier (CIBA-GEIGY, Bâle) a rappelé d'entrée que de nombreuses matières plastiques, tels que le polystyrène, le polyéthylène, ou le polychlorure de vinyle, contiennent un ou plusieurs additifs. Antistatiques, colorants, lubrifiants permettent, en effet, d'obtenir la stabilité nécessaire lors de la transformation en produit fini ainsi que la stabilité au moment de l'emballage.

Que deviennent-ils ? Sont-ils encore présents dans le produit final ? Deux exemples ont été choisis : le polyéthylène et le PVC. Lors de la dégradation thermique d'un polymère, certains adjuvants utilisés comme les antioxydants ou les stabilisants subissent des modifications chimiques. Dans le cas du polyéthylène, les antioxydants phénoliques s'associent avec les radicaux peroxyde de la chaîne pour donner un hydroperoxyde. De leur côté, les thioéthers réagissent en se transformant en sulfoxyde. Les phosphites sont également utilisés car « ils donnent naissance à des phosphates dans le métabolisme du Mammifère et ne présentent donc pas de danger ».

\* CNERNA : Centre national de coordination des études et recherches sur la nutrition et l'alimentation, 72, rue de Sèvres, 75007. Tél. : 567-83-43.

\*\* Nos aliments se trouvent en contact, dans des conditions variées, avec des matériaux dont l'inertie chimique et toxicologique n'est pas totale.

En ce qui concerne le PVC, on a recours le plus souvent à des organo-étains, des stabilisants sans métal (acide aminocrotonique) et également à des phosphites. « La migration du PVC rigide dans les denrées alimentaires reste faible, a souligné le Dr. F. Meier ».

Enfin, une dernière communication a fait part des modifications chimiques liées aux traitements. L'exposé de M. M. Joly (CERIEC, Lyon) s'est volontairement limité aux vernis ou revêtements mis en contact avec les denrées alimentaires et généralement utilisés pour la protection de l'intérieur des emballages métalliques ou des cuiveries. La mise en œuvre d'un vernis, polymère thermodurcissable, nécessite le passage par une phase fluide permettant l'application. Sous l'action d'une source d'énergie extérieure une réaction se produit qui, assure une réticulation complète de l'ensemble.

La première modification chimique lors de la mise en œuvre est donc une réaction de polymérisation. Plus généralement, il s'agit, soit d'une polycondensation (acide + base, hydroxyméthyle + hydrogène mobile), soit d'une polyaddition.

Les produits obtenus sont, pour la plupart, d'une stabilité chimique telle qu'aucune dégradation n'est à craindre dans les conditions normales d'emploi. En témoignent les énergies de liaison des composés époxydiques de l'ordre de 60 kcal/mole. Les dégradations ne se produisent de façon appréciable qu'à des températures voisines de 300 °C pour des temps de séjours prolongés. En conséquence, les risques essentiels de migration sont donc liés à la présence de petites molécules non réactives lors du processus de polymérisation, c'est-à-dire généralement des solvants.

Des travaux importants de développement de produits nouveaux ont permis la mise sur le marché de revêtements moins riches en solvants (hauts extraits secs) et de produits sans solvant (revêtement de cuverie). « Les produits de revêtement nécessitent des conditions d'emploi très strictes. Il serait dangereux de vouloir improviser les couples emballage-produit emballé, a conclu M. Joly, compte tenu de leurs caractéristiques respectives et de leurs incompatibilités possibles ».

## La chimie belge au 4<sup>e</sup> trimestre 1982

L'enquête effectuée auprès des affiliés de la FIC, en janvier 1983 et portant sur les mois d'octobre, novembre et décembre 1982, indique un affaiblissement de l'activité.

Le niveau d'activité du 4<sup>e</sup> trimestre s'est situé légèrement en dessous de ceux du 3<sup>e</sup> trimestre 1982 et du 4<sup>e</sup> trimestre 1981.

Le taux d'utilisation des capacités est, pour l'ensemble de la chimie, en baisse de 1,6 points par rapport au 3<sup>e</sup> trimestre 1982 (74,3 contre 75,9) et en baisse de 0,1 point par rapport au 4<sup>e</sup> trimestre 1981 (74,3 contre 74,4).

Par rapport au 3<sup>e</sup> trimestre 1982, les pourcentages d'utilisation des capacités sont en baisse pour la chimie inorganique, les engrais, les médicaments, les peintures et vernis, les savons et détergents, les produits d'entretien, les activités diverses. Ils sont en amélioration pour la chimie organique, les cosmétiques et parfums, la transformation du caoutchouc et des matières plastiques. Par rapport au 4<sup>e</sup> trimestre de l'année passée, les taux d'utilisation des capacités sont en baisse pour la chimie inorganique, les engrais, les peintures et vernis, les savons et détergents, la transformation des matières plastiques et les activités diverses. Ils sont en amélioration pour les autres secteurs.

Par rapport au 3<sup>e</sup> trimestre 1982, le rythme de production s'est détérioré en peintures et vernis, en savons et détergents, en produits d'entretien et en transformation du caoutchouc.

La rentrée des ordres en provenance de Belgique s'est très légèrement améliorée pour la chimie prise dans son ensemble. Elle a diminué pour les peintures et vernis, les savons et détergents et les produits d'entretien.

Pour l'ensemble de la chimie, la rentrée des ordres en provenance de l'étranger montre une tendance à la stagnation. Plusieurs secteurs (engrais, médicaments, cosmétiques et parfums, transformation du caoutchouc et des matières plastiques) ont constaté une diminution des commandes venant de l'étranger.

Le niveau du carnet global des commandes s'est maintenu à un niveau considéré comme faible. Seuls quelques secteurs (chimie inorganique, chimie organique, médicaments, parfums cosmétiques et transformation des matières plastiques) ont enregistré une amélioration de leur carnet global des commandes, d'un trimestre à l'autre.

Les prix pratiqués sur le marché belge ont maintenu leur mouvement de hausse, mais à un rythme beaucoup plus lent. Des baisses de prix ont été signalées pour les articles en caoutchouc, quelques produits divers, quelques produits inorganiques et organiques.

Pour le 1<sup>er</sup> trimestre 1983, la reprise n'est pas au rendez-vous. La FIC ne prévoit pas d'amélioration valable à court terme. Dans l'ensemble, il faut s'attendre à un 1<sup>er</sup> trimestre semblable au 4<sup>e</sup> trimestre 1982.

## Le commerce extérieur de l'industrie chimique suisse

En 1982, tant les importations que les exportations de l'industrie chimique ont enregistré une légère progression en valeur nominale; celle-ci a été plus marquée au chapitre des exportations (+ 2,3 %) qu'à celui des importations (+ 1,4 %). Pendant la même période, l'ensemble des importa-

tions suisses a reculé de 3,4 % et celui des exportations de 0,3 %. Cette régression observée dans le commerce extérieur suisse s'explique surtout par la situation conjoncturelle insatisfaisante qui caractérise les principaux pays acheteurs. L'évolution des prix des produits suisses, attribuable aux cours de change, n'entre en ligne de compte qu'en second lieu. En raison du recul des importations, le solde négatif du commerce extérieur suisse global a diminué, passant de 7 272,4 millions de francs à 5 401 millions de francs en 1982.

La quote-part de l'industrie chimique à l'ensemble des exportations suisses s'est élevée à 20,7 % en 1982 (année précédente : 20,1 %). Le pourcentage correspondant des importations de la chimie a été de 11,4 % (1981 : 10,8 %).

En 1982, l'industrie chimique suisse a vu ses exportations progresser 2,3 % pour atteindre 10 877,3 millions de francs. Ce taux de croissance se situe nettement au-dessous de celui de l'année précédente (12,4 %). Au cours de la même période, les importations ont progressé de 1,4 %, à 6 600,7 millions de francs (année précédente : + 3,6 %). Ainsi, les résultats du commerce extérieur de la chimie ont dépassé les taux de croissance des exportations ainsi que ceux des importations suisses globales (ces chiffres ne tiennent pas compte du renchérissement). Le solde traditionnellement positif du commerce extérieur de la chimie a noté, en 1982, une légère progression (de 4 124,4 millions de francs à 4 276,6 millions de francs, soit + 3,7 %).

L'appréciation des perspectives pour 1983 correspond plus ou moins à la situation actuelle. Les principaux clients de l'industrie chimique suisse continuant à subir les effets de la situation économique médiocre qui influencent également l'industrie chimique.

L'Europe demeure le principal partenaire de la chimie suisse tant en ce qui concerne les exportations (62,1 % de l'ensemble des ventes à l'étranger; année précédente : 61,8 %) que les importations (84,5 %; 1981 : 85,0 %). Les pays de la CEE ont absorbé à eux seuls 46,2 % (année précédente : 44,9 %) de toutes les exportations chimiques suisses alors que les parts correspondantes ont atteint 6,6 % (année précédente : 7,1 %) pour les pays de l'Europe de l'Est (y compris la Yougoslavie) et 6,3 % (année précédente : 6,5 %) pour les pays de l'AELE. Quant aux importations de produits chimiques, 77,2 % (contre 77,1 % en 1981) proviennent des pays de la CEE et, respectivement, 3,0 % et 3,2 % (1981 : 3,2 % et 3,6 %) des pays de l'AELE et des pays de l'Europe de l'Est.

L'Asie et l'Amérique restent des partenaires commerciaux relativement importants pour la chimie suisse : c'est ainsi que 16,6 % (année précédente : 15,7 %) des exportations de la branche ont été absorbées par l'Asie et 14,5 % (1981 : 15,1 %) par l'Amérique. L'Asie n'a fourni que 3,6 % de la totalité des produits chimiques importés (1981 : 3,5 %) et l'Amérique 10,5 % (1981 : 10,0 %); 9,2 % de ces produits provenaient à eux seuls des États-Unis.

## Les ventes de gaz en 1982

Selon les plus récentes estimations relatives à l'activité de l'industrie gazière en 1982, les livraisons de gaz du Gaz de France et de ses filiales (Compagnie Française du Méthane et Société Nationale des Gaz du Sud-Ouest) dépasseraient environ 257,8 milliards de kWh, valeur inférieure de 3,3 % à celle enregistrée en 1981 (266,8 milliards de kWh).

Les ventes à usages domestiques individuels et collectifs seraient restées pratiquement stables (-0,4 %). Corrigée des effets du climat, la variation se traduirait par une progression de 1,8 % environ, la température de l'année ayant été douce en 1981 et nettement plus douce encore en 1982.

Dans le secteur tertiaire, on enregistrerait une légère hausse : + 1,7 % en valeurs brutes et + 3,5 % en valeurs corrigées.

En ce qui concerne les ventes à l'industrie et aux centrales électriques, elles sont marquées en 1982 par une baisse de 6,6 %. A la fin de 1982, le nombre total des abonnements avoisinait 8,4 millions correspondant à une population approximative de plus de 36 millions de personnes habitant les communes desservies par le Gaz de France.

Les opérations de conversion au gaz naturel n'ont concerné, au cours de l'année, que 19 000 clients, la quasi-totalité des abonnés du Gaz de France consommant désormais du gaz naturel pur.

Si les ventes de gaz ont accusé un léger fléchissement en 1982, la part du gaz naturel dans le bilan énergétique national a, en valeurs corrigées des effets climatiques, poursuivi sa progression, passant de 13,1 % en 1981 à 13,2 % en 1982.

## Résultats de Stauffer Chemical pour 1982

La société Stauffer Chemical a annoncé, pour 1982, un bénéfice net de 123,5 millions de dollars, ce qui représente une baisse de 17,6 % par rapport au bénéfice de 1981 qui avait été de 149,9. En 1982, le chiffre d'affaires qui s'est élevé à 1 618 millions de dollars marque une diminution de 6,3 % par rapport à celui de 1981 qui était de 1 726 millions de dollars.

## Demande de souscription de Biogen pour une première émission publique

Biogen N. V. a soumis, le 7 février dernier, à la U. S. Securities and Exchange Commission, une demande d'enregistrement pour le lancement d'une première émission publique de 2,5 millions d'actions ordinaires. Il est estimé que le prix initial par action de cette première émission publique se situera entre \$ 22 et \$ 26. L'offre en question sera souscrite par un important consortium

bancaire international dirigé conjointement par Salomon Brothers Inc et Warburg Paribas Becker.

Biogen N. V. est une société internationale de recherche et développement dont le but est, par l'emploi des sciences biologiques et, en particulier, la technologie du génie génétique (recombinant DNA), la fabrication de produits à valeur commerciale. Biogen s'efforce d'identifier et de développer des produits à potentiel de marché important afin de devenir une entreprise de recherche orientée vers la production et le marketing.

Présentement, Biogen concentre ses efforts sur la recherche et le développement de produits pharmaceutiques ou vétérinaires. Biogen travaille également sur, ou envisage des projets dans des domaines tels que l'agriculture, la chimie, l'énergie et l'industrie minière.

Le résultat net de l'offre serait consacré à des essais cliniques et au développement de produits, à des installations additionnelles de production et de recherche, au développement commercial des produits de la société, au paiement anticipé d'emprunts et aux activités générales de la société.

Les principales installations de recherche et développement de Biogen se trouvent à Genève, Suisse et à Cambridge, Massachusetts. Biogen possède également des laboratoires de recherche à Zürich (Suisse) et à Gand (Belgique).

## Mine de potasse au Nouveau Brunswick

L'Entreprise Minière et Chimique a décidé de participer à la mise en exploitation d'un gisement de potasse situé au Canada (province du Nouveau Brunswick). Cette décision est consécutive à l'achèvement d'un programme d'exploration du gisement par puits et galeries. Les travaux ont permis de mettre en évidence un tonnage important de potasse en couche épaisse, de teneur élevée et de bonne qualité. Le projet réunit, d'une part, l'EMC et la société allemande Kali und Salz, par l'intermédiaire de leur filiale paritaire Potacan et, d'autre part, la société canadienne Denison Mines, qui agit en tant qu'opérateur minier. Les partenaires viennent de se mettre d'accord pour procéder au développement de la mine et à la construction de l'usine de traitement du minerai. La capacité de la mine sera de 1,3 Mt/an de chlorure; la mise en service est prévue au second semestre 1985. La production, qui pourra être exportée par le port en eaux libres de Saint-John, est destinée, en priorité, aux marchés d'Amérique du Nord et de la grande exportation (Brésil, etc.).

Rappelons que la commercialisation de la potasse sera effectuée par Potacan, société qui détient 40 % du capital de l'Association formée avec Denison Mines.

L'Entreprise Minière et Chimique est déjà, par sa filiale Mines de Potasse d'Alsace (MDPA), un des principaux producteurs mondiaux de potasse et se situe parmi les

tout premiers commerçants de cette matière grâce à sa filiale la Société Commerciale des Potasses et de l'Azote (SCPA). L'EMC est également, au travers de ses filiales belges Tessenderlo-Chemie et Limburg-Chemie, l'un des deux premiers producteurs mondiaux de sulfate de potasse.

## Accord cadre A.F.M.E.-C.N.R.S.

Lundi 31 janvier, Pierre Papon, Directeur général du C.N.R.S., et Michel Rolant, Président de l'A.F.M.E. (Agence Française pour la maîtrise de l'Énergie) ont signé un accord-cadre précisant les relations entre les deux organismes.

