# l'actualité chimique

publiée par

la **SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE**

et

la **SOCIÉTÉ DE CHIMIE INDUSTRIELLE**

**Septembre 1978**

connaissez - vous BRUKER ?

## RMN

Spectromètres haute résolution en onde continue et (ou) en transformée de Fourier à 60-80-90-100-200-270-300 360 et 400 MHz.

Spectromètres RMN pour l'étude des solides de 4 à 270 MHz.

## RPE

Spectromètres RPE en bandes X,K,Q,S.

Mesures en absorption et dispersion.

Nombreux accessoires : cavité mode TM, température variable de 3 à 1300 °K.

Option ENDOR large bande avec TRIPLE résonance.

## IR

Spectromètres Infra-Rouge transformée de Fourier.

- 4000 - 400 $cm^{-1}$
- 4000 - 10 $cm^{-1}$
- 1000 - 10 $cm^{-1}$

Interferomètre piloté par calculateur BRUKER « ASPECT 2000 ».

## & encore

- Calculateurs BRUKER.
- Alimentations stabilisées ( stabilité $10^{-6}$ ).
- Electro - aimants.
- Installations complètes pour la physique nucléaire.
- Système de mesure de susceptibilité magnétique.
- Gaussmètres à sonde RMN.
- Polarographes.
  Potentiostats.

pour tous renseignements s'adresser à

SADIS BRUKER SPECTROSPIN

34, RUE DE L'INDUSTRIE 67160 WISSEMBOURG

Téléphone (88) 94 05 10

# l'actualité chimique

**Directeur de la publication**
Fernand Gallais
Président de la S.C.F.

**Comité de Rédaction**
**Robert Guillaumont**
Secrétaire général de la S.C.F.
**Robert Guillet**
Délégué général de la S.C.I.
**Jean-Pierre Billon (S.C.F.)**
Société Rhône-Poulenc
**Jacques Burgaud (S.C.I.)**
Union des Industries Chimiques
**Robert Collongues (S.C.F.)**
E.N.S.C. Paris
**Francis Fauvarque (S.C.I.)**
Société Ugine-Kuhlmann
**Jean-Paul Guetté (S.C.F.)**
C.N.A.M. Paris
**Paul Hagenmuller (S.C.F.)**
Université de Bordeaux I
**Henri Kagan (S.C.F.)**
Université Paris-Sud
**André Kepes (S.C.I.)**
CdF Chimie
**Philippe Pichat (S.C.I.)**
CdF Chimie
**François Pierrot (S.C.I.)**
Société Rhône-Poulenc
**Jean Ville (S.C.I.)**
Société Nationale Elf-Aquitaine
**Roger Viovy (S.C.F.)**
E.N.S. St-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. : 033.20.78 et 325.20.78

**Publicité**
Chef de publicité : G. Perreau
250, rue Saint-Jacques
75005 Paris
Tél. : 033.20.78 et 325.20.78

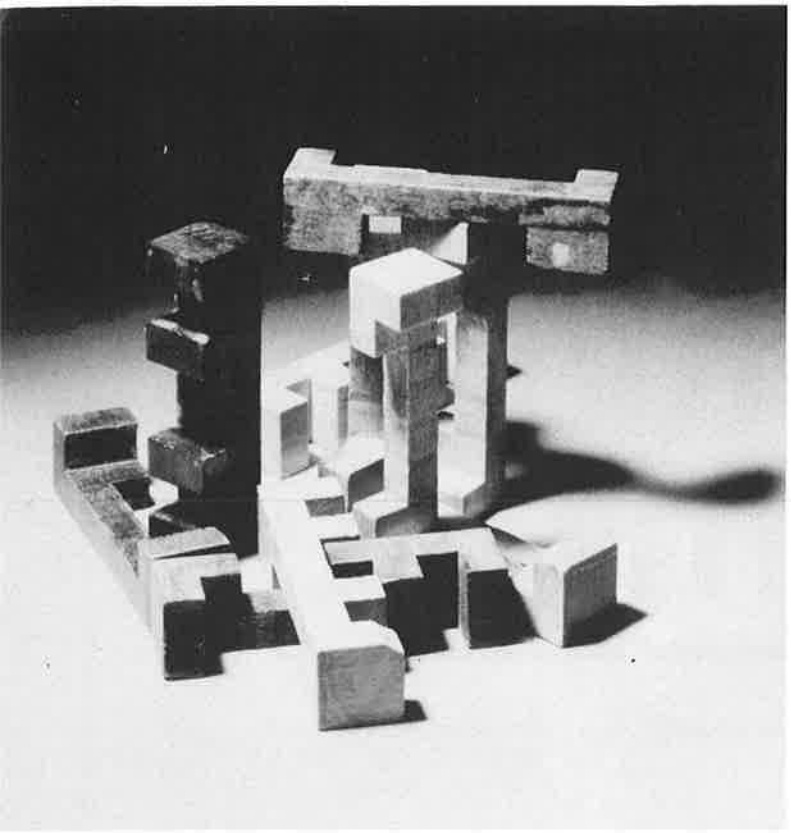
**Abonnements 1978**
(10 numéros)
**Membres de la S.C.F. et de la S.C.I.**
Les Membres des deux Sociétés bénéficient d'un prix d'abonnement préférentiel de 100 F à cette revue.
**Non-membres**
France, Europe,
Afrique du Nord : 150 F
Autres pays (envoi par avion) : 220 F
**Chèques au nom de la S.C.F.**
**C.C.P. Paris 280-28**