Cet accord définit les modalités de la coopération entre l'A.F.M.E. et le C.N.R.S. selon deux grands types d'action : une convention annuelle et la création de GIP.

1. L'A.F.M.E. soutient l'action du C.N.R.S. Le C.N.R.S. s'engage à maintenir un programme de recherche fondamentale et appliquée dans quatre domaines :

- énergies nouvelles et renouvelables,
- utilisation rationnelle de l'énergie,
- économie de matières premières,
- études socio-économiques.

Rappelons que ces domaines figurent parmi les axes d'un programme interdisciplinaire du C.N.R.S., le PIRSEM (Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'Énergie et les Matières premières) qui représente la Direction du C.N.R.S. auprès de l'A.F.M.E.

L'A.F.M.E. soutiendra cette mission générale de recherche par concours financier à l'occasion d'une convention annuelle.

Pour 1983, le montant de cette convention fixe à 23,4 MF l'apport de l'A.F.M.E. Cette somme s'ajoute au 19 MF du budget d'incitation du PIRSEM et au financement du C.N.R.S. pour le personnel, le fonctionnement et l'équipement des laboratoires concernés.

L'ensemble des dispositions arrêtées assurera une claire reconnaissance des droits des deux organismes et de leur personnel notamment en cas de prise de brevet ou d'exploitation.

### 2. Des GIP pour faciliter la valorisation

Pour faciliter les transferts de technologie et la valorisation des recherches, l'A.F.M.E. et le C.N.R.S. créeront des laboratoires mixtes pouvant prendre la forme de Groupements d'Intérêt Public (GIP) et associant éventuellement d'autres partenaires, notamment des industriels.

Le 31 janvier 1983, les deux parties se sont mis d'accord sur la création de quatre GIP unissant les deux organismes. Ce sont les GIP :

- Photopiles au silicium, situé à Strasbourg. Participent aussi à ce groupement l'Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules (IN2P3) du C.N.R.S. et la région Alsace;

- Thermique Paris-Sud, installé à Orsay. Ce groupement sera consacré à la gestion thermique de l'habitat et aux systèmes thermiques basse température (pompes à chaleur chimiques, etc.);



- Groupement pour l'analyse prévisionnelle des systèmes énergétiques, sis à Grenoble;
- Groupement pour la modélisation économique en termes physiques, à Paris et Montpellier.

L'accord qui vient d'être signé permettra aux deux organismes de remplir pleinement leur mission de recherche et de développement dans le cadre du programme mobilisateur pour la « Maîtrise de l'énergie et la diversification énergétique » institué par la loi d'orientation et de programmation pour la recherche et le développement technologique de la France.

### Accord CdF Chimie-Eastman Kodak pour le PEbdl

CdF Chimie et Eastman Kodak viennent de conclure un accord aux termes duquel la société française concède à l'entreprise américaine la licence de son procédé pour la production de polyéthylène linéaire. Eastman Kodak utilisera le procédé CdF Chimie dans son unité de Longview, Texas, actuellement en construction, d'une capacité d'environ 100 000 t/an.

Après ceux conclus, en 1982, avec les sociétés japonaises Sumitomo Chemical Company et Toyo Soda Manufacturing, cet accord est le 3<sup>e</sup> signé par CdF Chimie au cours des 12 derniers mois.

CdF Chimie, qui dispose déjà d'une capacité de polyéthylène basse densité linéaire de

55 000 t/an à Lillebonne (France), a entrepris, dans le cadre de la société Copenor, filiale de CdF Chimie (60 %) et QGPC (40 %), la construction d'une nouvelle ligne de 100 000 t/an de capacité sur la plate-forme de Dunkerque. La mise en service de l'unité est prévue pour la fin du 3<sup>e</sup> trimestre 1983.

### Accord Biogen-KabiVitrum pour le facteur VIII

Biogen et KabiVitrum ont signé un accord pour le développement commercial du facteur VIII produit à l'aide du génie génétique. Le facteur VIII est le composant sanguin absent dans l'hémophilie A. Le contrat réunit la compétence de Biogen en matière de technologie de génie génétique (recombinant DNA) et la grande expérience de KabiVitrum dans le domaine de la recherche, fabrication et commercialisation des produits pharmaceutiques hématologiques, produits dérivés du sang humain.

Rappelons que le facteur VIII constitue le traitement principal de l'hémophilie, maladie qui affecte un homme sur 10 000. On ne disposait jusqu'à ce jour, que de quantités limitées de facteur VIII prélevé du sang humain. On obtient avec cette méthode un produit coûteux qui n'est pas à l'abri de la contamination par des substances naturelles; certaines sont inoffensives mais d'autres peuvent être

infectieuses. Les techniques de génie génétique permettent de produire de grandes quantités de facteur VIII absolument pur.

Selon cet accord, Biogen aura les droits exclusifs de commercialiser le facteur VIII aux États-Unis et au Canada. Pour le Japon, Taiwan, la Corée du Sud, l'Australie et la Nouvelle Zélande, ces droits exclusifs pour le facteur VIII mis au point par Biogen ont été conférés, lors d'un précédent accord (cf. *L'actualité chimique*, décembre 1982, p. 67), à la société Teijin Limited, une importante société japonaise de produits pharmaceutiques. KabiVitrum aura également les droits exclusifs pour les marchés européens et les marchés mondiaux qui n'ont pas été mentionnés.

KabiVitrum est la deuxième société suédoise de produits pharmaceutiques, avec, en 1982, un revenu annuel de plus de 140 millions de dollars. Sa production est surtout orientée vers la biochimie; elle possède une large gamme de produits hématologiques, comprenant des protéines de plasma sanguin. Ces produits sont destinés à la prophylaxie et au traitement des hémorragies et des thromboses, ainsi qu'à l'établissement de diagnostics.

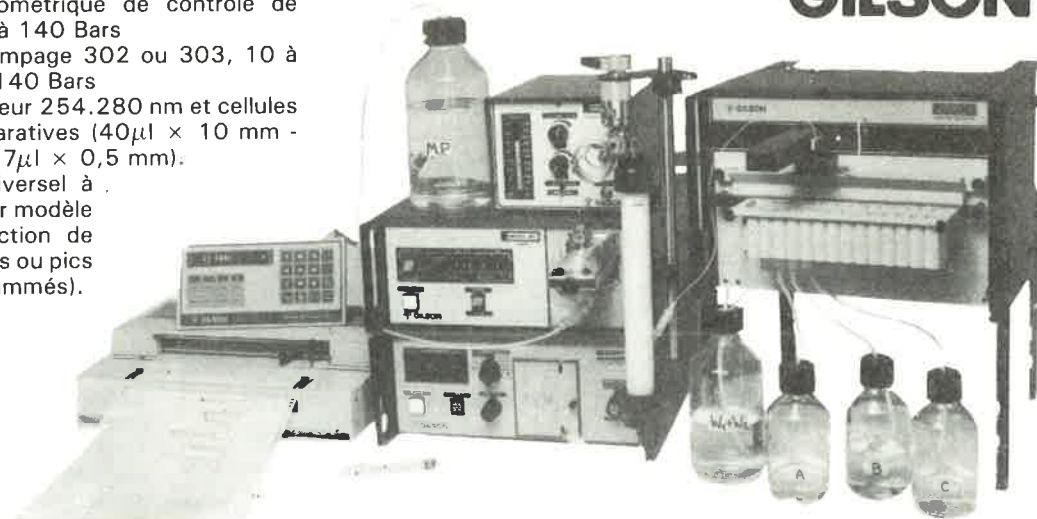
Biogen N. V. est une société internationale disposant d'importants laboratoires à Genève, Suisse, et Cambridge, Mass. Elle est engagée dans les recherches et développements biologiques, en particulier le génie génétique (recombinant DNA). Ses activités

## CHROMATOGRAPHIE LIQUIDE SEMI PREP. OU PREPARATIVE DE ROUTINE

### • Ensemble isocratique GILSON

- 1 module manométrique de contrôle de pressions jusqu'à 140 Bars
- 1 module de pompage 302 ou 303, 10 à 100 ml/mn - 0-140 Bars
- 1 module détecteur 254.280 nm et cellules de mesure préparatives (40 $\mu$ l  $\times$  10 mm - 10 $\mu$ l  $\times$  2 mm - 7 $\mu$ l  $\times$  0,5 mm).
- 1 collecteur universel à micro-processeur modèle 201 pour collection de pics (tous les pics ou pics choisis et programmés).

Ensemble pour l'isocratique préparative.



**GILSON** France un constructeur français à votre service  
72, rue Gambetta 95400 VILLIERS LE BEL Tél: (3) 990-54-41

sont axées sur la production commerciale de produits et de procédés pour l'industrie pharmaceutique, la chimie, l'énergie, l'alimentation, l'industrie minière et le contrôle de la pollution. D'autres secteurs stratégiques comprennent la nutrition clinique et les hormones peptidiques.

### Accord de collaboration entre ATO et API

La société ATO Chimie (Paris la Défense) et la société API (Mussolente, Italie) viennent de conclure un accord de collaboration pour la mise au point et la commercialisation de compounds sur base Pebax.

Les Pebax, copolymères séquencés polyéther polyamide mis au point et lancés par ATO Chimie en 1981, présentent d'exceptionnelles propriétés physiques, mécaniques, etc. En outre, ils ont une aptitude à recevoir un pourcentage important de charges et additifs divers et une affinité exceptionnelle avec de nombreux autres polymères. Ceci a conduit ATO, dès l'origine, à explorer et développer la voie des compounds et alliages à base Pebax. API a, de son côté, acquis depuis plus de 25 ans, une grande expérience internationale dans le domaine des compounds et la fabrication de mélanges maîtres colorants, (particulièrement dans le domaine de la chaussure).

Aux termes de cet accord, API fabriquera et commercialisera des compounds à base Pebax, essentiellement pour le marché de la chaussure en Italie.

Par ailleurs, compte tenu de sa pénétration sur ce marché, API pourra aussi promouvoir et commercialiser le Pebax dans ce secteur en Italie.

ATO, de son côté, commercialisera dans les autres secteurs industriels ou géographiques, les compounds à base Pebax fabriqués par API.

Cet accord ouvre de nouvelles perspectives aux utilisateurs industriels, en mettant à leur disposition de nouveaux matériaux thermo-plastiques (compounds à base Pebax), particulièrement économiques et performants.

### Mise en marche d'une usine d'acide phosphorique en U.R.S.S.

Une nouvelle usine d'acide phosphorique d'une capacité de production de 1 000 tonnes par jour de  $P_2O_5$ , construite à Byelorechensk en U.R.S.S., a été mise en service industriel et réceptionnée en janvier 1983; les essais de réception ont donné des résultats de production et de rendement supérieurs à ceux prévus.

C'est la troisième usine d'acide phosphorique réalisée en U.R.S.S. par Coppée, responsable de l'ensemble des études, de la fourniture de l'équipement, d'une assistance technique pour la construction et le démarrage, ainsi que de la formation du personnel.

Les deux premières usines, de capacité identique, ont été construites à Tcherepovietz et Meleuz, et mises en marche en 1980 et 1982 respectivement. Une quatrième usine, à Tcherepovietz également, sera mise en service industriel au cours du premier trimestre de cette année.

Les quatre usines utilisent le procédé au dihydrate de la Société Chimique Prayon-Rupel dont Coppée est licenciée pour l'acide phosphorique et ses dérivés.

Coppée fait partie de Lafarge Coppée Engineering, groupe d'ingénierie rassemblant environ 1 200 personnes, dont 500 ingénieurs, établies principalement en Belgique, en France, au Canada, en Grande-Bretagne et au Brésil.

### Une unité de méthanol Lurgi-Voest pour la Birmanie

Le Groupement, constitué par Voest Alpine AG, Linz (Autriche) et Lurgi Kohle und Mineralöltechnik GmbH, Francfort/Main (R.F.A.), s'est vu attribuer, par la Petrochemical Industries Corp. (P.I.C.), à Rangoon, un contrat pour la construction d'une installation de synthèse de méthanol. Cette unité devra produire 450 t/j de méthanol pur (degré AA), en partant de gaz naturel et utilisera le procédé Lurgi basse pression. L'installation, qui sera construite à Seiktha, est programmée pour une mise en service dans la première moitié de 1985. Voest Alpine est chef de file du Groupement. Le montant total du contrat correspond à plus de 400 MF et couvre l'ingénierie, la fourniture des équipements, ainsi que la supervision du montage et de la mise en route. Voest Alpine Intertrading GmbH prendra en charge la commercialisation du méthanol produit.

Cette nouvelle unité de synthèse du méthanol basse pression par le procédé Lurgi s'ajoute aux nombreuses installations similaires réalisées par le groupe Lurgi dans le monde et qui porte à plus du tiers la production du méthanol par ce procédé. Il y a lieu, en particulier, de signaler l'installation réalisée par Lurgi S. A. Paris, en 1978, chez INA à Lendava, Yougoslavie (600 t/j) et celle de 1 000 t/j, clé en mains, en cours de réalisation par Lurgi S. A. Paris, chez Pertamina, Bunyu Island, en Indonésie; le démarrage de cette dernière unité est prévu pour la fin de 1984 (production de 1 000 t/j, destinée en grande partie pour l'exportation, principalement vers le Japon).

### Un nouveau four de pyrolyse pour la production d'éthylène

Arco Chemical Company, une Division d'Atlantic Richfield Company, a annoncé la mise en service du premier des deux nouveaux fours de conception spéciale qui augmenteront fortement la production d'éthylène et amélioreront des rendements énergétiques du complexe de Lyondell, à Channelview (Texas).

Ce nouveau four, conçu par M. W. Kellogg, réduira substantiellement le temps de pyrolyse de l'hydrocarbure de  $3/10^6$ - $6/10^6$  de seconde à la milliseconde. Chaque four produira 100 millions de livres/an d'éthylène avec un meilleur rendement.

Arco Chemical atteindra une production de 2,8 milliards de livres/an en éthylène lorsque les deux unités seront en service.

### Radiation Dynamics ouvre un bureau à Düsseldorf

Radiation Dynamics, Inc., filiale de la société Monsanto, a ouvert un bureau à Düsseldorf.

Ce centre assure la commercialisation des systèmes Radiation Dynamics, ainsi que le service après vente, l'entretien, et l'assistance technique dans l'ensemble des pays européens, à l'exception du Royaume-Uni. Ces équipements étaient précédemment distribués en Suisse, Autriche et Allemagne Fédérale par la société AEG, de Wedel (près de Hambourg).

Radiation Dynamics, Inc. est l'un des premiers fabricants mondiaux d'accélérateurs de faisceaux d'électrons pour le traitement des polymères, pièces moulées ainsi que pour la stérilisation de matériel à usage hospitalier. La société, qui a son siège à Melville aux États-Unis, possède des unités de production à Melville et Plainview (États-Unis), ainsi qu'à Swindon (Royaume-Uni). La société a déjà vendu à travers le monde plus de cent systèmes. Parmi les utilisateurs figurent des fabricants de câbles, tuyaux, tubes, pièces moulées en plastique, matériaux rétrécissables, pneumatiques, films, feuilles, plaques de mousse ainsi que des fournisseurs d'équipements stériles pour hôpitaux.