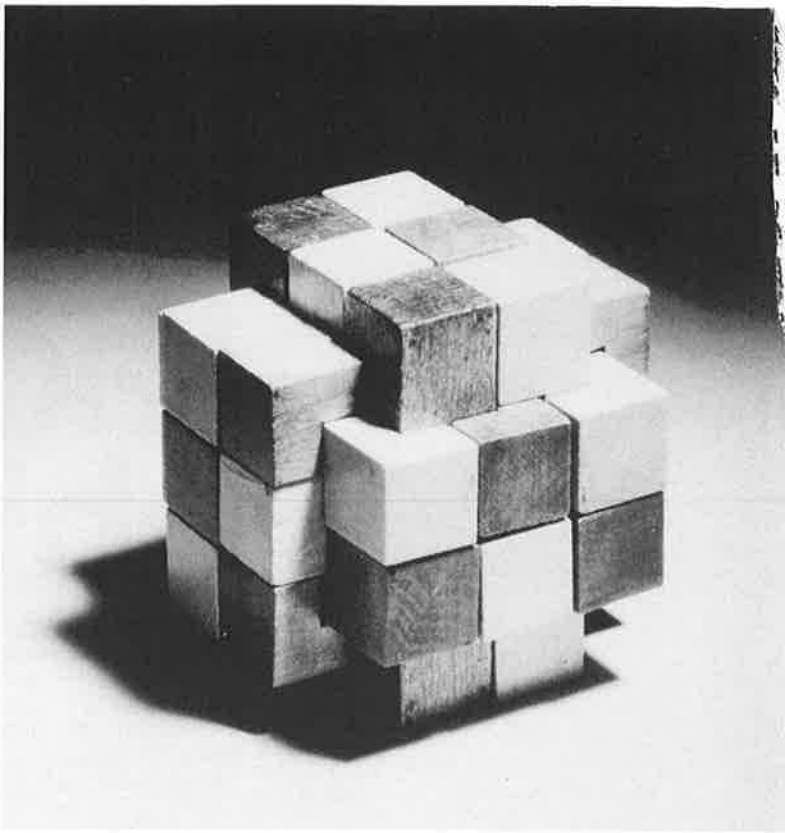
**Changement d'adresse**
Joindre la somme de 10 F.

**Prix du numéro 15 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**
avec la participation
des Sociétés membres de la **FÉDÉRATION FRANÇAISE DE CHIMIE**

OJD DIFFUSION PUBLICITÉ 1977





# Quelles que soient les qualités physiques de votre produit nous trouverons ensemble la combinaison qui permettra sa stérilisation en continu

La stérilisation en continu doit tenir compte des qualités physiques du produit, du débit et de la technique de conditionnement.

La diversité de nos matériels, notre expérience de l'injection directe de vapeur et de l'échange de chaleur nous permettent de composer, sur mesure, l'unité de stérilisation parfaitement adaptée à vos impératifs de fabrication.

Notre équipe d'ingénieurs et nos stations d'essais sont à votre disposition pour étudier le procédé correspondant à vos besoins.

APV

Zone Industrielle n° 2 - 6, rue Jacquard - B.P. 92 - 27006 ÉVREUX CEDEX - FRANCE
Tél. (32) 39.16.12+ - Telex 770880 F - Adr. Télégr. PARAFLO Évreux

39 ● herfi conseil / évreux

# Sommaire

# Septembre 1978 n° 7


| | | |
|---|---|---|
| 7 | **Hommage à Gay-Lussac** | *Hommage à Gay-Lussac : un brillant exemple du succès de l'école chimique française au début du XIX^e siècle*<br>par Mme Michelle Sadoun-Goupil |
| 17 | **Faisons le point** | *Astrochimie*<br>par Jacqueline Barassin, André Barassin et Roger Thomas |
| 25 | **Méthodes et techniques** | *Les dépôts chimiques à partir d'une phase gazeuse*<br>par S. Audisio |
| 37 | **Industrie** | *Progrès et développement de l'ultrafiltration*<br>par Xavier Marze |
| 45 | **Enseignement** | *L'enthalpie libre et l'affinité*<br>par Yves Pauleau<br>*Convergence chimie 1978 : bilan du 1^er programme ReCoDiC*<br>par Maurice Gomel<br>ReCoDiC : organisation des activités 1978-1980 |
| 56 | **Bibliographie** | |
| 60 | **Appareils et produits** | |
| 65 | **Communiqués** | |
| 72 | **Informations scientifiques et techniques** | Situation de l'industrie chimique de l'Europe de l'Ouest<br>Les matières plastiques et leur avenir |
| 79 | **La page du C.N.R.S.** | |
| 81 | **Fédération Française de Chimie** | |
| 83 | **Union des Industries Chimiques** | Allocution du Président, M. Jean-Claude Achille, à l'Assemblée générale |
| 85 | **Société de Chimie Biologique** | Groupe thématique «Protéines», réunion du vendredi 22 septembre, à Paris<br>Groupe thématique des «Biosynthèse des protéines»<br>1^ère Rencontre, 16 et 17 octobre, à Strasbourg<br>Groupe thématique «Lipides»<br>Réunion des 20 et 21 octobre, à Toulouse<br>Colloque sur les ATPases membranaires : 30 novembre - 1^er décembre, à Grenoble |
| 87 | **Société de Chimie Physique** | 33^e Réunion internationale de S.C.P.<br>Nécrologie : Michel Magat 1908-1978 |
| 90 | **Société Chimique de France** | Chimie dans la ville : Un grand succès à Clermont-Ferrand<br>Les lauréats de la S.C.F.<br>Séminaire «Horizon 80» de décembre 1978<br>Journées de chimie organique 1978, 13-15 septembre<br>Les actualités de chimie analytique, mardi 10 octobre 1978, à Châtenay-Malabry<br>Journées de chromatographie des 8 et 9 novembre 1978<br>SECO XVI<br>Communiqués<br>Nécrologie : Suzanne Tribalat 1923-1978<br>Nouveaux Membres<br>Plis cachetés<br>Sommaires des fascicules mai-juin 1978 du B.S.C.F. |
| 102 | **Société de Chimie Industrielle** | Visite d'une délégation de la République Populaire de Chine<br>Journée sur le «contrôle automatique industriel, facteur de qualité»<br>Journées d'études sur le développement de l'informatique en milieu industriel<br>Branche Belge de la Société de Chimie Industrielle<br>Sommaires de la revue Analusis |
| 106 | **Demandes et offres diverses** | |
| 107 | **Tables des annonceurs** | |


Publication analysée par Chemical Abstracts Service.

# Hommage à Gay-Lussac : un brillant exemple du succès de l'école chimique française au début du XIXe siècle *

par Mme Michelle Sadoun-Goupil
*(Centre Alexandre Koyré du CNRS)*

Cet hommage rendu à Gay-Lussac à l'occasion du bicentenaire de sa naissance sera principalement orienté vers le but de montrer comment l'école des chimistes français était particulièrement brillante au début du XIXe siècle ; époque à laquelle la chimie était elle-même en plein essor et commençait à rivaliser avec la physique dans son mouvement d'accès au statut de science exacte.

Gay-Lussac est l'un des plus remarquables représentants de cette école, héritière des méthodes et des découvertes de Lavoisier. Tout à la fois physicien et chimiste, théoricien et expérimentateur, professeur mais aussi homme de laboratoire, notre héros s'est intéressé autant à la recherche fondamentale qu'à la recherche industrielle. Sa carrière et son œuvre sont trop riches pour être présentées ici dans tous leurs détails. C'est pourquoi nous allons privilégier certains points qui nous ont paru les plus révélateurs de la personnalité du savant et de la vitalité de la chimie française pendant la première moitié du XIXe siècle.

Nous insisterons particulièrement sur la formation scientifique de Gay-Lussac et sur ses premiers travaux qui ont conduit à l'établissement des deux lois qui portent son nom, l'une en physique, l'autre en chimie ; puis nous examinerons les travaux faits en collaboration avec Thénard et en concurrence avec le chimiste anglais Humphry Davy dont le bicentenaire de la naissance est également célébré cette année. Les coïncidences de l'histoire ont fait naître Gay-Lussac et Davy à quelques semaines d'intervalle et l'actualité scientifique les a amenés à étudier les mêmes sujets aux mêmes moments. La chimie offrait en effet au début du siècle dernier un éventail très ouvert de recherches tant dans le domaine expérimental que dans le domaine théorique : électrochimie, découverte de nouvelles substances, théorie atomique. Dans chacun de ces domaines Gay-Lussac occupe une place importante.

Il est également intéressant de situer le personnage dans l'histoire générale ; l'examen de ses dates est significatif : 1778-1850. Il est donc né sous l'Ancien Régime, a passé son adolescence sous la Révolution, sa jeunesse sous l'Empire. Le sommet de sa carrière se situe à la fin de l'Empire et sous la Restauration, sa maturité sous la Monarchie de juillet ; il termine sa vie sous la seconde République, à l'aube du second Empire. Au cours de ces nombreuses successions de gouvernement, parfois violentes, de profondes mutations économiques et sociales se sont accomplies. Sur le point particulier qui nous intéresse, le statut du scientifique s'est beaucoup modifié.

Avant la Révolution, les postes permettant de vivre à ceux qui désiraient se consacrer à l'étude de la chimie étaient rares. Beaucoup étaient médecins et la chimie était alors pour eux une activité de loisir. Certains obtenaient un poste de directeur technique dans une grande manufacture royale comme celles de Sèvres et des Gobelins, ou semi-privées comme Saint-Gobain, ou encore à la Monnaie. Les chaires d'enseignement étaient encore plus rares (1). La pension d'Académicien constituait une ressource, mais elle était insuffisante pour assurer une véritable carrière et de plus, il fallait déjà s'être fait connaître par des travaux de valeur pour accéder à cette position. La plupart des savants se plaçaient sous la tutelle d'un mécène qui finançait leurs premières recherches et leur octroyait son patronage.

Les efforts conjugués de la Convention, du Directoire, puis de Napoléon Bonaparte, organisèrent un véritable enseignement d'état où la chimie tenait une place importante. De nombreux postes de professeurs furent créés et offrirent aux chimistes des possibilités de carrière où, comme actuellement, enseignement et recherche se complétaient. Gay-Lussac, comme nous allons le voir, fut parmi les premiers bénéficiaires de cette nouvelle situation.

** Conférence présentée à l'Assemblée générale annuelle de la S.C.F., le 31 mai 1978, à Clermont-Ferrand.*

## L'homme et sa carrière (2)

Joseph-Louis Gay-Lussac est né le 6 décembre 1778 à Saint-Léonard de Noblat, près de Limoges, dans une famille bourgeoise : son père était juge et procureur du Roi, son grand-père était médecin. Joseph-Louis était l'aîné de 5 enfants et selon la tradition on le destinait au barreau. Il passa son enfance à St-Léonard, recevant avec son frère cadet une éducation campagnarde sous la direction d'un précepteur, l'abbé Bourdeix.

Les premières années de la Révolution jetèrent la perturbation dans la famille. Son père fut arrêté en 1793 et sérieusement inquiété ; heureusement il fut libéré après la chute de Robespierre. Le jeune Gay-Lussac fut alors envoyé à Paris pour y faire des études plus approfondies. Il arriva dans la capitale en décembre 1794. A cette époque l'enseignement était très désorganisé ; quelques écoles privées fonctionnaient encore, avec bien des difficultés car l'économie du pays était complètement bouleversée. Malgré tout, le jeune homme parvint à préparer le concours d'entrée à l'École Polytechnique qui lui ouvrit ses portes le 27 décembre 1797.

### Gay-Lussac et l'Ecole Polytechnique

Les liens de Gay-Lussac et de la célèbre école sont très étroits et importants pour son œuvre et sa carrière. Nous les étudierons dès maintenant.
Lorsque le futur savant y fut admis, l'Ecole Polytechnique fonctionnait depuis trois ans. Créée en 1794, sous le nom d'Ecole centrale des travaux publics, pour donner une formation unique aux futurs ingénieurs et cadres des services publics, elle remplaçait en fait tous les établissements disparus avec les institutions de l'Ancien Régime (3).
Ses organisateurs avaient voulu inaugurer avec elle un mode d'enseignement nouveau, adapté aux progrès des sciences et aux besoins actuels de la Nation. Les matières enseignées formaient deux grandes classes : sciences mathématiques et sciences physiques, comprenant la physique et la chimie. Cette dernière qui occupait une grande place lors de la création de l'Ecole vit peu à peu son importance diminuer au profit des mathématiques, au cours des diverses réorganisations. En 1797, cette place était encore de grand choix. Le temps total qui lui était consacré représentait 16 % en première année et 18 % en seconde et troisième années. Il se répartissait en cours, exercices de répétition et manipulations. Car il faut souligner que pour l'enseignement de la chimie, l'une des originalités de l'Ecole dont ses organisateurs étaient très fiers, consistait en ce qu'il comprenait, à côté des cours magistraux réunissant tous les élèves d'une même année, des séances de travaux pratiques dans des laboratoires spécialement construits et aménagés à cet effet. Les élèves étaient alors répartis en groupes d'environ 20 à 25 appelés «brigades».