La société poursuit ses travaux sur de nouveaux accélérateurs plus perfectionnés avec une gamme encore plus étendue d'utilisateurs potentiels: conservation des produits alimentaires, purification des émissions de fumée des hauts fourneaux, stérilisation et traitement des déchets.

Radiation Dynamics, Inc., Immermannstrasse 3, 4000 Düsseldorf.

### Les investissements de Rhône-Poulenc pour économiser l'énergie

Rhône-Poulenc engage de nouveaux investissements, d'un montant total de 100 millions de francs, dans la poursuite de son programme d'économies d'énergie et de développement d'énergies de substitution. Ce programme s'articule autour de plusieurs actions:

1. s'appuyer davantage sur l'énergie électrique en la substituant aux énergies fossiles; stratégie qui peut être enfin mise en œuvre depuis que les Pouvoirs publics ont autorisé EDF à proposer aux industriels une

nouvelle tarification et que EDF est prête à s'engager à long terme pour promouvoir l'électricité dans l'industrie;

2. utiliser au mieux l'énergie disponible en recyclant la vapeur par recompression;

3. réduire les consommations d'énergie par l'amélioration des procédés de fabrication. La chimie de base, qui constitue l'assise à partir de laquelle se développe les filières aval du Groupe, bénéficie d'une part importante de ces investissements. Par exemple :

- Sur le site de Chalampé (Haut-Rhin), l'installation d'une pompe à chaleur permettra de récupérer les calories nécessaires à la séparation des produits de l'atelier cyclohexanol/cyclohexanone, matières intermédiaires dans la synthèse du polyamide. Cette installation réalisera une économie de consommation de vapeur de 35 t/heure. La mise en œuvre de ce projet dont le coût s'élève à 40 millions de francs permet de remplacer le recours à un combustible fossile par une utilisation performante de l'électricité. Elle améliorera la rentabilité de Rhône-Poulenc dans le secteur des intermédiaires polyamide, où le Groupe occupe une situation de co-leader européen.

- A l'usine de La Madeleine (près de Nancy), qui place Rhône-Poulenc au 3<sup>e</sup> rang européen pour la production de carbonate de soude (600 000 t/an), les calories de l'atelier de distillation des eaux ammoniacales résiduaires seront récupérées par recompression mécanique de la vapeur. Le projet dont le coût atteint 17 millions de francs bénéficie d'une subvention de l'Agence pour la maîtrise de l'énergie et d'une aide des Communautés Européennes. Il permettra de recycler 10 % de la vapeur consommée et d'assurer la consommation d'énergie du site presque exclusivement à partir du charbon lorrain et d'électricité (nucléaire).

- A Saint-Fons, 13 millions de francs seront consacrés à l'optimisation technique et économique de la production de vapeur. Une tuyauterie de vapeur haute pression desservant les nombreuses usines du site permettra de récupérer la vapeur des unités excédentaires et d'arrêter les chaudières anciennes au profit de la chaufferie plus performante de l'usine de Belle-Étoile.

- Enfin, l'usine de Pont-de-Claix (Isère), grosse consommatrice d'électricité pour la fabrication du chlore et de la soude par électrolyse du chlorure de sodium, se voit attribuer un premier investissement de 16 millions de francs pour améliorer sa consommation énergétique. Une chaîne d'électrolyse sera modernisée grâce au remplacement des anodes en graphite par des anodes en titane.

### Réutilisation des rejets thermiques de bains acides

Pour l'oxydation anodique de l'aluminium, les bassins d'acides sont réchauffés par de fortes intensités de courant. Il est donc indispensables de refroidir continuellement

le liquide contenu dans les bassins. L'eau de refroidissement ainsi réchauffée se prête très bien à l'utilisation comme eau sanitaire et à des fins de chauffage.

L'usine Eloxal Alu-Neumair, à Offenbourg, en Allemagne du Sud, a installé, dans son nouveau bâtiment, des pompes à chaleur. Celles-ci utilisent l'eau de refroidissement des trois chaînes de bains d'acides comme source de chaleur et en font de l'eau de chauffage pour les ateliers de production et les bains tempérés (50 °C et 60 °C). Deux pompes à chaleur Sulzer Escher Wyss (notre photo) sont entraînées par un moteur à gaz de 125 kW. En plus de l'eau de refroidissement, sont également réutilisés les rejets thermiques des moteurs qui permettent d'obtenir des températures de départ de l'eau de chauffage allant jusqu'à 82 °C. En périodes de pointe de consommation de chaleur, ces températures de départ peuvent être augmentées à 90 °C par une chaudière d'appoint. Comme auparavant, de la chaleur excédentaire continue à être cédée à l'atmosphère par deux tours de refroidissement. La plupart du temps, la chaudière et les tours de refroidissement se trouvent en service pour de courtes durées seulement, étant donné que les pompes à chaleur sont à même de couvrir les besoins d'énergie pendant presque toute l'année. Des mesures effectuées ont prouvé que la consommation d'énergie primaire à des fins de chauffage se trouve diminuée de plus de 50 % par l'utilisation de pompes à chaleur.

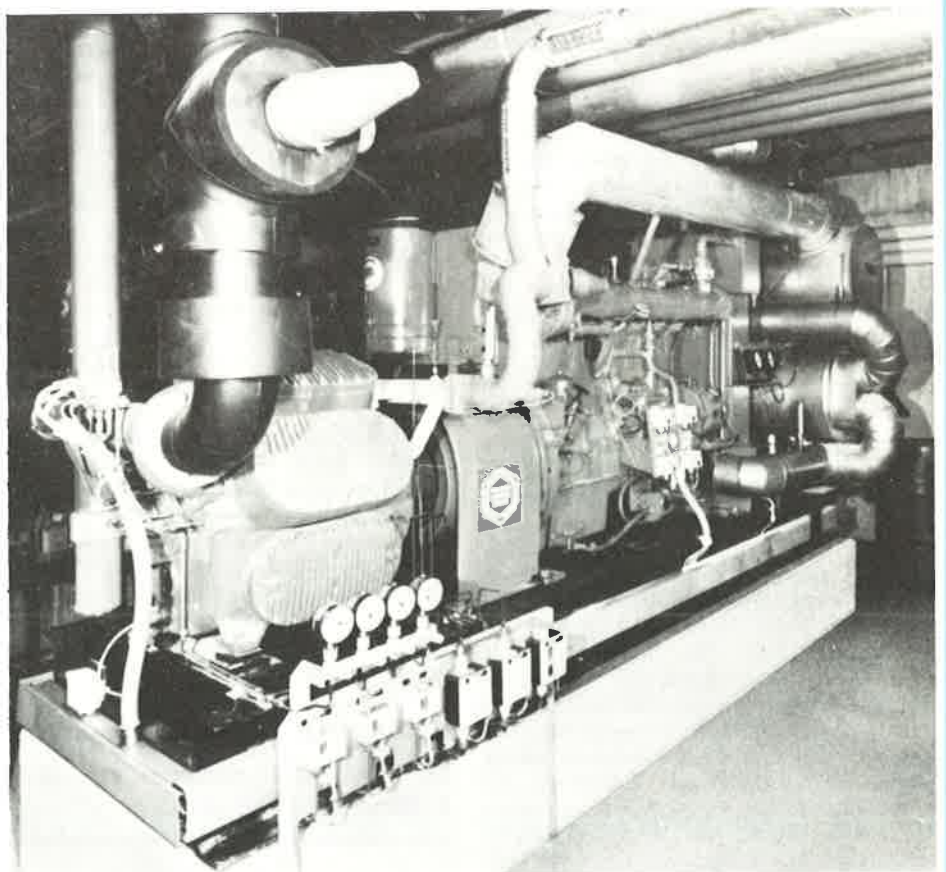
### Premiers résultats de l'unité de combustion de charbon en lit fluidisé de Lünen

C'est en juin 1982 qu'a démarré la première installation de combustion de charbon en lit fluidisé circulant à l'usine de Lünen, dans la Ruhr, appartenant aux Vereinigten Aluminium Werke (VAW). La centrale, d'une puissance thermique de 84 MW, est destinée, d'une part, à fournir la chaleur au procédé de fabrication de l'oxyde d'aluminium et, d'autre part, à produire l'énergie électrique.

L'unité, réalisée suivant le procédé Lurgi et construite par Lurgi Chemie (Francfort-sur-Main), comprend essentiellement : la préparation du charbon, la combustion en lit fluidisé à sel fondu comme fluide thermique destiné à l'atelier d'oxyde d'aluminium.

L'intérêt de cette installation réside dans le fait qu'elle remplace deux unités séparées : l'une à chambres de combustion chauffées au gaz ou au fuel-oil et l'autre constituée d'une chaudière à grille capable de ne brûler qu'un excellent charbon, donc cher. Le combustible utilisé dans cette nouvelle installation est un charbon résiduaire à 65 % de cendres et 2 % de soufre.

Les premiers résultats, enregistrés depuis la mise en service de l'unité, ont confirmé les



L'une des deux pompes à chaleur à moteur à gaz. Les appareils fonctionnent automatiquement et cèdent au réseau, en période de pointe, une puissance calorifique de 969 kW.

hypothèses retenues, en particulier : diminution sensible de la consommation énergétique, utilisation d'un combustible de mauvaise qualité, épuisement à plus de 99 % de ce combustible et, tout particulièrement, importante réduction des émissions nocives, à savoir :

- très faible production d'oxydes d'azote grâce à la basse température dans le lit fluidisé (environ 850 °C) et à une combustion caractéristique à deux étages due au lit en circulation;
- réduction des oxydes de soufre grâce à l'injection de calcaire finement broyé dans le lit, permettant de dépasser une désulfuration de 90 % et permettant aussi l'emploi de combustibles à haute teneur en soufre;
- rendement élevé de dépoussiérage par électrofiltre.

Cette réalisation avait reçu l'appui du Ministère pour la Recherche et la Technologie à Bonn. A la suite des excellents résultats obtenus dans l'installation de Lünen, un important programme de recherches a été décidé, portant en particulier sur : l'utilisation de combustibles très variés, la réduction maximale des émissions de polluants dans les fumées et la valorisation des cendres produites.

### Un moteur diesel, à marche lente, pour cycle combiné chaleur-force aux U.S.A.

Le premier moteur diesel à marche lente du monde utilisé dans un système de couplage chaleur-force, équipé d'une chaudière chauffée par la chaleur récupérée des gaz d'échappement, a été installé dans l'usine de produits pharmaceutiques de Nutley, de Hoffmann-La Roche Inc., à Belvidere, New Jersey (U.S.A.) en 1982.

Ce système très performant fournit une puissance de 23,3 MW de courant électrique. 72,6 t/h de vapeur process à 15,5 bars et 118 t/h d'eau surchauffée industrielle de près de 80 °C pour la production de vitamines. Le rapport de la chaleur cogénérée s'établit à 3 956 kJ/kWh (3 750 BTU/kWh-LVH) correspondant à 87 % de l'énergie utilisée à cet effet (énergie utile : consommation de fuel).

La pièce maîtresse de tout ce système, un moteur diesel Sulzer à 10 cylindres, à marche lente, type RNF90M, a été remis officiellement à Hoffmann-La Roche en décembre 1982. Ce moteur pesant 1 160 tonnes, construit par Sulzer à Winterthur (Suisse), est non seulement le plus gros moteur diesel à cogénération du monde, mais aussi le plus puissant qui ait jamais été installé aux États-Unis. Ce moteur fonctionne à 120 tr/min, et chacun de ses cylindres, de 90 cm d'alésage, développe une puissance de 2 440 kW (3 320 ch).

L'installation du diesel à cycle combiné chaleur-force fait partie du programme de démonstration d'économie de combustible

établi par le Département américain de l'énergie (US Department of Energy DOE) en étroite coopération avec la Thermo Electron Corporation, Waltham, Massachusetts, figurant comme contractant principal.

Hoffmann-La Roche se propose de céder l'électricité excédentaire au réseau public de distribution locale, augmentant ainsi le rendement économique de l'installation. Ce système combiné chaleur-force, basé sur la combustion de fuel brut résiduaire, relativement peu coûteux, aura pour résultat des économies de combustible équivalent à 150 000 à 200 000 barils de pétrole par an.

### Chlorure de strontium pour les pâtes dentifrices

En R.F.A., le chlorure de strontium est homologué pour les soins dentaires en vertu de l'arrêté de décembre 1980 sur les produits cosmétiques. On considère qu'il est médicalement avéré que le chlorure de strontium soluble, incorporé dans la pâte dentifrice, entre en interaction avec les phosphates de calcium dans le tissu du collet de la dent : le court laps de temps passé chaque jour à se laver les dents est suffisant pour permettre, par un échange d'ions, la substitution d'ions de strontium aux ions de calcium. Il en résulte que la dentine est désensibilisée et consolidée dans la zone particulièrement critique entre la gencive et la couronne de la dent et que la déposition d'une plaque est entravée. Étant donné que le chlorure de strontium amène en outre une meilleure irrigation sanguine de la gencive, le risque d'une parodontose s'en trouve considérablement réduit.

La Degussa AG (Francfort-sur-Main) a entrepris la production du chlorure de strontium cristallisé hautement pur TPQ (abréviation anglaise de qualité de pâte dentifrice) pour cette utilisation spéciale dans les pâtes dentifrices. Grâce à une double séparation du baryum, la teneur résiduelle en baryum de cette qualité spéciale est inférieure à 20 ppm. La teneur en autres métaux lourds se situe en dessous de 5 ppm.

Le produit convient non seulement pour l'emploi dans les pâtes dentifrices au phosphate et à la silice mais aussi pour l'utilisation dans les pâtes à la craie. La Degussa recommande l'addition, au maximum, de 10 % en poids par rapport à la formule globale. Le chlorure de strontium est dissous dans l'eau avant son incorporation et n'affecte pas la stabilité au stockage des pâtes dentifrices.

### Film polyester complexe métallisé à imperméabilité totale

Le département Fanocel de Rhône-Poulenc films a mis au point, dans ses laboratoires, un film complexe haute barrière dont les performances sont uniques actuellement.

Commercialisé sous la marque Clarylène HB, c'est un film polyester métallisé/polyoléfine auquel une technique de complexage originale (breveté) confère des propriétés barrières à l'oxygène et à la vapeur d'eau encore jamais atteintes (0 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.24 h à l'oxygène et moins de 0,2 g/m<sup>2</sup>.24 h à la vapeur d'eau).

Le Clarylène HB présente en outre des propriétés barrière aux UV : isolant thermique, il devient parfaitement étanche après soudure. A ces caractéristiques s'ajoutent une très grande résistance mécanique du film à la rupture et la perforation qui le rend apte à proposer des solutions neuves en matière d'emballage moyenne/grande contenance semi-industriel.

Employé en doublage de fûts, sacs papier, étuis carton (de 5 à 50 kg), il permet aujourd'hui de conditionner à bas coût des produits périssables (semences, produits déshydratés...) ou toxiques (produits chimiques), qu'ils soient sous forme pulvérulente ou solide, en utilisant des techniques « propres » de conditionnement sous-vide automatisées. Cette formule pourrait, par exemple, résoudre les problèmes de pertes de produits agro-alimentaires imputables à des conditions de stockage inadéquates favorisant la prolifération de micro-organismes. Un essai réalisé au Sénégal montre que le Clarylène HB apporte une réponse efficace au stockage de semences à température ambiante. Il présente une solution économique au sous-équipement en silos réfrigérés des pays en voie de développement.