Les projets concernant les laboratoires étaient à l'origine très ambitieux. On avait en effet prévu : un laboratoire pour chacun des trois professeurs, un pour chacun de leurs adjoints et à l'intention de chaque brigade, un laboratoire de manipulation assez grand pour contenir au moins 20 élèves. Il est remarquable de constater que malgré les difficultés économiques du pays, en mars 1796, 18 laboratoires fonctionnaient. Mais ce fut un maximum temporaire. On supprima d'abord les laboratoires des adjoints, puis les travaux pratiques en première année et lorsqu'en décembre la durée des études fut réduite à deux ans, il n'y eut plus qu'une seule division ayant accès aux laboratoires de manipulation.

Gay-Lussac, quant à lui, fit trois années d'études et manipula pendant deux ans. De plus, durant la dernière année il fit, avec ses camarades, de fréquentes visites dans les ateliers des usines et des manufactures, selon le programme prévu par les responsables.

Il est intéressant de connaître quels furent ses professeurs. En chimie, l'enseignement était officiellement confié, en première année, à Fourcroy et Vauquelin, en seconde année à Berthollet assisté de Chaptal, en troisième année, il était assuré par Guyton de Morveau aidé de Pelletier. A chacune de ces équipes de professeur-adjoint, il faut ajouter un préparateur-répétiteur. Dans la réalité, cette répartition subit quelques modifications en raison de l'absence de certains membres envoyés en mission hors de Paris. Ainsi, Berthollet, qui joua un rôle prépondérant dans la formation de Gay-Lussac, était en Italie de mai 1796 à octobre 1797 et en Egypte de mai 1798 à octobre 1799, et fut remplacé par Chaptal et Chaussier. A son retour d'Egypte, Berthollet assura un cours de haut niveau et facultatif suivi par les meilleurs élèves.

En physique, dont l'enseignement était alors peu développé, Gay-Lussac suivit les cours de Hassenfratz ; en mathématiques il reçut une excellente formation de la part de Monge et Fourier quand ils étaient à Paris, et de Prony et Lagrange.

Brillant élève, il sortit de l'Ecole le 22 novembre 1800, dans un très bon rang, admis le 2e sur 57 dans le cadre des ingénieurs des Ponts et Chaussées dont l'école venait d'être réorganisée. Il avait alors une solide instruction mathématique et de bonnes connaissances en chimie expérimentale et théorique. Mais sa formation était encore «scolaire», il lui manquait la pratique quotidienne du laboratoire. Le complément de formation aux méthodes et aux techniques de recherche qui lui permit de devenir le savant dont nous admirons les travaux, Gay-Lussac l'acquit auprès de Berthollet et dans le cadre de la Société d'Arcueil.

Mais avant d'aborder cette question, nous esquisserons rapidement la carrière de notre héros dans cette école à laquelle il resta fidèlement attaché pendant plus de quarante ans et dont il reçut en échange le chaleureux patronage. Deux ans après sa sortie, le 31 décembre 1802, il fut nommé adjoint-répétiteur aux cours de Berthollet, puis le 23 septembre 1804 répétiteur aux cours de Fourcroy en remplacement de Thénard appelé à une chaire au Collège de France. Professeur de chimie pratique le 31 mars 1809, il devint finalement professeur titulaire de chimie à la place de Fourcroy, décédé, le 1er janvier 1810 et occupa ce poste jusqu'en 1840 date à laquelle il démissionna.

En dehors de l'enseignement donné aux élèves, comprenant les cours, les répétitions et les manipulations, Gay-Lussac réalisa de nombreuses expériences dans les laboratoires de l'Ecole Polytechnique qui fonctionnaient comme de véritables laboratoires de recherche financés par l'Etat. Il le fit d'abord avec Berthollet (1800-1804), puis avec A. de Humboldt pour des analyses eudiométriques de l'air (1804-1805) ; enfin et surtout, avec Thénard devenu son ami et fidèle collaborateur, il exécuta les séries d'expériences d'analyse et d'électrochimie relatives à divers sujets dont nous reparlerons plus loin. Les deux jeunes savants utilisèrent à cet effet la célèbre pile «gigantesque», construite à grand frais en 1808 grâce à un don personnel de l'Empereur se montant à 20 000 F.

### L'influence de Berthollet (4)

Dans la formation et le début de carrière de Gay-Lussac Berthollet a joué un rôle déterminant, par sa propre influence d'abord, ensuite par celle de la société scientifique dont il était le fondateur avec le physico-mathématicien et astronome Laplace, société qui est connue sous le nom de Société d'Arcueil, du nom du village situé près de Paris où Berthollet possédait une propriété.

Lorsque Gay-Lussac sortit de l'Ecole Polytechnique à la fin de l'année 1800,Berthollet, qui avait sans doute remarqué les qualités du jeune homme, demanda que ce dernier lui soit détaché comme assistant tout en conservant son traitement d'élève

de l'Ecole des Ponts et Chaussées. Berthollet était alors un personnage important, membre de l'Institut et ami personnel de Bonaparte qu'il avait connu en Italie puis en Egypte. L'arrangement fut accepté de tous et dès ce moment, Gay-Lussac travailla sous le patronage de Berthollet.

Ce dernier était un médiocre professeur ; la formule des cours magistraux devant un grand auditoire lui convenait mal. En revanche c'était un excellent chef de laboratoire, «un patron» au sens actuel du terme, qui savait choisir les appareils pour une recherche déterminée et les faire construire à ses frais par les meilleurs constructeurs de l'époque. Il sut inculquer à son jeune assistant les qualités de méthode et de rigueur expérimentale qu'il avait lui-même acquises auprès de son illustre aîné Lavoisier et affinées au cours de ces divers travaux principalement comme Directeur des teintures aux Gobelins, Directeur de la Monnaie et dans les nombreuses commissions dont les gouvernements révolutionnaires l'avaient chargé.

Gay-Lussac se révéla très vite digne d'un tel enseignement. Berthollet lui confia d'abord des expériences sur le comportement des gaz sous l'influence de la chaleur. Celles-ci, réalisées à l'Ecole Polytechnique puis à Arcueil dont le laboratoire était en état d'installation, aboutirent au premier mémoire de Gay-Lussac, paru en 1802 dont nous parlerons plus loin. Les résultats ne correspondaient pas à l'attente de Berthollet qui, cependant les apprécia et, si l'on en croit le témoignage d'Arago, aurait alors dit à son protégé :

*«Jeune homme, vous serez désormais mon commensal, je veux, c'est un titre dont je suis certain que j'aurais à me glorifier un jour, je veux être votre père en matière de science» (5).*

Sans crainte de déformer la vérité, on peut affirmer que ce désir fut réalisé.

L'efficacité du patronage de Berthollet assurera au jeune Gay-Lussac un début de carrière rapide et brillant, concrétisé par ses diverses nominations à l'Ecole Polytechnique évoquées plus haut et par son élection à l'Institut, le 8 décembre 1806. Il est hors de doute que Berthollet et Laplace en furent les artisans ; le jeune homme n'avait encore publié qu'un grand mémoire fondamental sur la dilatation des gaz et quelques mémoires de circonstance sous l'égide de son patron ; mais ses deux protecteurs le tenaient dans un grande estime qu'ils surent faire partager à leurs confrères.
Entre Berthollet et Gay-Lussac, des liens d'amitié très profonds s'établirent amitié filiale d'un côté, paternelle de l'autre. Si Berthollet eut un disciple ce fut certainement Gay-Lussac qui seconda et entoura fidèlement son maître jusqu'à la disparition de ce dernier en novembre 1822.

## La Société d'Arcueil (6)

A côté de l'influence directe que nous venons d'évoquer et que nous retrouverons plus loin, Berthollet a profondément marqué Gay-Lussac d'une autre manière, par le groupe de recherche réuni dans la Société d'Arcueil.
Cette société qui occupe une place importante dans les milieux scientifiques français du début du XIX$^{e}$ siècle apparut officiellement en 1807 avec le premier volume des *Mémoires de la Société d'Arcueil.* Comme l'Ecole Polytechnique, mais dans un autre domaine, elle réalise quelque chose d'original et de nouveau pour l'époque : pour la première fois dans l'histoire du monde scientifique français, le groupe qui la forme constitue une véritable équipe de chercheurs pluridisciplinaires au sens actuel du mot, dont Berthollet et son ami Laplace étaient les patrons. Elle comblait une lacune dans l'ensemble des institutions scientifiques françaises, entre les écoles supérieures comme l'Ecole Polytechnique où les jeunes gens recevaient une formation de haut niveau mais de base scolaire, et les sociétés de savants comme l'Institut où n'étaient admis que des chercheurs confirmés.

Dans le groupe d'Arcueil, Gay-Lussac occupe une place privilégiée. Chronologiquement, il est le premier de l'équipe constituée progressivement ; il en sera le dernier lorsque celle-ci se dissoudra vers 1815. Durant l'hiver 1801-1802, dans le laboratoire d'Arcueil à peine installé, Berthollet avait autour de lui son fils Amédée (qui devait finir tragiquement en 1810) et Gay-Lussac. En 1803-1804, Biot et Thénard vinrent les rejoindre ; A. de Humboldt le fit en 1804. Plus tard, Malus, Arago et Dulong complétèrent l'équipe. C'est donc à Arcueil, chez Berthollet, que Gay-Lussac rencontra ceux qui allaient devenir ses compagnons de travail, de voyage et même ses amis intimes. Sa collaboration avec Thénard sera étudiée lors de la présentation de l'œuvre de notre savant. Avec Biot, surtout intéressé par la physique et protégé de Laplace, la collaboration s'est située sur un plan spécial que nous allons évoquer ici, car il révèle un trait particulier de la personnalité de Gay-Lussac ; il s'agit des ascensions en aérostat qui eurent lieu en août et septembre 1804.

## Les ascensions en ballon de 1804

A côté de l'aspect anecdoctique, spectaculaire et quelque peu «fait divers», de cet épisode de la vie de Gay-Lussac, ces ascensions méritent notre attention. Après l'engouement qu'ils avaient suscité de la part du grand public à la fin de l'Ancien Régime et l'espoir qu'ils avaient fait naître chez les autorités militaires avec la victoire de Fleurus, les aérostats, le personnel formé pour leur entretien et le parc de Meudon spécialement installé, étaient tombés dans l'oubli. Quelques membres de l'Institut dont Berthollet, Laplace et Chaptal pensèrent utiliser cet ensemble pour des explorations scientifiques en altitude.

C'est dans ce but que Biot et Gay-Lussac, ayant non sans difficultés obtenu l'autorisation nécessaire de Bonaparte, s'élevèrent le 20 août 1804 des jardins du Conservatoire des Arts et Métiers dans un ballon (ayant paraît-il servi à Fleurus) et spécialement aménagé pour les observations scientifiques prévues. En effet, tout un protocole d'expériences avaient été minutieusement mis au point avant le départ. Il fallait principalement mesurer le magnétisme terrestre à différentes hauteurs afin de constater s'il variait avec l'altitude. Il fallait également prendre des échantillons d'air, leur analyse ultérieure devant permettre de compléter celles déjà réalisées par Berthollet à Paris et en Egypte. Les deux jeunes gens devaient encore mesurer l'électricité statique de l'air et noter son degré hygrométrique à diverses altitudes.

La première ascension fut une demi-réussite car le ballon ne s'éleva que jusqu'à 4 000 m. Or plusieurs des mesures envisagées avaient déjà été réalisées par Th. de Saussure au cours de ses ascensions dans le massif du Mont-Blanc. C'est pourquoi Gay-Lussac décida de recommencer l'entreprise, seul cette fois, de manière à alléger le ballon. Le 16 septembre suivant il put s'élever jusqu'à 7 000 m et compléter les observations prévues. Dans le mémoire qu'il lut quelques jours plus tard devant l'Institut, il proposait de continuer ses explorations ; mais la seconde fut aussi la dernière. Avant d'abandonner ce sujet, nous soulignerons la performance sportive que représentait cette ascension (aujourd'hui, nous parlerions «d'exploit») : Gay-Lussac est monté à 7 000 m sans masque à oxygène et selon son témoignage n'a ressenti qu'une légère gêne pour respirer et un froid intense aux mains. Il était sans nul doute en excellente condition physique et il détint pendant longtemps le record d'altitude en ballon libre.