Le Clarylène HB se prête également à l'emballage de liquides dans des outres dont les capacités peuvent varier entre 2 et 220 litres, équipées ou non selon les cas d'un dispositif de remplissage/soutirage qui assure une étanchéité parfaite en cours d'utilisation (l'outre se vide sous l'effet de la pression atmosphérique en se rétractant, évitant ainsi toute oxydation par l'air).

Les performances de ce film complexe ont aussi été prouvées dans un autre cas difficile, celui de la conservation du vin blanc, particulièrement fragile. Grâce au Clarylène HB, la conservation peut atteindre 6 mois sans adjonction de stabilisant. Ce type d'emballage offre aux viticulteurs la possibilité d'exporter du vin blanc vers des destinations lointaines et donc de s'attaquer à des marchés potentiels jusqu'ici inexploités, tels que les États-Unis.

Compte tenu des qualités exceptionnelles de son dernier film complexe, Fanocel projette le développement de nombreuses applications pour l'emballage des liquides aussi variés que les sérums physiologiques en milieu hospitalier ou les jus de fruits, huiles, etc.

En raison de sa résistance thermique qui peut s'élever jusqu'à 140 °C, selon la nature du polyoléfine employé dans le complexe, Clarylène HB pourra connaître des applications de semi-conservation qui requièrent une étape de pasteurisation, telles que le conditionnement de sauces, corps gras, concentrés de pulpes de fruits, etc.

Fanocel est un département de Rhône-Poulenc Films, spécialisé dans la transformation de films souples d'emballage (impression, complexage, façonnage). Il regroupe des transformateurs qui associent leurs efforts pour fournir aux industries utilisatrices un conditionnement « sur mesure » et bénéficient de l'appui du groupe Rhône-Poulenc en matière de recherche et d'assistance thermique. Fanocel est implanté en Europe (France, Italie, Autriche, Belgique, Portugal et en Afrique (Maroc), par l'intermédiaire de 6 PME qui totalisent un CA d'environ 300 millions de francs.

### Esso Chimie : des pare-chocs teintés dans la masse

Parmi ses nombreuses innovations, la nouvelle BX Citroën comporte, pour la première fois, des pare-chocs teintés dans la masse, en neuf couleurs qui s'harmonisent à celle de la carrosserie. Une nouvelle qualité d'élastomère thermoplastique Vistaflex d'Esso Chimie a été mise au point pour la réalisation de ces pare-chocs qui, ne comportant pas de partie métallique, résistent sans dommage à des chocs de 5 km/h. Ils se déforment au choc, absorbant l'énergie et reprennent ensuite leur forme.

Le Vistaflex, à base de caoutchouc éthylène-propylène Vistalon et de polypropylène, allie la facilité de mise en œuvre des plastiques aux qualités d'absorption des chocs de l'élastomère.

### La Fondation Kodak-Pathé aide au sauvetage des vieux films

La Fondation Kodak-Pathé a fait don, au Service des Archives du film, de la pellicule nécessaire au contretypage négatif et au tirage d'une copie, à partir des originaux restaurés, de cent films des Frères Lumière tournés entre 1895 et 1905.

Elle a également offert la pellicule nécessaire à la confection d'un internégatif de sécurité et au tirage des copies de projection d'un montage de films représentatifs de l'évolution du procédé de coloriage des films au pochoir de 1897 à 1920.

L'ensemble de ces aides porte sur environ 10 000 mètres de pellicule noir et blanc et couleur.

Depuis 1895, jusqu'en 1954, presque toute la production française a été tournée sur pellicule en nitrate de cellulose, le « film flamme », produit dangereux parce qu'inflammable, de plus voué à une autodestruction inéluctable.

Après des initiatives méritoires telles que celle de la Cinémathèque française, pour retrouver des films anciens et les rassembler, l'État a pris progressivement en charge la tâche de conservation des films, en



Avant restauration



Après restauration

créant, en 1969, le Service des Archives du film du Centre National de la Cinématographie (situé actuellement à Bois d'Arcy près de Versailles).

Depuis sa création officielle, le Service des Archives du film a reçu en dépôt plus de 400 000 bobines de films dont environ 55 % sur support de nitrate.

A leur arrivée, les films, après un contrôle global, sont triés afin de séparer les documents « nitrate » des films sur supports de sécurité et de les stocker dans des bâtiments séparés.

Les boîtes métalliques sont systématiquement remplacées par des boîtes en polyéthylène.

Chaque film est ensuite examiné de façon très détaillée, en vue d'en vérifier le contenu et d'en déterminer l'état, chimique et physique.

Les films les plus menacés sont aussitôt restaurés : réparation des originaux (perforations arrachées, films collés...), synchronisation ou remontage, traitements de surface, lavage, contretypage et tirage éventuel de copies.

Les films « nitrate » anciens les plus détériorés, présentant un grand retrait et dans des formats obsolètes, sont transférés sur pellicules 35 mm ou 16 mm avec remise au cadre sonore et à la cadence actuelle de 24 images/seconde, par reprise d'une image sur 2 ou 3, selon la cadence d'origine.

### Un catalyseur pour la synthèse de l'ammoniac qui permet de réaliser des économies d'énergie

Les usines de production d'ammoniac pourront désormais réaliser d'importantes économies d'énergie grâce à un nouveau catalyseur de synthèse mis au point par la Société Norsk Hydro (Norvège). Depuis 1976, des essais en cours dans différentes installations industrielles ont montré que l'activité et la durée de vie de ce catalyseur étaient supérieures à celles des catalyseurs existants. Norsk Hydro fabrique ce catalyseur sous formes non réduite et pré-réduite et a conclu un contrat de commercialisation avec Engelhard Industries (France). Norsk Hydro exerce ses activités de développement des catalyseurs de synthèse d'ammoniac depuis les années 30. Elle a été l'un des pionniers dans la recherche et le développement des catalyseurs de synthèse d'ammoniac ainsi que dans l'exploitation des usines de production d'ammoniac. Cette tradition s'est poursuivie avec la mise au point et l'utilisation, en 1969, du premier catalyseur de synthèse d'ammoniac pré-réduit.

Engelhard est une société internationale mondialement connue dont les intérêts couvrent des domaines aussi variés que les produits chimiques, métallurgiques, la bijouterie et les produits dentaires. Une grande partie des activités industrielles de la société concerne l'affinage et la transformation des métaux précieux.

### Nouvelles des Communautés Européennes

Activités de la Communauté Européenne dans le domaine des analyses.

La Communauté a entrepris, depuis quelques années, une activité de nature technique ayant pour objectif d'améliorer la qualité des mesures et l'harmonie des résultats dans l'ensemble des pays membres.

Cette activité du Bureau Communautaire de Référence s'est révélée être une contribution utile au fonctionnement du Marché Commun. En effet, les transactions commerciales ne peuvent s'opérer sans heurts que si l'acheteur et le vendeur sont d'accord sur la quantité et la qualité des produits échangés et sur les résultats de ces mesures. Or, même les laboratoires les plus compétents n'obtiennent pas toujours des résultats suffisamment concordants pour la pratique courante. Ces discordances sont sources de difficultés dans les transactions commerciales (en particulier entraves dans le commerce international), dans l'application des règlements (notamment ceux relatifs à l'environnement) et dans les soins de santé.

Au niveau de la production industrielle, la précision dans les mesures et analyses est de plus en plus un facteur de succès. L'usine, ayant un contrôle de qualité à chaque étape de fabrication, a une production de meilleure qualité et un rendement meilleur que si le contrôle se fait seulement en bout de chaîne ou si les appareils de mesure ne sont pas correctement étalonnés.

La Commission des Communautés Européennes concentre de préférence son effort sur les problèmes qui ont une grande importance économique et qui concernent la majorité des pays membres.

Le principe des projets consiste à faire travailler ensemble les laboratoires les plus compétents et les plus concernés des pays membres. Après avoir exécuté des mesures ou analyses dans des conditions bien déterminées, les laboratoires sont invités à discuter les raisons et les causes possibles des discordances entre résultats. Ensuite, des essais complémentaires sont effectués pour vérifier que les sources d'erreurs peuvent être éliminées. Ces travaux peuvent conduire à la certification d'étalons chimiques (appelés matériaux de référence) ou à des étalons de transfert (pour les étalonnages métrologiques).

Le programme comporte un volet consacré aux mesures physiques (et technologiques) et une partie couvrant les analyses chimiques. Des informations détaillées peuvent être obtenues auprès du Bureau Communautaire de Référence (BCR) à l'adresse indiquée ci-dessous.

Dans le domaine des analyses chimiques, une centaine de matériaux de référence sont actuellement certifiés.

Les travaux analytiques envisagés pour l'avenir concerneront notamment les denrées alimentaires, l'environnement (éléments en trace, composés organiques dangereux), la médecine, les métaux, les charbons. Cette énumération n'est pas restrictive.

Tout laboratoire ou toute société industrielle établi dans la Communauté, confronté à des problèmes analytiques, peut les soumettre à la Commission avec des précisions suffisantes.

Les laboratoires, qui répondront à cet appel contribueront à orienter les activités vers les problèmes qui doivent avoir une priorité économique. Ils pourront avoir également la possibilité, s'ils le désirent, de participer aux travaux dans les cas où des projets seraient mis sur pied. Les laboratoires qui préféreraient soumettre des propositions détaillées devraient au préalable prendre

contact avec la Commission des Communautés Européennes, Direction de la Recherche Technologique, Bureau Communautaire de Référence (BCR), à l'attention de M. H. Marchandise, 200, rue de la Loi, B-1049 Bruxelles, pour obtenir les indications nécessaires pour présenter leurs propositions de manière adéquate.

#### Rapports sur l'environnement

Parmi les rapports présentés, en janvier, devant l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe, nous avons relevé, dans le cadre des débats sur l'aménagement du territoire et sur les pouvoirs locaux, deux rapports sur la politique de l'environnement en Europe (1981-1982):

- Rapport de M. Peter Hardy (Royaume-Uni):

Dans un aperçu général des activités menées dans ce domaine, tant au niveau européen que national, le Rapporteur souligne les incidences de la crise économique qui touche les États membres sur les politiques nationales de l'environnement, généralement sous la forme d'importantes restrictions budgétaires, aussi bien à l'échelon public que privé. En matière d'instruments juridiques internationaux concernant la protection de l'environnement, la Convention du Conseil de l'Europe relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe, entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> juin 1982, constitue un important progrès.

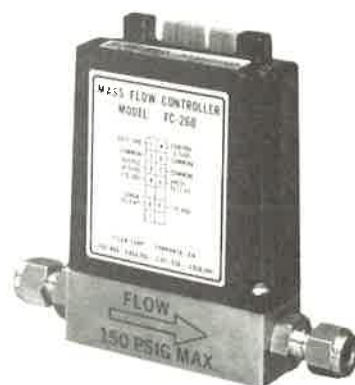
Le projet de Recommandation invite notamment les gouvernements des États membres à accroître les moyens budgétaires accordés à la protection de l'environnement et à associer davantage les autorités locales et régionales à la lutte contre la pollution et les nuisances.

- Rapport de Lord Northfield (Royaume-Uni):

Le Conseil de l'Europe devrait examiner un certain nombre de directives des Communautés Européennes et déterminer s'il serait utile de les appliquer dans l'ensemble des 21 États membres. L'avancement des travaux au cours des deux dernières années a été décevant. Des mesures spécifiques et immédiates faisant suite aux directives de la CEE sur l'eau, l'air et les déchets s'imposent, ainsi qu'une action pour limiter les effets nocifs des poids-lourds sur l'environnement. La relance d'un programme du Conseil de l'Europe dans le domaine de l'environnement pourrait jouer un rôle précieux et compléter les activités de la CEE et de l'OCDE.

**TYLON**

## DÉBITMÈTRE MASSIQUE DE GAZ



- Indépendant des variations de température et de pression
- Précision  $\pm 1\%$
- Répétabilité  $\pm 0,2\%$
- Gamme : de 0,2 cc/mn à 400 litres/mn
- Grande fiabilité
- Version "Dual" pour la Chromatographie
- Assemblé et calibré en France

**TYLON**

3 allée de Lausanne  
38290 SAINT-QUENTIN-FALLAVIER  
Tél. (74) 94.45.83  
Télex 310259 F

Réactifs

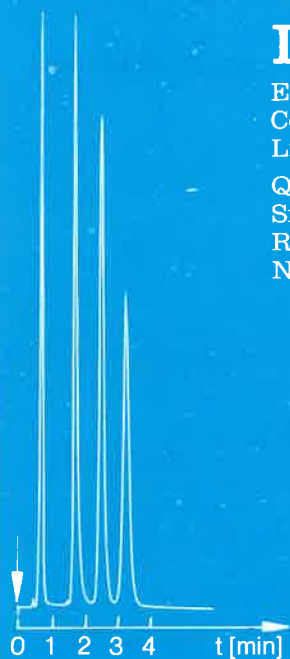
MERCK

## Chromatographie en phase liquide sous pression – HPLC

### LiChrosorb®

Exemple de séparation:  
Composés aromatiques  
LiChrosorb RP-8, 10  $\mu\text{m}$

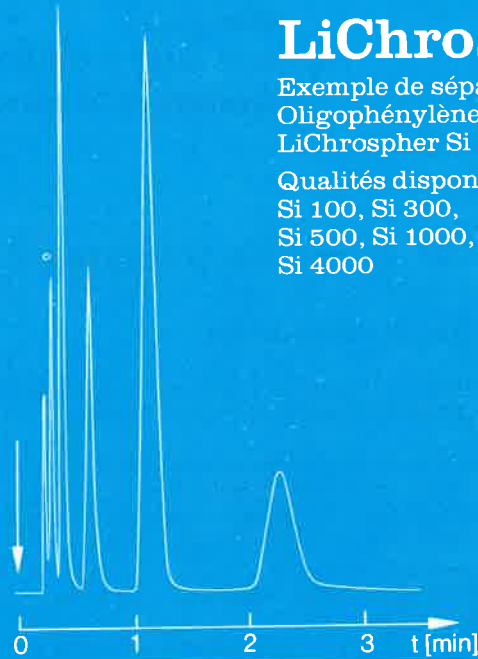
Qualités disponibles:  
Si 60, Si 100, Alox T,  
RP-2, RP-8, RP-18  
NH<sub>2</sub>, DIOL, KAT, CN



### LiChrospher®

Exemple de séparation:  
Oligophénylènes  
LiChrospher Si 500, 10  $\mu\text{m}$

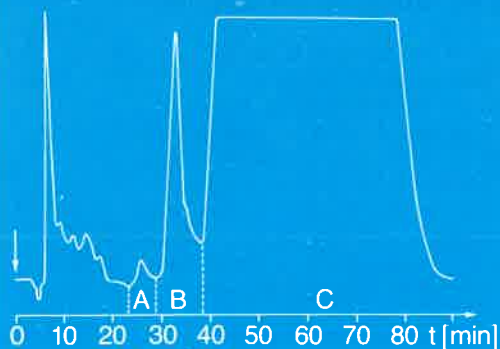
Qualités disponibles:  
Si 100, Si 300,  
Si 500, Si 1000,  
Si 4000



### LiChroprep®

Exemple de séparation:  
Céphalosporines  
LiChroprep NH<sub>2</sub>, 25-40  $\mu\text{m}$

Qualités disponibles:  
Si 40, Si 60, Si 100, Alox T,  
RP-2, RP-8, RP-18  
NH<sub>2</sub>, DIOL



### Perisorb®

Exemple de séparation:  
Esters de l'acide  
phtalique  
Perisorb A, 30-40  $\mu\text{m}$

Qualités disponibles:  
A (Silicagel)  
RP-2, RP-8, RP-18,  
KAT, PA 6



**LiChrosorb®** pour séparations analytiques  
Granulométrie: 5, 7, 10  $\mu\text{m}$

**LiChroprep®** pour séparations préparatives  
Granulométrie: 5-20, 15-25, 25-40, 40-63  $\mu\text{m}$

**LiChrospher®** particules sphériques, poreuses de  
part en part. Granulométrie: (5), 10, (20)  $\mu\text{m}$

**Perisorb®** supports poreux en surface; noyau de verre de  
forme sphérique entouré d'une couche chromato-  
graphiquement active de 1 à 2  $\mu\text{m}$  d'épaisseur.  
Granulométrie: 30 à 40  $\mu\text{m}$

**E. Merck, Darmstadt (R. F. Allemagne)**

Laboratoires MERCK-CLEVENOT S.A., Division Chimie, 5 à 9, rue Anquetil, B.P. No. 8,  
F-94130 Nogent sur Marne, Tél.: (1) 876 11.50, Téléx: 215 720

Veuillez demander notre brochure spéciale.