Une autre rencontre d'Arcueil allait entraîner Gay-Lussac loin de France. En effet, sur les instances d'Alexandre de Humboldt, Berthollet obtint pour son protégé, qui était alors répétiteur à l'Ecole Polytechnique, un congé de plusieurs mois pour un voyage d'études en Italie, Suisse et Allemagne. Au cours de la longue tournée qu'il fit ainsi avec son ami, Gay-Lussac augmenta beaucoup ses connaissances, visitant les laboratoires des plus importants savants des pays traver-

sés, discutant avec eux, et réalisant des séries d'observations variées touchant la physique, la chimie et même la géophysique (il poursuivit ses mesures sur le magnétisme terrestre). En janvier 1807, il dut interrompre ce fructueux voyage pour être reçu par l'Institut qui venait de l'élire.

Il reprit alors sa place dans le groupe d'Arcueil dont il fut certainement le membre le plus actif. De 1806 à 1815, les mémoires se succédèrent, lus devant l'Institut, la Société d'Arcueil ou la Société philomatique, à un rythme qui dénote une grande activité. On relève 30 mémoires signés de lui seul, 15 cosignés avec Thénard, un avec Humboldt, publiés dans les *Annales de Chimie* ou dans les *Mémoires de la Société d'Arcueil.* Certains d'entre eux sont longs et fondamentaux ; nous verrons en étudiant l'œuvre de Gay-Lussac la richesse des sujets abordés qui étaient tous des points chauds de l'actualité chimique.

Nous avons déjà annoncé ses nominations comme professeur de chimie à l'Ecole Polytechnique. L'année même où il y accédait, en 1809, Gay-Lussac était également nommé professeur de physique à la Faculté des sciences de Paris nouvellement créée. Il y enseigna jusqu'en 1832 en ayant successivement comme collègues en physique, Biot puis Pouillet. En 1832 il devint professeur de chimie minérale au Muséum et dut échanger cette nouvelle chaire avec celle de la Sorbonne. Il enseigna au Muséum jusqu'à sa mort, mais, dès 1840, il avait abandonné son poste à l'Ecole Polytechnique. Sa carrière professorale a donc été longue et riche. Quelques rares témoignages sur ses cours nous le présentent comme un bon professeur, sachant animer les cours de diagrammes et d'expériences variées et aussi faire aimer la matière qu'il enseignait.
Jusqu'en 1815, les lourdes charges pédagogiques qu'il assumait furent bien partagées avec les activités de recherche en chimie pure. Mais à partir de cette année, qui coïncide avec le déclin de la Société d'Arcueil, Gay-Lussac commença à s'orienter vers la chimie appliquée.

### Gay-Lussac et la chimie appliquée

Dès 1806 Gay-Lussac avait accepté les fonctions de membre du Comité des Arts et Manufactures, en 1818 il y ajouta celles de membre du Conseil de Perfectionnement des Poudres et Salpêtres. En 1829, il fut nommé Essayeur en chef du Bureau de Garantie à la Monnaie, ce qui lui assurait des émoluments importants et lui fut parfois reproché. Cette nomination quant à nous, nous permet de rappeler qu'un autre grand savant, passionné de chimie, ce que l'on ignore encore parfois, occupa pendant une longue période de sa vie un poste analogue à la Monnaie de Londres ; il s'agit de Newton. Berthollet pendant quelques années, et plus tard Mendéléev, se trouvèrent dans la même situation. Ces rapprochements méritaient d'être soulignés.

Ces divers postes, comme le dernier qu'il occupa en acceptant la présidence du Conseil d'administration de Saint-Gobain en 1843, amenèrent Gay-Lussac à s'intéresser à des problèmes pratiques et à entreprendre des recherches aboutissant à des découvertes importantes auxquelles il a laissé son nom : degré alcoolique, liqueur chlorométrique, méthode de dosage de l'argent par voie humide, sans oublier la célèbre tour de récupération des oxydes d'azote dans le procédé de préparation de l'acide sulfurique par les chambres de plomb.

A travers ses activités nombreuses et variées, Gay-Lussac trouvait le temps de mener une vie familiale heureuse. Marié, en 1807, et formant avec sa femme un couple parfaitement uni, il eut cinq enfants. Son bonheur familial transparaît dans les lettres où il évoque les siens, principalement au moment des vacances qu'il allait passer dans le Limousin.

### L'homme politique

Pour terminer ce bref panorama de la vie et de la carrière de Gay-Lussac, nous dirons quelques mots de l'homme politique, car il le fut aussi. En premier lieu, comme député de la Haute-Vienne (circonscription de Limoges) où il fut élu en 1831, puis réélu, en 1834 et 1837. En second lieu comme Pair de France, charge à laquelle il fut nommé assez tardivement par Louis-Philippe, le 7 mars 1839. Dans chacune de ces fonctions il donna la preuve de ses opinions libérales, dégagées de l'esprit de parti et principalement orientées vers le progrès économique et social (7).

## L'œuvre du savant

Nous nous attacherons maintenant à décrire l'essentiel de l'œuvre de Gay-Lussac qui s'étend des premières recherches faites à l'Ecole Polytechnique et à Arcueil, dès 1801, sous l'égide de Berthollet, jusqu'aux expériences réalisées très peu de temps avant sa mort, dans la propriété du château de Lussac.

Quand on examine la bibliographie de Gay-Lussac on est frappé par deux faits. On relève tout d'abord la rareté, on peut même dire l'absence d'ouvrages de synthèse. Notre savant n'a en effet publié qu'un seul ouvrage important, en 1811 en collaboration avec Thénard (8). En 1828 parurent sous son nom des *Leçons de physique* et des *Leçons de chimie,* présentées comme le texte de ses cours de Sorbonne et de l'Ecole Polytechnique ; mais Gay-Lussac tint à affirmer publiquement dans les *Annales de chimie,* qu'il n'avait en rien participé à ces opérations faites sans son consentement et sans ses corrections. En revanche on note un grand nombre de mémoires publiés dans diverses revues : *Annales de chimie* (9), *Journal de Physique et Mémoires de la Société d'Arcueil.* Gay-Lussac a signé ainsi plus de 150 mémoires, de son seul nom ; 20 en collaboration avec Thénard et encore quelques autres avec plusieurs confrères.

Le second fait remarquable de cette bibliographie concerne la grande diversité des sujets abordés. On trouve des articles concernant la physique ; ils sont peu nombreux mais fondamentaux sur les propriétés des gaz (dilatation et chaleurs massiques) et se situent au début de sa carrière. On relève ensuite quelques mémoires, fondamentaux eux aussi, touchant à ce que nous appelons la chimie physique : lois de combinaison volumétrique, considérations sur les forces chimiques. Un grand nombre de mémoires s'inscrivent dans le cadre de la chimie descriptive : découverte de nouveaux corps, description de leurs propriétés et souvent conjectures sur leur nature (par exemple sodium et potassium, chlore, iode et cyanogène). Enfin une dernière catégorie de mémoires concerne la chimie appliquée : invention ou mise au point d'appareils et de procédés, tant de laboratoire qu'industriels ; nous en avons évoqué quelques-uns plus haut.

Comme tous les jeunes chercheurs au début de leur carrière, Gay-Lussac commença à travailler sur des petits sujets proposés par son patron, mais très vite il trouva des résultats originaux et dès 1802 il présentait son premier mémoire devant l'Institut. Publié immédiatement dans les *Annales de chimie,* (10) sous le titre «Recherches sur la dilatation des gaz et des vapeurs», c'est une étude de physique plus que de chimie. On y trouve déjà les qualités qui s'affirmeront tout au long de la carrière de Gay-Lussac : une expérimentation précise, servant de base à une argumentation méthodique et méticuleuse, régie encore par le souci de ne négliger aucun détail susceptible d'influer sur le résultat des observations. La conclusion de ce travail est la célèbre loi d'égale dilatation des gaz qui porte justement le nom de son inventeur.

Le second mémoire publié par le protégé

de Berthollet est moins fondamental et moins original ; il concerne un sujet de chimie d'actualité : la précipitation mutuelle des oxydes métalliques. D'autres études vont suivre dans la même ligne d'orientation. Puis, avec A. de Humboldt, Gay-Lussac fait des analyses eudiométriques dont les résultats auront une grande importance sur son second grand travail original et fondamental.

Nous arrivons en effet en 1809, au 15e mémoire publié par Gay-Lussac seul et intitulé «Sur la combinaison des substances gazeuses les unes avec les autres». Non présenté à l'Institut, mais lu devant la Société philomatique le 31 décembre 1808, il parut au début de 1809 dans le second volume des *Mémoires d'Arcueil* (11). Lors des analyses eudiométriques de l'air faites avec Humboldt, Gay-Lussac avait été frappé par le fait que l'hydrogène et l'oxygène se combinent toujours dans le rapport de 2 à 1. Depuis, il a étendu ses recherches à d'autres combinaisons en particulier celles de l'ammoniac avec le gaz chlorhydrique et avec le gaz carbonique ; il les a également poursuivies avec des analyses comme celle de l'ammoniac, à la décomposition de $SO_3$ en $SO_2$ et oxygène, à celle des oxydes d'azote $N_2O$, NO et $NO_2$. Finalement, les résultats provenant de ses propres mesures autant que de celles de ses confrères d'Arcueil conduisent notre savant à énoncer une loi générale confirmant sa foi en la régularité et la simplicité des opérations de la nature : *«L'attraction des molécules dans les solides et les liquides est donc la cause qui modifie leurs propriétés particulières, et il paraît que ce n'est que lorsqu'elle est entièrement détruite comme dans les gaz, que les corps se trouvant placés dans des circonstances semblables présentent des lois simples et régulières. Je vais du moins faire connaître des propriétés nouvelles dans les gaz dont les effets sont réguliers, en prouvant que ces substances se combinent entre elles dans des rapports très simples, et que la contraction du volume qu'elles éprouvent suit une loi régulière».*

C'est en des termes un peu différents, la loi de combinaison volumétrique bien connue des chimistes.

Gay-Lussac exprime ensuite son espoir de pouvoir bientôt constater la mathématisation de la chimie :
*«J'espère donner par là une preuve de ce qu'ont avancé des chimistes très distingués, qu'on est peut-être pas éloigné de l'époque à laquelle on pourra soumettre au calcul la plupart des phénomènes chimiques».*

Lavoisier avait déjà tenu le même langage; qu'en pensent les chimistes d'aujourd'hui ? Mais pour Gay-Lussac, les difficultés ne font que commencer. Il se trouve en effet confronté avec un problème profondément épineux. La loi qu'il vient de prouver par un examen très méticuleux de nombreux résultats expérimentaux semble conforter l'opinion que les combinaisons se font en proportions constantes. Cette opinion avait été affirmée par Proust dès 1797 et soutenue dans la célèbre querelle qui avait opposé ce dernier à Berthollet de 1799 à 1806. Berthollet, s'appuyant sur des arguments tirés de sa théorie très personnelle des affinités, soutenait que la loi des proportions définies n'était pas une loi générale car non conforme aux caractéristiques fondamentales du mécanisme de la réaction chimique. Il expliquait la formation indéniable de composés en proportions fixes comme l'eau et l'ammoniac, par des considérations assez vagues sur les circonstances particulières dans lesquelles se trouvaient les corps réagissants au moment où la réaction s'arrêtait. Il donnait comme exemple de composés à propriétés bien définies mais à composition non fixe, les alliages, les verres et certains sels comme les phosphates, les oxalates ou les carbonates : cas pour lesquels l'existence de 3 ou 2 combinaisons formées à partir des mêmes composants, jointe à la confusion voulue et affirmée entre mélange et corps pur, pouvait conduire à l'illusion d'une réaction se faisant de manière continue.

Entrer dans les détails de cette délicate question nous éloignerait trop de notre sujet. Nous nous contenterons simplement de l'évoquer et d'insister à son propos sur deux points qui nous semblent capitaux. Le premier est la validité des arguments des deux camps lorsqu'on les rapporte au climat des connaissances chimiques de l'époque. Le second concerne l'influence de Berthollet sur son élève qui, dans ce cas comme dans d'autres que nous aborderons plus loin, adopta fidèlement les opinions de son maître.

Constatant que ses recherches le conduisent à affirmer que les combinaisons entre les gaz se font en proportions fixes, Gay-Lussac n'évite pas la discussion et pose franchement la question de savoir si l'action chimique est continue ou non lors d'une réaction. Sa réponse est que les conditions physiques particulières qui existent dans l'état gazeux sont justement parmi celles qui ont été retenues par Berthollet pour justifier l'arrêt de l'action chimique à certaines proportions, constantes d'une expérience à l'autre.