397 i-F

- Créations de nouvelles formations et modifications diverses
- Affichage du Département de chimie
- Colloque de l'ATP « Valorisation de la matière première végétale par voie chimique »
- École d'été « Méthodologies de la programmation : applications aux domaines de la chimie »

## I. Création de nouvelles formations et modifications diverses

### Créations de nouvelles formations

À la suite de la réunion du Conseil du CNRS, qui s'est tenue le 17 février 1983, de nouvelles formations ont été créées :

ERA 1006 : « Physico-chimie des transuraniens », Paris.

Directeur : Mme M. Pagès, directeur de recherche.

ERA 1004 : « Cristallochimie et physicochimie du solide », Université de Lille I, ENSC Lille et Valenciennes.

Directeur : M. D. Thomas, professeur.

ERA 1007 : « Matériaux minéraux », Mulhouse.

Directeur : M. R. Wey, professeur.

ERA 1001 : « Laboratoire de chimie organique 2 », Nantes.

Directeur M. H. M. Quiniou, professeur.

ERA 1002 : « Groupe d'études et de recherches appliquées pluridisciplinaires », Perpignan.

M. C. M. Coste, professeur.

ERA 1005 : « Thermodynamique et électrochimie en solution », Clermont-Ferrand II.

M. J. P. Morel, professeur.

ERA 1008 : « Spectrochimie moléculaire », Paris.

Directeur : M. J. P. Perchard, professeur.

RCP 701 : « Colonne IV », Montpellier II.

Responsable : M. R. Corriu, professeur.

GRECO 61 : « Cinétique des réactions photoélectrochimiques aux électrodes semi-conductrices inorganiques intéressant la conversion de l'énergie solaire », Meudon.

Responsable : M. R. Parsons, directeur de recherche.

En outre :

L'ERA 554 : « Stéréochimie et mécanismes réactionnels de composés organominéraux », à Montpellier II, dirigée par M. R. Corriu est transformée en LA 349.

L'ERA 167 : « Photophysique et photochimie moléculaire », à Bordeaux I, dirigée par M. J. Jousot-Dubien, est transformée en LA 348.

L'ERA 371 : « Catalyse en chimie organique », à Poitiers, dirigée par M. M. Guisnet, est transformée en LA 350.

L'ERA 827 : « Spectroscopie et réactivité des systèmes organiques » à Lille I, dirigée par MM. A. Lablache-Combié et J. Lhomme, est transformée en LA 351, dirigé par A. Lablache-Combié.

L'ER 10 : « Physicochimie des matériaux luminescents » à Lyon I, dirigée par Mme Gaume, est transformée en ERA 1003.

### Changements de responsables de formation

LP 4301 : « Centre de biophysique moléculaire », Orléans.  
Nouveau directeur : M. C. Nicolaï, directeur de recherche;

Nouveau sous-directeur : M. M. Charlier, maître de recherche.  
(Ex-directeur, M. C. Hélène; ex-sous-directeur : M. G. Spach).

LP 320 : « Céramiques nouvelles », Limoges.

Directeur : M. M. Billy, professeur.

(ex-directeurs, MM. M. Billy et P. Fauchais).

LA 75 : « Physicochimie des rayonnements », Paris XI-Orsay.

Nouveau directeur : M. J. Faure, professeur.

(ex-directeur, Mme R. Marx).

LA 135 : « Laboratoire de synthèse et de photochimie organiques », Mulhouse.

Nouveau directeur : M. J. P. Fleury, professeur.

(ex-directeur; M. J. Streith).

ERA 821 : « Chimie quantique des molécules à éléments lourds et des états excités », Toulouse III.

Nouveau directeur : M. J. P. Malrieu, Directeur de recherche.

(ex-directeur : M. P. Durand).

ERA 826 : « Laboratoire de chimie organique appliquée », Strasbourg.

Nouveaux directeurs : MM. Kiennemann, professeur, et Jenner, maître de recherche.

(ex-directeur : M. A. Deluzarche).

ERA 472 : « Polymères, biopolymères, membranes », Mont Saint-Aignan.

Nouveau directeur : M. G. Spach, directeur de recherche.

(ex-directeur : M. E. Sélégnny).

### Changements de titres de formations

LA 177, dirigé par M. W. Robert, à Orsay.

Nouveau titre : « Métallurgie physique ».

LA 198, dirigé par M. M. Duquesne, à Paris.

Nouveau titre : « Physique et chimie biomoléculaire ».

LA 302, dirigé par M. J. Livage, à l'ENSCP, Paris.

Nouveau titre : « Chimie de la matière condensée ».

ERA 169, dirigée par M. R. Jacquier, à Montpellier.

Nouveau titre : « Synthèse et étude physicochimique ».

ERA 471, dirigée par M. G. Spach, à Mont Saint-Aignan.

Nouveau titre : « Polymères, biopolymères, membranes ».

### Bilan du Secteur chimie en 1983

- 24 Laboratoires propres.
- 4 Groupes de recherche.
- 14 Équipes de recherche.
- 44 Laboratoires associés.
- 106 Équipes de recherche associées.
- 13 Recherches coopératives sur programme.
- 4 GRECO.
- 5 Groupements scientifiques.



## II. Affichage du Département de chimie

Liste des postes de chercheurs susceptibles d'être pourvus lors de la session de printemps 1983 du Comité National.

### Section 12

LA 79 : Chimie de coordination, Recherche de nouveaux matériaux.

« Laboratoire des acides minéraux », Montpellier.

Directeur : M. Potier.

Niveau : Attaché de recherche.

LA 255 : Synthèse de complexes de métaux de transition avec des molécules biologiques : recherche de substances à activité antibiotique et antitumorale.

« Chimie de coordination organique », Orsay.

Directeur : M. Kagan, Équipe de M. Gaudemer.

Niveau : Attaché de recherche.

LA 322 :

● Complexes de coordination et chimie organométallique des éléments de transition, réactivité.

« Chimie et photochimie moléculaire », Brest.

Directeur : M. Guglielmetti, Équipe de M. Guerschais.

Niveau : Chargé de recherche.

● Surfaces : modification et dégradation (approche électrochimique et physicochimie). Niveau : Attaché de recherche.

● Relations entre la surface d'un matériau et ses propriétés d'adhésion ou de frottement ou d'usure.

Thème soutenu par le programme interdisciplinaire PIRMAT.

Niveau : Attaché de recherche.

● Préparation des catalyseurs en relation avec leurs propriétés.

Thème soutenu par le programme interdisciplinaire PIRSEM.

Niveau : Attaché de recherche.

● Réactions catalytiques : caractérisation des catalyseurs et recherches en génie des réactions catalytiques.

Thème soutenu par le programme interdisciplinaire PIRSEM.

Niveau : Attaché de recherche.

### Section 13

● Matériaux d'intérêt électrochimique.

● Photoélectrochimie.

Thème soutenu par le programme interdisciplinaire PIRSEM.

Niveau : Attaché de recherche.

● Électrochimie des milieux hétérogènes.

● Hydrométallurgie.

Thème soutenu par le programme interdisciplinaire PIRSEM.

Niveau : Attaché de recherche.

● Séparation et analyse des grosses molécules.

Niveau : Attaché de recherche.

### Section 14

● Retraitement des combustibles irradiés. Stockage et retraitement des déchets.

Niveau : Attaché de recherche.

● Relations entre la structure et les propriétés des céramiques.

Thème proposé par le programme interdisciplinaire PIRMAT.

Niveau : Attaché de recherche.

● Matériaux métalliques amorphes et microcristallins.

Thème proposé par le programme interdisciplinaire PIRMAT.

Niveau : Attaché de recherche.

● Matériaux composites.

Thème proposé par le programme interdisciplinaire PIRMAT.

Niveau : Attaché de recherche.

### Section 15

ERA 389 : Création régio- et stéréospécifique de liaisons C-C-N utilisant les organoboranes et les dipôles-1,3. Application à la synthèse d'alcaloïdes.

« Groupe de recherche de physico-chimie structurale », Nantes.

Directeur : M. Carrié.

Niveau : Attaché de recherche.

ERA 475 : Synthèse d'antibiotiques  $\beta$ -lactamiques.

« Synthèse régio-stéréosélective », Paris.

Directrice : Mlle Ficini, Équipe de M. d'Angelo.

Niveau : Attaché de recherche.

Thème soutenu par le programme interdisciplinaire PIRMED.

ERA 476 : Synthèse et réactivité de molécules à cycles contraints à activité sur le système nerveux central et cardiovasculaire.

« Méthodes de synthèse organique; milieux réactionnels », Nancy.

Directeur : M. Caubère.

Niveau : Attaché de recherche.

ERA 685 : Analyse de substances naturelles d'origine végétale (lipides, polysaccharides); mécanismes de biosynthèse.

« Laboratoire de chimie bioorganique et organique physique », Paris.

Directeur : Mme Eliette Casadevall.

Thème soutenu par le programme interdisciplinaire PIRSEM.

Niveau : Attaché de recherche.

ERA 688 : Synthèse énantiosélective de produits naturels par activation thermique d'époxydes.

« Réarrangements thermiques et photochimiques », Reims.

Directeurs : MM. Pete et Chucho.

Niveau : Attaché de recherche.

ERA 827 : Molécules intervenant dans les mécanismes biologiques (et en chimie thérapeutique) : synthèse, réactivité, interactions.

« Spectroscopie et réactivité de systèmes organiques », Lille.

Directeurs : MM. Lablache-Combié, Lhomme, Loucheux. Équipe de M. Lhomme.

Thème soutenu par le programme interdisciplinaire PIRMED.

LA 332 : Induction asymétrique au cours de la cycloaddition des cétènes.

« Laboratoire d'études dynamiques et structurales de la sélectivité », Grenoble.

Directeur : M. Rassat, Équipe de MM. Green et Luche.

Thème soutenu par le programme interdisciplinaire PIRMED.

Niveau : Attaché de recherche.

### Section 16

ERA 671 : Synthèse organique assistée par ordinateur.

« Modèles informatiques appliqués à la synthèse », Strasbourg.

Directeur : M. Kaufmann.

Niveau : Attaché de recherche.

LP 4 : Synthèse de peptides : recherche d'inhibiteurs spécifiques, antigènes synthétiques.

« Centre de pharmacie et d'endocrinologie », Montpellier.

Directeur : M. Jard; Équipe de M. Castro.

Thème soutenu par le programme interdisciplinaire PIRMED.

Niveau : Attaché de recherche.

LP 2301 : Caractérisation de protéines sériques à activité anticancéreuse, induites au cours des réactions inflammatoires.

« Institut de Chimie des Substances Naturelle », Gif-sur-Yvette.

Directeur : Sir Derek Barton; Équipe de Mme Lenfant.

Thème soutenu par le programme interdisciplinaire PIRMED.

Niveau : Attaché de recherche.

LA 32 : Chimie de coordination des hémoprotéines et des ferroporphyrines.

Implications pharmacologiques et toxicologique.

« Laboratoire des réactions sélectives », Paris.

Directeur : M. Marc Julia; Équipe de M. Mansuy.

Thème soutenu par le programme interdisciplinaire PIRMED.

Niveau : Attaché de recherche.

**LA 135** : Chimie et enzymologie microbienne; lipides microbiens. « Laboratoire de synthèse et photochimie organique », Mulhouse. Directeurs : MM. Streith et Fleury; Équipe de M. Rohmer. Niveau : Attaché de recherche.  
**ERA 551** : Durée de vie des états excités dans les biosystèmes. Modes de désactivation, processus de relaxation. « Étude photophysique et photochimique des protéines », Strasbourg. Directeur : M. Laustriat. Niveau : Chargé de recherche.

## Section 17

**LP 2631** : Instrumentation infrarouge et Raman. « Laboratoire de spectroscopie infrarouge et Raman », Lille. Directeur : M. Delhaye. Niveau : Chargé de recherche.  
**LP 5430** : Polymérisations catalytiques de type Ziegler-Natta. « Laboratoire des matériaux organiques », Lyon. Directeur : M. Guyot; Équipe de M. Spitz.

Niveau : Attaché de recherche.  
**LP 6401** : Science des matériaux. Polymères. « Centre de recherche sur les macromolécules », Strasbourg. Directeur : M. Wippler. Niveau : Attaché de recherche.  
**GR 35** : Interaction des ions avec les modèles de systèmes biologiques. « Organisation moléculaire et macromoléculaire », Thiais. Directeur : M. Berteaud. Niveau : Attaché de recherche.  
**LA 234** : Relations structures et propriétés mécaniques des polymères. « Structure de l'état solide », Lille. Directeur : M. Escaig. Thème soutenu par le programme interdisciplinaire PIRMAT. Niveau : Attaché de recherche.  
**LA 278** : Physicochimie des polymères en masse. « Physicochimie des polymères », Paris. Directeur : M. Monnerie. Niveau : Attaché de recherche.

## III. Colloque de l'ATP « Valorisation de la matière première végétale par voie chimique »

Dans le cadre de l'ATP « Valorisation de la matière première végétale par voie chimique », se tiendra, le 22 avril 1983, à l'École Nationale Supérieure de Chimie de Toulouse, un colloque au cours duquel les équipes bénéficiaires d'un contrat en 1980 et 1981 exposeront leurs résultats.

Toutes les personnes intéressées par les problèmes de valorisation de la matière première végétale sont invitées à participer à ce

colloque et auront la possibilité de présenter leurs travaux sous forme d'affiches.

Les inscriptions et les propositions de communication par affiches doivent être envoyées, avant le 15 mars, à l'adresse suivante : Pr. M. Rivière, Laboratoire I.M.R.C.P., Université Paul Sabatier, 118, route de Narbonne 31062 Toulouse Cedex.

## IV. École d'été CNRS-LPRAI « Méthodologies de la programmation : applications aux domaines de la chimie ».

Du 4 au 8 juillet 1983, à Aix-en-Provence. Nombre maximal de participants : 30.

### Objectifs pédagogiques

Donner aux chercheurs la formation de base pour les méthodes de programmation (algorithmique). Cette formation facilitera leur travail ultérieur et permettra l'écriture de programmes plus performants et transmissibles.

### Publics concernés

Cette École s'adresse plus particulièrement aux chercheurs préparant une thèse d'Etat ou d'ingénieur-docteur, ou suivant un stage post-doctoral. Des exercices de codage seront effectués dans un des langages évolués de programmation scientifique (PASCAL, FORTRAN, BASIC), mais aucune connaissance particulière en informatique n'est nécessaire.

### Programme

Il ne s'agit pas d'un programme chronologique mais d'un ensemble de notions qui seront enseignées :

- notion d'objet,
- type,
- notion d'action,
- structures de base d'un algorithme,
- organisation générale d'un programme,
- décomposition modulaire d'un programme,
- analyse descendante, analyse ascendante,
- actions imbriquées,
- récursivité,
- validation d'un programme,

- évaluation d'un algorithme,
- structures de données,
- précision, convergence, troncatures,
- occupation mémoire, place mémoire, encombrement, recouvrement, mémoire virtuelle,
- fichiers,
- comparaison de langages scientifiques.

Toutes ces notions seront développées au moyen d'exemples qui donneront lieu, pour la plupart, à l'écriture de programmes dans des langages évolués classiques (FORTRAN, BASIC, PASCAL).

### Matériel utilisé

Les stagiaires auront à leur disposition :

- 12 micro-ordinateurs 64 ko. Système d'exploitation CP/M.
- 16 micro-ordinateurs 64 Ko. Système d'exploitation Turbodos.

### Modalités d'inscription

Les personnes intéressées sont invitées à faire acte de candidature, avant le 20 mai 1983, auprès de : M. Didier Mathieu, Laboratoire de prospective réactionnelle et d'analyse de l'information; I.U.T., département d'informatique, avenue Gaston Berger, 13625 Aix-en-Provence.

Elles sont priées de joindre à leur demande une courte note indiquant les liens entre leur recherche en cours et l'informatique.

### Frais de participation

Leur montant a été fixé à 3 800 F. Les chercheurs du secteur public sont pris en charge. Les participants du secteur privé pourront bénéficier des dispositions de la loi sur la formation continue (du 16 juillet 1971).

- Société de Chimie Biologique
- Société de Chimie physique
- Société Chimique de France
- Société de Chimie Industrielle

## Réunion de Printemps

La Réunion de Printemps de la Société de Chimie Biologique se tiendra à la Grande-Motte, du 5 au 7 mai 1983, sur le thème : *Médiateurs intracellulaires et phosphorylation des protéines*

### Programme

Le programme scientifique comportera :

- Deux conférences plénières concernant le mode d'action de messagers intracellulaires nouveaux impliqués dans le mode d'action de l'interféron (I. Kerr, ICRF Londres) et de la prolactine (L. M. Houdebine, INRA Jouy-en-Josas).
- Quatre séances de communications orales par, notamment, J. Bockaert (Montpellier), H. Cailla (Marseille), J. Content (Bruxelles), J. Haiech (Montpellier), M. Dorée (Montpellier), A. Goldbeter (Bruxelles), A. Hovanessian (Paris), A. Le Cam (Nice), L. Montagnier (Paris), J. Puysegur (Nice), H. Rochefort (Montpellier), M. Tovey (Villejuif).
- Deux séances de communications par affiches.

### Inscriptions

Les inscriptions seront acceptées jusqu'au 31 mars 1983. Pour tous renseignements et l'envoi des bulletins d'inscription, s'adresser au : Prof. B. Lebleu, Laboratoire de biochimie des protéines, Université de Montpellier II, Place E. Bataillon, 34060 Montpellier Cedex. Tél. : (67) 54.47.48.

Les droits d'inscription sont les suivants :

- Membres de la Société de Chimie Biologique :  
sans hébergement : 200,00 F  
avec hébergement : 600,00 F en chambre double  
750,00 F en chambre simple

- non Membres :  
sans hébergement : 550,00 F  
avec hébergement : 850,00 F en chambre double  
1 000,00 F en chambre simple

La réunion aura lieu à l'hôtel Le Quetzal, Allée des Jardins, 34280 La Grande-Motte.

Le droit d'inscription inclut le déjeuner du vendredi 6 et les collations (formule sans hébergement) ou la pension complète, du jeudi 5 mai au soir au samedi 7 mai après déjeuner (formule avec hébergement). Aucune réservation d'hôtel ne sera acceptée après le 31 mars.

### Voyage

Un vol groupé est organisé, depuis Paris, selon l'horaire suivant :  
Départ : 13 h 40 de Paris Charles de Gaulle.  
Retour : 17 h 10 à Paris Orly-Ouest.  
Aucune réservation ne sera acceptée après le 31 mars.  
Des fiches Congrès SNCF seront envoyées sur demande.

### Communications non invitées

Les résumés des communications devront parvenir à B. Lebleu, avant le 31 mars 1983, pour examen par le Comité du programme scientifique. Elles seront inscrites dans une session appropriée pour présentation sous forme orale (pour quelques unes d'entre elles) ou sur panneaux.

## 2<sup>e</sup> Réunion internationale sur les batteries au lithium

L'objectif de cette Réunion est surtout d'aborder les aspects théoriques et expérimentaux des batteries primaires et secondaires au lithium.

La Réunion comportera des conférences d'introduction et des communications pour lesquelles un temps important de discussion est prévu.

Parmi les sujets les plus importants qui seront discutés : mécanismes de réaction; thermodynamique et cinétique des processus d'électrode; films d'interfaces et passivation; électrolytes

pour les batteries au lithium (organique, solides, polymères, sels fondus, etc.); lithium et électrodes d'insertion; sécurité des piles au lithium, cellules nouvelles ou améliorées.

Une discussion générale sur l'avenir de ces batteries clôturera cette Réunion.

Pour tous renseignements : Dr Garreau, Physique des liquides et électrochimie, Université Pierre et Marie Curie, Tour 22, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05.

## Réunion annuelle 1983

28, 29 et 30 septembre à Lyon

La Réunion annuelle de la S.C.F., en 1983, sera intégrée dans un ensemble de manifestations scientifiques et techniques communes à la Société Chimique de France, la Société de Chimie Industrielle et l'École Supérieure de Chimie Industrielle de Lyon, à l'occasion du Centenaire de la fondation de cette dernière. Les cérémonies du Centenaire auront lieu dans la matinée du 29 septembre. L'Assemblée Générale de la Société Chimique de France se tiendra le 30. Les journées des 28, 29 et 30 seront consacrées à la réunion commune des Sociétés précitées qui sera marquée, en particulier, par une conférence inaugurale prononcée par le Professeur Derek Barton, prix Nobel de Chimie, une conférence plénière de M. B. Delapalme, Directeur des recherches de ELF et, enfin, une conférence de clôture de M. Le Floch-Prigent, Président Directeur Général de Rhône-Poulenc. Les programmes de la Société Chimique de France et de la Société de Chimie Industrielle se dérouleront simultanément pendant les trois journées 28, 29 et 30 septembre.

### Renseignements généraux

L'ensemble des manifestations se tiendra sur le campus de l'Université Claude Bernard-Lyon I, 43, boulevard du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex. (Secrétariat Comité d'Organisation, Professeur A. Tranquard, Tél. : (7) 889.81.24, poste 34.31) et dans les locaux de l'École Supérieure de Chimie Industrielle de Lyon située sur le même campus.

### Hébergement

Les diverses possibilités d'hébergement mis à la disposition des congressistes seront publiées avec la fiche d'inscription.

### Repas

Les déjeuners seront servis au restaurant universitaire du Campus, au prix de 35 F par repas.

## Division Chimie de coordination

### Atelier « Electrochimie et complexes de coordination »

La Division Chimie de coordination organise, les 5 et 6 mai 1983, à Villeurbanne un Atelier sur le thème « *Electrochimie et complexes de coordination* ». Cet Atelier s'inscrit dans le cadre des activités de la Division et fait suite aux autres ateliers organisés dans le passé.

Il est prévu de traiter le thème intitulé sous les aspects suivants :

- Electrochimie des complexes de coordination.
- Application de l'électrochimie à la synthèse organométallique et à la catalyse.
- Électrosynthèse des complexes.
- Synthèse organique assistée conjointement par complexe et électrochimie.

Cet Atelier se veut un carrefour où pourront converger les préoccupations des chimistes de coordination et celles des électrochimistes. Il ne paraît pas indispensable, dans l'esprit des organisateurs, que les participants possèdent simultanément un niveau de connaissances élevé dans les deux disciplines. Une large place sera laissée aux discussions libres et aux Tables rondes.

Trois conférences plénières seront données par :

- Prof. H. Lehmkuhl (Max-Planck Institut, R.F.A.).
- Prof. J. M. Savéant (Université de Paris).
- Dr. N. G. Connelly (Université de Bristol, G.-B.).

Les Membres de la Division et les autres chimistes, intéressés par cette réunion, sont priés de demander un bulletin d'inscription avant le 15 avril 1983 à M. N. El Murr, Institut de Recherches sur la Catalyse, C.N.R.S., 2, avenue Albert Einstein 69626 Villeurbanne Cedex, France, Tél. : (7) 893.34.71, poste 319.

## Division Chimie organique

### Journées de chimie organique

Les Journées de chimie organique 1983 se tiendront à l'École Polytechnique (Palaiseau), les 12-13-14 septembre.

Les conférenciers suivants ont déjà donné leur accord :

- B. Bogdanovic (Max Planck Institut für Kohlenforschung, Mülheim)

- L. Hegedus (Fort Collins, Colorado)
- H. Kagan (Orsay)
- M. Mimoun (Institut Français du Pétrole, Rueil-Malmaison)
- T. Mukaiyama (Tokyo)
- W. N. Speckamp (Amsterdam)
- A. Suzuki (Sapporo)

Six communications orales et deux ou trois séances de communications par affiches sont prévues. La présentation de communications est réservée aux Membres de la Société Chimique de France.

Toute demande de communication reste assortie de l'obligation d'envoi du résumé correspondant (environ 1 page dactylographiée) devant parvenir avant le 1<sup>er</sup> mai au Professeur Jean Normant, Tour 44, 2<sup>e</sup> étage, Université Pierre et Marie Curie, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05.

## Section Bourgogne-Franche Comté

Réunion du 18 décembre 1982, à Besançon

### Communications de chimie organique

- J. Vebrel, C. Proponet et B. Laude : *Etude de dérivés benzoxaziniques en spectrométrie de masse. Mise en évidence d'une réaction de rétrocycloaddition.*
- P. Meunier et D. Camboli : *Action de sels de mercure (II) et de palladium (II) sur les nucléosides. Un exemple d'utilisation en synthèse.*
- A. Elkhyat, M. F. Mercier, C. Guinchart et T. T. Truong :

*Conditions à mettre en œuvre en vue de réaliser un dépôt optimal d'une phase stationnaire polaire sur la surface de colonnes chromatographiques en verre traitées par HCl liquide ou par l'eau de brome.*

- A. Xicluna, J. F. Robert et J. J. Panouse : *Obtention de diaryl-3,5 hydroxy-3 tétrahydrothiophène carboxylates-2 d'éthyle à partir de leurs précurseurs acycliques. Influence des substitutions.*
- C. Guinchart, T. T. Truong et J. J. Panouse : *Étude par CLHP de l'évolution de la fraction protéique de l'Emmental.*
- J. Vebrel, A. Seguin, J. Dubouchet et B. Laude : *Etude spectrale (IR, RMN et masse) des acides indolyl (1,2,3) acétiques et de leurs esters méthyliques.*
- J. Tuailon, J. Vebrel, P. Guenot et B. Laude : *Retro cycloaddition dipolaire-1,3 sous impact électronique de quelques nitro-4 isoxazoles.*

### Communications de chimie organométallique et minérale

- R. Mercier, J. P. Malugani, B. Fahys, J. Douglade et G. Robert : *Caractéristiques électrochimiques cristallographiques et spectroscopiques de matériaux vitreux et cristallisés du système Li-P-S.*
- A. Kadmiri, J. Amaudrut et M. Camelot : *Comportement tribochimique de composés organométalliques à ligands soufrés.*
- J. Jolibois, C. Devin, J. Vebrel, F. Theobald et A. Laarif : *Coordination et réactivité de SnCl<sub>4</sub> à l'égard des esters phénoliques.*
- J. L. Poncet et R. Guillard : *Pétroporphyrines : synthèse et étude physicochimique de molécules modèles.*
- A. Coutsolelos et R. Guillard : *Synthèse dans la série des porphyrines du gallium; leur intérêt dans la préparation de matériaux conducteurs à chaînes linéaires.*
- M. Fauconnet et C. Moise : *Complexes polymétalliques à base de titane.*
- J. F. Reynoud, J. C. Leblanc et E. Moise : *Réactivité des hydrures de tantalé vis-à-vis de métaux carbonyles.*

**Parlez-vous correctement « chromatographie » ? Ce n'est pas certain ?**



**Alors, achetez sans tarder...**

## LE COMPENDIUM DE LA NOMENCLATURE EN CHIMIE ANALYTIQUE

Traduction française du « Compendium of analytical nomenclature » (règles définitives de 1977) publié, en 1978, par la Division de chimie analytique de l'IUPAC.

1 volume de 256 pages édité par la S.C.F.

- Prix pour France, Europe, Afrique du Nord : 300 F. T.T.C.
- Pour les autres pays : 330 F.
- Pour les Membres de la S.C.F. (1 exemplaire par personne physique ou morale) : 180 F. T.T.C.

Adresser les commandes à la **Société Chimique de France, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris**, accompagnées du règlement par chèque bancaire ou chèque postal (280-28 Paris W) à l'ordre de la Société Chimique de France. Le livre est aussi en vente au siège de la Société.

- **Composition du Conseil d'administration**
- **Assemblée générale de la Société de Chimie Industrielle,**  
Mardi 7 décembre 1982
- **In memoriam : Prosper E. Cholet**
- **Centre de Perfectionnement Technique : stages**
- **Fédération Européenne du Génie Chimique : manifestations**
- **Fédération Européenne de la Corrosion : manifestation**
- **Sommaire de la revue Analisis**

## Composition du Conseil d'administration

### Président d'honneur

M. Paul Toinet.

### Administrateurs honoraires

M. J. Abello Pascual, Président d'honneur de la Chambre de Commerce de Madrid.  
 M. E. Angulo, Président de la S.A. Calvo Sotelo.  
 M. J. Ballet, Président d'honneur d'Esso S.A.F.  
 M. R. Delsol, Inspecteur général honoraire du Gaz de France.  
 M. R. Gaudry, Recteur de l'Université de Montréal.  
 M. P. Grezel, Président d'honneur de Pechiney Ugine Kuhlmann.  
 M. P. Jouven, Président d'honneur de Pechiney Ugine Kuhlmann.  
 M. le Professeur L. Leprince-Ringuet, de l'Académie Française.  
 M. le Professeur B. Timm, Président du Conseil de Surveillance de la B.A.S.F.  
 M. le Professeur Winnacker, ancien Président de Hoechst AG.

### Président

M. le Professeur L. Denivelle.

### Membres du Bureau

*Vice-Président :*

M. J. Montet, ancien Président de Rhône-Progil S.A.

*Trésorier :*

M. R. Degain, Président de Thann et Mulhouse S.A.

*Secrétaire :*

M. R. Mas, Président de Chimie et Écologie.

### Administrateurs

M. J.-Cl. Balacéanu, Directeur général de l'Institut Français du Pétrole, Président de la Société Chimique de France.  
 M. A. Barell, Président du Centre de Perfectionnement Technique.  
 M. J.-P. Causse, Directeur général adjoint de la Société Saint-Gobain-Pont-à-Mousson.  
 M. le Professeur U. Colombo, Montecatini-Edison SpA.  
 M. J. Echard, Directeur général du Développement de l'Entreprise Minière et Chimique.  
 M. R. Gillet, Président d'honneur de Rhône-Poulenc, S.A.  
 M. R. Guillet, Délégué général de la Société de Chimie Industrielle.  
 M. Cl. Jacquelin, Président de S.O.D.E.S.  
 M. E. R. Kane, Président de Du Pont de Nemours Inc., Wilmington.  
 M. K. Lanz, Vice-Président du Directoire de Farbwerke Hoechst et Président du Conseil de surveillance de Roussel-Uclaf.  
 M. J. Maire, Directeur général adjoint du Gaz de France.  
 M. P. Montfort, Directeur général pour la France de S.A. Solvay et Cie.  
 M. G. Pannetier, Professeur.  
 M. G. Roques, Président-Directeur général de Kodak-Pathé.  
 M. H. Schramek, Membre du Comité de Direction de Ciba-Geigy S.A.  
 M. J. Solvay, Président d'honneur de la Fédération des Industries Chimiques de Belgique.  
 M. N. B. Sommer, Executive Vice-Président, American Cyanamid Cy.  
 M. H. J. Strenger, Membre du Directoire de Bayer AG.  
 M. M. C. Throdahl, Vice-Président technique, Monsanto Chemical Company.  
 M. P. Viollet, ancien Président du Syndicat Professionnel des Producteurs de Matières Plastiques.

# Assemblée générale de la Société de Chimie Industrielle

Mardi 7 décembre 1982

## Compte rendu de l'Assemblée générale

Le Président ouvre la séance à 18 heures. Il constate que l'Assemblée a été régulièrement convoquée, que 174 personnes sont présentes ou représentées. Elle peut donc délibérer valablement conformément aux statuts.

On passe ensuite à l'examen des différents points à l'ordre du jour :

### 1. Approbation du procès-verbal de l'Assemblée générale du 18 juin 1981.

A la demande du Président, M. Degain, Trésorier du Conseil d'administration, donne lecture du rapport financier et du rapport de l'expert-comptable, M. Quille, qui déclare que rien ne s'oppose à l'approbation, par le Conseil et l'Assemblée générale, des comptes de l'exercice 1981. Le Conseil d'administration a été unanime à les approuver dans sa séance du 7 décembre.

### 2. Rapport moral sur l'activité de la Société en 1981.

Le Président donne lecture du rapport sur l'activité de la Société en 1981. Il le complète en indiquant la liste des manifestations organisées par la Société au cours de l'exercice 1982.

### 3. Approbation des comptes et du rapport financier pour 1981.

A la demande du Président, M. Degain, Trésorier du Conseil d'administration, donne lecture du rapport financier et du rapport de l'expert-comptable, M. Quille, qui déclare que rien ne s'oppose à l'approbation, par le Conseil et l'Assemblée générale, des comptes de l'exercice 1981. Le Conseil d'administration a été unanime à les approuver dans sa séance du 7 décembre.

Les résultats d'exploitation se soldent par un excédent de recettes de 12 185,20 F.

Le compte de profits et pertes de l'exercice, par un déficit de 29 480,84 F, en raison des provisions constituées pour couvrir la baisse des cours de bourse sur nos titres de placement.

A ce déficit s'ajoute le report à nouveau au 31/12/1980 de 89 457,51 F. Soit un total de 118 938,35 F.

L'Assemblée, sur proposition du Président, décide de reporter à nouveau 106 853,15 F, solde déficitaire de l'exercice.

Le Président rappelle que l'Assemblée générale du 23 avril 1980 avait autorisé un prélèvement de 200 000 F sur les titres constituant le fonds de dotation pour couvrir le déficit exceptionnel de l'exercice 1979. Il n'a toujours pas été fait usage de cette autorisation et le fonds de dotation figure toujours au bilan pour 865 382,63 F.

### 4. Regard sur les comptes de l'exercice 1982.

Le compte d'exploitation pour 1982, laissera sans doute un excédent de recettes d'environ 150 000 F, en liaison avec l'importance et le succès des manifestations organisées cette année. Par ailleurs, sauf imprévu, il ne sera pas nécessaire d'augmenter les provisions pour compenser les variations des cours de Bourse au compte de profits et pertes.

### 5. Présentation du budget pour 1983.

M. Mas, Secrétaire du Conseil d'administration, présente le projet qu'il a fait établir et estime que l'excédent de dépenses de l'exercice, dû au nombre plus restreint des manifestations internationales organisées par la S.C.I. en 1983, pourra être compensé par le report à nouveau attendu en 1982.

L'Assemblée adopte la proposition qui lui est faite de fixer les cotisations individuelles à 180 F et les abonnements à *L'actualité chimique* à 312 F (TVA de 4 % comprise). Ces propositions ont fait l'objet d'une concertation avec la Société Chimique de France, co-éditeur avec nous de la Revue.

### 6. Renouvellement des mandats d'administrateurs.

Sur proposition du Conseil d'administration, l'Assemblée renouvelle pour 3 ans les mandats d'administrateurs de MM. Degain, Denivelle

et Jacquelin dont les mandats expiraient avec la présente Assemblée.

### 7. Questions diverses.

M. Jean Quille, expert-comptable agréé, est chargé par l'Assemblée générale, de réviser les comptes de l'exercice 1982.

Plus rien n'étant à l'ordre du jour, le Président remercie les personnes présentes et lève la séance à 18 h 40.

## Rapport moral présenté par le Président Denivelle

La vie de notre Société ayant été troublée au cours des dernières années par des problèmes financiers et par la recherche de solutions à ces problèmes, je vous dirai tout d'abord que, depuis notre dernière Assemblée, elle a poursuivi son activité dans les domaines qui sont les siens, que son budget de l'année 1981 a été proche de l'équilibre et que celui de l'année 1982 sera en équilibre.

Ce résultat a été obtenu grâce à l'augmentation des recettes apportées par les manifestations — j'y reviendrai — et au fait que, d'une part, M. Mas exerce ses fonctions à titre bénévole comme l'a fait M. Guillet depuis le début de 1979 et comme il continue à le faire et que, d'autre part, nous avons aussi fait appel à la bénévolence dans les comités de lecture et dans les groupes de travail des Fédérations Européennes.

Il est évident, comme je le signalais déjà l'an dernier, qu'il ne s'agit là pour la société que d'une situation provisoire car, après la réduction drastique de personnel et de dépenses qui ont dû être réalisées, les possibilités d'action, tant au plan national qu'international, sont limitées.

Le retour à une situation normale pour notre Société qui devrait être à même de jouer pour la France, le rôle que joue la Society of Chemical Industry pour l'Angleterre, ou la DECHEMA pour l'Allemagne, passe par la mise en place d'un système lui assurant annuellement un minimum de recettes.

Celles-ci se composent actuellement des intérêts d'un petit capital, des droits d'exploitation de revues, des sommes que laissent les manifestations organisées par la Société et des cotisations de ses adhérents.

Les manifestations de grande ampleur des deux dernières années, telles que la Conférence européenne des plastiques ou la Conférence internationale du caoutchouc ont été largement bénéficiaires, mais ce genre de réunions n'a lieu qu'à une cadence triennale ou quadriennale et le siège n'en est pas toujours la France. Les manifestations de moindre ampleur telles que celles qui nous sont proposées par nos sections de province, par exemple, présentent généralement moins d'intérêt au point de vue financier et exigent beaucoup d'efforts pour éviter des mécomptes financiers dus, entre autres, à la prolifération croissante de colloques et séminaires de toutes sortes. Il est indispensable, cependant, que nous nous efforcions d'être les organisateurs d'un bon nombre de réunions scientifiques et techniques de chimistes, à la fois parce que cette activité est dans la vocation de la S.C.I. et parce que le solde bénéficiaire de ces réunions est nécessaire actuellement à l'équilibre de son budget, ainsi que je l'indiquais, il y a un instant. Il compense, en partie, la baisse du montant global des cotisations de nos adhérents. Ceux-ci sont essentiellement des personnes morales et l'importance de leur versement est laissée à leur appréciation. Or, de nombreuses entreprises chimiques, autrefois membres de la S.C.I., ont disparu du fait des fusions et beaucoup d'autres ont réduit ou même supprimé leurs versements par suite des difficultés économiques. Quant au montant total des cotisations des adhérents, personnes physiques, il est faible, car, jusqu'à maintenant, notre Société n'avait pas cherché à en augmenter le nombre.

Des enquêtes, faites depuis quelques années auprès d'autres Associations scientifiques et techniques françaises, montrent qu'elles ont aussi, pour la plupart, des difficultés financières et que seules y échappent celles qui perçoivent un nombre suffisant de cotisations individuelles de personnes physiques et d'abonnements aux revues qu'elles éditent. Mais, comment arriver à ce résultat en un temps où se généralise la tendance à considérer toute dépense relative à la profession comme étant du ressort de l'employeur et où les chimistes trouvent dans leurs laboratoires ou leurs usines, les revues éditées, par les Sociétés savantes ?

La sidérurgie, les Charbonnages, Électricité et Gaz de France ont trouvé, pour maintenir en activité des sociétés savantes analogues à celles de la chimie, une solution qui consiste à payer eux-mêmes, à ces sociétés, des cotisations et abonnements aux revues, des membres de leur personnel scientifique, technique et technico-commercial de certains niveaux hiérarchiques ou, encore, à rembourser à ce personnel tout ou partie de ces dépenses.

Notre Conseil d'administration a admis qu'une solution de ce type pour la S.C.I. mérite d'être examinée. Nous avons demandé aux dirigeants de l'Union des Industries Chimiques de bien vouloir la proposer au Bureau de son Conseil d'administration en insistant sur le fait qu'il est difficile de contester qu'une dépense supplémentaire de 200 à 500 F pour un collaborateur qui coûte à son entreprise de l'ordre de 280 000 F par an est sans commune mesure avec le profit réel que ce collaborateur peut tirer, pour lui-même et pour sa société, de sa participation aux Comités, Groupes de travail et colloques spécialisés de la S.C.I.

Le Bureau du Conseil d'administration de l'U.I.C. a été informé de notre demande et a proposé à certains de ses membres de faire étudier, à titre d'exemple, la possibilité de modifier le mode de cotisation de leurs entreprises à la S.C.I., en tenant compte du système proposé qui s'appliquerait en même temps à l'aide financière sollicitée par la S.C.F. Les recettes de cette dernière proviennent essentiellement des cotisations de ses membres, personnes physiques, et le nombre de ceux-ci a baissé au cours des dernières années pour les raisons que j'évoquais il y a un instant. La répartition, dans le système étudié, des chimistes des entreprises entre S.C.F. et S.C.I. serait faite en tenant compte des affectations de chacun d'eux, les ingénieurs de fabrication et du technico-commercial, par exemple, étant comptés pour notre Société, alors que ceux de certains laboratoires de recherches, entre autres, seraient comptés pour la S.C.F.

L'étude a été effectivement amorcée et, dans une première étape, dans certains groupes, il a été fait de la propagande dans des centres de recherches, des laboratoires et des usines, en vue d'inciter des adhésions individuelles de chimistes à l'une ou à l'autre des deux Sociétés. Les résultats de cette première action ont été modestes pour la S.C.I., mais on peut attribuer cela au fait que le climat général ne s'y prêtait pas; les gens touchés ayant bien d'autres soucis momentanés que ceux de leur formation. Nous nous efforcerons de faire reprendre ces études dès que la restructuration des grands groupes chimiques sera terminée et que des interlocuteurs pourront être proposés.

## Manifestations 1981

### Le 23 mars

**La recherche et ses perspectives en chimie industrielle et en biologie.**

Ce colloque, organisé avec la Fédération Française de Chimie, à la Maison de la Chimie, a réuni 200 participants.

### Du 3 au 5 juin

**Le bois, matière première pour l'industrie chimique.**

Ce colloque, organisé avec le Centre Technique de l'Industrie Papetière, s'est tenu à Grenoble dans les locaux du Centre Technique du Génie Rural et des Eaux et Forêts, sous la présidence de M. Bertrand de Jouvenel pour la séance d'ouverture. Il a réuni 150 participants.

### Du 6 au 9 juillet

**27<sup>e</sup> Symposium international sur les macromolécules.**

Organisé en liaison avec le Centre de Recherche sur les Macromolécules de Strasbourg et le Groupe Français d'Études et d'Applications des Polymères, sous le patronage de l'IUPAC, du C.N.R.S. et de l'Université Louis Pasteur. Ce symposium, dont la séance inaugurale a été présidée par M. P. Pflimlin, Maire de Strasbourg, a réuni 700 participants.

### Les 24 et 25 septembre

**Les Journées d'Études sur la fluidisation**, organisées avec l'Institut du Génie Chimique de Toulouse, constituaient la 258<sup>e</sup> manifestation de la Fédération Européenne du Génie Chimique. Elles ont réuni 180 participants.

### Du 25 au 27 novembre

S'est tenu, à Bruxelles, un **Cycle de perfectionnement en génie biologique**, organisé par la Branche belge de notre Société.

## Manifestations 1982

### Le 11 mars

Un colloque au plan national, organisé par notre Groupe « Informatique et automatisation en génie chimique » et intitulé : **Informatique et chimie industrielle**, s'est tenu à la Maison des Ingénieurs et Scientifiques de France; il a réuni environ 50 participants.

### Du 2 au 4 juin

S'est tenu, sous l'égide de l'International Rubber Conference Committee, la **Conférence internationale du caoutchouc**, organisée en liaison avec l'Association Française des Ingénieurs du Caoutchouc et des Plastiques. Elle a réuni, à l'Hôtel P.L.M. Saint-Jacques, 350 participants.

### Du 7 au 9 juin

S'est tenue, à l'Hôtel P.L.M. Saint-Jacques, la **6<sup>e</sup> Conférence européenne des plastiques**, organisée à l'occasion de l'exposition Europlastique-Eurocaoutchouc, en liaison avec les organisations scientifiques et techniques françaises des plastiques. Elle a réuni environ 200 participants.

### Du 6 au 12 juin

S'est tenue, au palais des Expositions et des Congrès, à Francfort, l'exposition triennale de la DECHEMA à laquelle nous avons été représentés.

### Les 23 et 24 septembre

Se sont tenues, à Toulouse, des Journées d'études, intitulées : **Énergie électrique et génie chimique**, organisées avec l'Institut du Génie Chimique et un laboratoire associé du C.N.R.S. Elles ont réuni à l'Institut du Génie Chimique environ 80 participants.

### Le 23 octobre

**Le Centenaire de la mort de Sainte-Claire Deville** a été commémoré au cours d'une cérémonie organisée, en liaison avec la Fédération Française de Chimie, la Société Chimique de France et la Société Française de Métallurgie, sous le patronage du Ministre de la Recherche et de l'Industrie. Elle a réuni 200 participants autour d'une nombreuse représentation de la famille Sainte-Claire Deville.

### Du 24 au 26 novembre

S'est tenu, à Bruxelles, le 23<sup>e</sup> Cycle de perfectionnement en génie chimique de notre Branche belge, avec pour thème : **L'apport des microprocesseurs à la conduite des procédés chimiques.**

### Du 14 au 16 décembre

Se tiendra à l'Université Claude Bernard de Lyon, un Colloque européen sur **L'analyse électronique industrielle en ligne**, organisé avec notre Section Centre-Est.



In memoriam

## Prosper E. Cholet

Le Dr. Prosper E. Cholet, décédé en octobre dernier à l'âge de 95 ans, était co-fondateur de la Société de Chimie Industrielle et fondateur de l'American Section of the Société de Chimie Industrielle (New York).

Né à Saint-Aignan-sur-Cher, près de Tours, Prosper E. Cholet passe un doctorat en génie chimique à Paris, en 1908, et suit les cours de Pierre et Marie Curie.

En 1913, il travaille aux États-Unis comme chef chimiste à l'usine de Milltown de la Michelin Tire Co.; il reste dans cette société jusqu'en 1928.

Pendant la 1<sup>re</sup> Guerre mondiale, le Dr. Cholet revient en France où il combat dans l'armée française comme lieutenant des Chasseurs alpins et dans l'artillerie au 106<sup>e</sup> d'Infanterie, à Verdun, où il est nommé capitaine; enfin, il sert comme instructeur dans les Forces françaises aériennes, en particulier pour des soldats américains avant l'entrée en guerre des États-Unis en 1917. Pendant les négociations de paix, il fait partie de l'état-major de Foch.

Retourné aux États Unis en 1920, il fait de la recherche. Un peu

plus tard, il se marie avec Mary Haywood, la première employée de Michelin. Il quitte cette société pour travailler chez Allied Chemical Corporation (1928-1957).

Durant la Seconde guerre mondiale, le Dr. Cholet est au Bureau fédéral TNT, négociant avec le Secrétaire de la Marine la remise de 50 destroyers aux britanniques. En 1939-1940, il est à la Commission d'achats franco-britannique.

Deux fois blessé durant la Première guerre mondiale, il est décoré de la Croix de guerre avec palmes, fait Chevalier de la Légion d'honneur à titre militaire et Officier, par Charles de Gaulle, pour services rendus à la France pendant la 2<sup>e</sup> Guerre mondiale. Le Dr. Cholet est membre honoraire de l'American Legion et vétéran honoraire de la guerre hispano-américaine. Il fait partie de l'American Chemical Society (ACS), du Chemists' Club de New York, des ingénieurs français aux U.S.A. et de l'Alliance française.

Les chimistes américains et français ont perdu un grand ami, la France et l'Amérique, un grand serviteur.

## Centre de Perfectionnement Technique

(Organisme de formation continue de la Société de Chimie Industrielle)

Stage d'étude de la corrosion : **Protection contre la corrosion par revêtements organiques** (pour ingénieurs, cadres et assimilés), 19 au 22 avril 1983, Paris (Maison des Ingénieurs, 6, rue Vital, 75016 Paris).

Stage d'étude : **Les aciers inoxydables, comment les choisir et les utiliser ?** (pour ingénieurs, cadres et assimilés), 17 au 18 mai 1983, Paris (Maison des Ingénieurs, 6, rue Vital, 75016 Paris).

Stage de formation permanente : **Formation générale en chimie élémentaire** (pour techniciens et agents techniques), 2 au 6 mai 1983 : **Chimie minérale**, 30 mai au 3 juin 1983 : **Initiation à la chimie organique et aux techniques expérimentales de laboratoire**, Paris (Maison des Ingénieurs, 6, rue Vital, 75016 Paris).

Stage d'étude : **Valorisation et traitement des déchets industriels. Déchets industriels banals ou toxiques** (pour ingénieurs, cadres et assimilés), 26 au 28 avril 1983, Paris (Maison des Ingénieurs, 6, rue Vital, 75016 Paris).

Stage d'étude : **La lutte contre la pollution des eaux. Aspects techniques et réglementaires** (pour ingénieurs, cadres et assimilés), 14 au 16 juin 1983, Paris (Maison des Ingénieurs, 6, rue Vital, 75016 Paris).

Stage d'étude : **Pollution atmosphérique, les différents polluants. Leurs origines. Leurs mesures. Leurs effets** (pour ingénieurs, cadres et assimilés), organisé avec la collaboration du Ministère de l'Environnement (sous-direction de la pollution de l'air), du Laboratoire central de la Préfecture de Police de Paris et du Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris), 30 mai au 1<sup>er</sup> juin 1983, Paris (Maison des Ingénieurs, 6, rue Vital, 75016 Paris).

Stage d'étude : **Les matériaux plastiques. Structure générale des matières plastiques et relations entre structure et propriétés. Essais spécifiques concernant les matières plastiques. Choix de matériaux en fonction d'une application déterminée. La mise en œuvre des matières plastiques** (pour cadres et assimilés, et techniciens supérieurs), 7 au 9 juin 1983, Paris (Maison des Ingénieurs, 6, rue Vital, 75016 Paris).

### Renseignements et inscriptions

Centre de Perfectionnement Technique, 9, av. Alexandre-Maistrasse, 92500 Rueil-Malmaison. Tél. : (1) 749.79.13.

#### ● Recueil des communications :

##### **Le bois, matière première pour l'industrie chimique,**

3-5 juin 1981, Grenoble.

Prix du recueil : 150 F + T.V.A. (en voie d'épuisement).

#### ● Recueils des communications (versions abrégées) :

##### **27<sup>e</sup> Symposium international sur les macromolécules, Macro 1981,**

6-9 juillet 1981, Strasbourg.

Prix des recueils (deux vol. de 1 397 pages) : 250 F + T.V.A.

#### ● Recueil des communications :

##### **6<sup>e</sup> Conférence européenne des plastiques,**

7-9 juin 1982, Paris.

Prix du recueil : 300 F, t.t.c.

#### ● Recueil des communications :

##### **Journées d'étude Énergie électrique et génie chimique,**

23-24 septembre 1982, Toulouse.

Prix du recueil : 350 F, t.t.c.

S'adresser à la Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris - Tél. : (1) 555.69.46

+ frais de transport  
(par avion pour les pays non européens)

# Fédération Européenne du Génie Chimique

## 1<sup>er</sup> Congrès mondial sur le dessalement et le recyclage de l'eau

Ce 1<sup>er</sup> Congrès mondial, qui se tiendra à Florence (Italie), du 23 au 27 mai 1983, est préparé par le Groupe de travail « Eau douce à partir de l'eau de mer » de la Fédération, en collaboration avec l'International Desalination and Environmental Association et la National Water Supply Improvement Association. La manifestation, qui est la 286<sup>e</sup> de la Fédération Européenne du Génie Chimique, est organisée par la DECHEMA en association avec l'Associazione Italiana di Ingegneria Chimica.

### Renseignements

DECHEMA, P.O.B. 970146, D-6000 Frankfurt am Main 97, R.F.A.

## Conférence internationale Eurochem '83

A l'occasion de l'Exposition Eurochem '83, l'Institution of Chemical Engineers organise la conférence Eurochem (284<sup>e</sup> manifestation de la Fédération Européenne du Génie Chimique) sur les ordinateurs dans la conception et la prévision, la construction d'unités modulaires, l'économie dans les frais de fonctionnement des

ateliers, le génie biochimique, les basses températures, la législation dans la CEE et le transfert de technologie. Elle se déroulera, du 6 au 10 juin 1983, à Birmingham (Grande-Bretagne).

### Renseignements

Mme G. Nelson, Institution of Chemical Engineers, Geo. E. Davis Building, 165/171 Railway Terrace, Rugby CV21 3HQ, Grande-Bretagne.

## Journées annuelles de la DECHEMA

Ces Journées, qui sont la 285<sup>e</sup> manifestation de la Fédération Européenne du Génie Chimique, se tiendront à Francfort-sur-Main, les 15 et 16 juin 1983. Au programme :

- l'appareillage et les installations,
- la chimie industrielle,
- la mesure, la régulation, l'automatisation,
- la protection et la sécurité,
- et, pour la première fois, des Journées de biotechnologie.

### Renseignements

DECHEMA, Postfach 970146, D-6000 Frankfurt am Main 97, R.F.A.

---

# Fédération Européenne de la Corrosion

## 36<sup>e</sup> Conférence internationale du CEBEDEAU

Du 25 au 27 mai 1983, se tiendra à Liège (Belgique) la 36<sup>e</sup> Conférence internationale du CEBEDEAU, consacrée au Traitement de l'eau industrielle et à son conditionnement : bouilleurs basse pression, systèmes de refroidissement par l'eau, eaux de procédés, biocides et désinfection chimique, inhibiteurs de corrosion, agents antitartre et dispersants, l'eau dans les usines.

Langues : français, allemand, anglais, néerlandais, avec traduction simultanée.

Cette manifestation est la 122<sup>e</sup> de la Fédération Européenne de la Corrosion.

### Renseignements

CEBEDEAU, 2, rue Armand Stévant, B-4000 Liège, Belgique.  
M. D. van den Ackerveken.

---

# Sommaire de la revue Analisis

## Vol. 11, n° 1, janvier 1983

*Utilisation de matériaux de référence pour analyse commerciale de grande précision. Exemple de minerais concentrés de zinc. III. Sélection de trois méthodes de références pour le dosage du zinc*, par J. Bastin, M. Bomans, F. Dugain, C. Michaut, J.-M. Pujade-Renaud, J. van Audenhove.

Après un bref rappel des principales méthodes de dosage pratiquées le plus généralement pour l'analyse du zinc dans les minerais, sont sélectionnées les meilleures techniques d'analyse en tenant compte des risques d'erreurs dues à la présence de nombreux éléments étrangers.

*Analyse par chromatographie en phase liquide et couplage chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse de la fraction volatile du condensat de fumée de cigarette*, par Y. Saint-Jalm, P. Moree-Testa, A. Testa.  
405 composés, dont 24 pour la première fois, ont été identifiés.

*Propriétés extractive et chromatographique de la Levextrel (HDEHP). Application dans le domaine nucléaire*, par B. Jemli, A. Billon.

*Dosage de la pipotiazine et de son métabolite sulfoxydé dans le sérum humain par chromatographie en phase liquide et fluorimétrie*, par J. Poey, Ph. Puig, Ch. Bourdon, P. Bourbon.  
La méthode est basée sur la séparation des molécules de leurs

protéines d'accompagnement par hydrolyse alcaline, puis extraction par le chloroforme et séparation par CPL avec détection fluorimétrique.

*Description d'un système permettant l'élaboration de mélanges gazeux étalons*, par R. Grob, J. Casanovas, J. Mathieu.

Les auteurs décrivent une technique quantitative permettant l'obtention de mélanges gazeux étalon obtenus grâce à l'action d'une pompe de Töppler.

*Utilisation de l'électrode PAR 303 pour la détection et le dosage des métallothionéines dans les tissus d'invertébrés marins*, par R. P. Cosson, J. A. Thompson.  
Cette électrode est munie d'une cellule d'analyse thermostatée à 17 °C.

*Monochromatisation en diffractométrie des rayons X*, par N. Broll.  
Information sur l'instrumentation.

*Relation between the Kovats' index  $I_K$  and the simple linear index  $I_{SL}$* , par A. S. Saïd.  
Communication de laboratoire.

● La Commission des Communautés européennes recherche un chimiste ou ingénieur chimiste ayant orientation analyse (de préférence organique). Age maximal 35 à 40 ans. Bonne connaissance de l'anglais nécessaire. Nature du travail : gestion scientifique et administrative de projets de chimie analytique. Contrat initial de deux ans, renouvelable. Lieu de travail : Bruxelles. Écrire à M. H. Marchandise, Bureau Communautaire de Référence, Commission des Communautés Européennes, 200, rue de la Loi, B-1049 Bruxelles.

● **A vendre**

Encyclopédie ULLMANN vingt volumes (édition 1951-1969). Prix intéressant. Écrire à Soc. chim. n° 285.

● **A céder**

*Chemical Abstracts* (complets) : 1939-1962, Section of organic chemistry : 1963-1971, Macromolecular section : 1963-1964, 1968-1970 et Biochemical section : 1963-1964; *Chemical and Engineering News* : 1939-1982; *Chemical and Engineering Chemistry* : 1942-1950; *Journal of medicinal chemistry* : 1962-1977; *Biochemistry* : 1962 et 1963; *European Journal of medicinal Chemistry* : 1965-1982; *Bulletin de la Société Chimique de France* : 1970-1975; *Revue générale des Sciences pures et appliquées* : 1961-1968; *La lutte contre le cancer* : 1963-1982; *Helvetica Chimica Acta* : 1971 et 1972; *Experientia* (Suisse) : 1947-1952; *Arzneimittelforschung* (Allemand) :

1962-1966; *Ciencia Investigacion* (Buenos Aires) : 1948-1956; *Monatshefte für Chemie* (Autriche) : 1946-1952; *Oesterreichische Chemikerzeitung* : 1947-1967; *Allgemeine und praktische Chemie* : 1966-1973 (Vienne); *Oesterreichische Chemie zeitschrift* : 1974-1982.

Écrire à S.C.F. n° 286.

● **A vendre d'occasion matériel de bureau :**

— 1 Gestetner électrique, modèle 460, prix : 1 000 F.

— 1 Adressographe électrique, pour plaques souples, année 1976, prix : 2 500 F.

Écrire Soc. Chim. n° 287.

### Table des annonceurs

GUIDE DE LA CHIMIE .....	Couv. II	CAST .....	24
CARLO ERBA .....	4	TABLES DE COMPTABILITÉ .....	59
ORIEL .....	6	S.P.I. ....	60
S.C.F. ....	14-40-77	GILSON .....	65
PROLABO .....	15	TYLAN .....	70
INOVA .....	16	MERCK .....	71
VARIAN .....	23-53	J.C.R. ....	Couv. IV

Quelles disciplines scientifiques n'évoluent pas ?  
**Aucune, et la chimie n'échappe pas à la règle.**

Chercheurs scientifiques et spécialistes de la documentation en chimie, cette information sélective vous la trouverez, chaque mois, dans les trois éditions du

# JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH

- Les synopses pour le signalement.
- Les micro-impressions et microfiches pour la publication, *in extenso*, des mémoires.

SYNOPSIS 1979 Issue 12 (December)

Pour la France et les Pays francophones conditions d'abonnement sur demande auprès de la

**SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE**  
250, rue Saint Jacques  
75005 PARIS (Tél. 325.20.78)