Mais Gay-Lussac se trouve en même temps confronté avec un autre problème : la validité de la théorie atomique de Dalton. En 1808 cette dernière commençait à être bien connue des savants d'Arcueil. Le premier volume du *«Nouveau système de philosophie chimique»* (12) venait de paraître et il était aussitôt arrivé en France malgré les guerres napoléoniennes et le blocus auquel la France était alors soumise. Berthollet faisait une présentation critique des hypothèses atomiques dans la longue introduction qu'il rédigeait pour le *Système de chimie* de Th. Thomson ; ouvrage qui utilisait la théorie de Dalton dans ses explications et dont Berthollet avait lui-même commandé et dirigé la traduction française (13).

La jeune théorie atomique était encore lacunaire et très imparfaite ; elle donnait prise à de nombreuses critiques fort bien justifiées. Berthollet quant à lui, la considérait comme une hypothèse ingénieuse qui devait être prise en considération mais examinée avec d'autant plus de scrupules et de sévérité scientifique qu'elle était plus séduisante. Très prudent (trop peut-être), il était particulièrement circonspect à son égard et, sans la rejeter, il la trouvait encore bien hasardeuse étant donné l'état des connaissances de l'époque.

Gay-Lussac adopta la prudence de son maître (et il aura la même attitude vis-à-vis d'autres problèmes que nous évoquerons plus loin). Voici comment il s'exprime dans son mémoire de 1809.
*«M. Dalton a émis l'idée que les combinaisons entre deux corps se font de manière qu'un atome de l'un s'unit à un atome de l'autre, ou à deux, ou à trois, ou à un plus grand nombre... Il résulterait de cette manière d'envisager les combinaisons qu'elles se font dans des proportions constantes, sans qu'il y en ait d'intermédiaires et sous ce rapport la théorie de M. Dalton se rapprocherait de celle de M. Proust ; mais M. Berthollet l'a déjà fortement combattue dans l'introduction qu'il a faite de la chimie de Thomson et nous verrons en effet qu'elle n'est pas entièrement exacte.»*

Après avoir exposé ses résultats sur les combinaisons gazeuses, Gay-Lussac revient sur la discussion :
*«Les expériences que je viens de rapporter me conduisent à la discussion des deux opinions.*
*D'après l'idée ingénieuse de M. Dalton que les combinaisons se font d'atome à atome, les divers composés que deux corps peuvent former seraient produits par la réunion d'une molécule de l'un avec une molécule de l'autre ou avec deux, ou avec un plus grand nombre, mais toujours sans intermédiaires. MM. Thomson et Wollaston rapportent en effet des expériences qui semblent confirmer cette théorie...*
*Les résultats nombreux que j'ai fait connaître dans ce mémoire sont aussi très favorables à cette théorie. Mais M. Berthollet, qui pense que les combinaisons se font d'une manière continue, cite pour preuve de son opinion, les sulfates acides, les verres, les alliages...*

Gay-Lussac insiste ensuite comme son maître sur l'identité des forces qui produisent les combinaisons chimiques et les dissolutions : l'identité des causes entraîne l'identité des effets ; la dissolution est

continue, l'action chimique aussi, et ce sont des circonstances extérieures qui viennent la limiter à des proportions déterminées. Le jeune savant conclut :
*«Les deux opinions ont donc chacune en leur faveur un très grand nombre de faits; mais quoiqu'entièrement opposées en apparence, il est aisé de les concilier».*

Nous remarquerons encore que si Gay-Lussac n'accepte pas les hypothèses de Dalton qui, selon notre point de vue, justifiaient bien ses propres résultats, ce dernier lui rendit la pareille dans le second volume de son *Nouveau système de philosophie chimique,* en critiquant les résultats expérimentaux de son confrère et en réfutant la loi qu'il en tirait. Cette incompréhension n'est pas aberrante ; elle montre simplement la grande complexité de la question et la difficulté de construire une théorie cohérente au moment même où les résultats sur lesquels elle se fonde sont en cours d'établissement. Si ces résultats sont actuellement enseignés comme des conséquences très simples de la théorie atomique, il fallait, à l'époque considérée ici, faire la démarche inverse et l'établissement de la théorie telle que nous la connaissons fut long et laborieux. C'est tout un chapitre de l'histoire de la chimie au XIXe siècle que nous ne pouvons qu'effleurer très rapidement. Gay-Lussac y fut mêlé presqu'incidemment.

L'établissement de sa loi ouvrit la voie à la découverte d'un autre fondement de la théorie atomique dont l'histoire confirme la remarque précédente. En 1811, A. Avogadro dans un mémoire paru en français dans le *Journal de Physique,* énonça la célèbre hypothèse qui porte son nom. En 1814, A.M. Ampère arriva au même résultat sans avoir semble-t-il eu connaissance du travail de son confrère italien (14). Si leurs raisonnements sont différents, les deux savants se sont proposé le même but, déterminer les proportions des éléments dans les combinaisons et ont pris le même point de départ : la loi de combinaison volumétrique de Gay-Lussac. De plus l'un et l'autre font, dès ce moment, la distinction très nette entre les notions d'atome et de molécule, au sens actuels de ces termes. Mais le monde des chimistes n'accepta pas leurs idées qui, toujours de notre point de vue, clarifiaient la situation. Gay-Lussac n'échappe pas à la règle. Il ne semble pas d'ailleurs s'être bien explicitement exprimé à ce sujet (peut-être le fit-il dans ses cours mais nous les connaissons mal). Il faut en outre souligner que d'autres questions vinrent le passionner après la publication de son mémoire de 1809.

## Les recherches suscitées par l'électrochimie

Les nouvelles passions de Gay-Lussac en chimie sont éveillées par l'électrochimie qui, elle aussi, naissait au début du XIXe siècle. Ouverte dès 1800 avec la découverte de la décomposition de l'eau par le courant électrique, aussitôt après la mise au point de la pile par Volta, l'ère de l'électrochimie commença vraiment à la fin de l'année 1807, lorsque H. Davy parvint à décomposer la potasse en oxygène et une substance alors inconnue.

Dès que la nouvelle fut connue en France (les premiers savants informés furent ceux du groupe d'Arcueil), Gay-Lussac et Thénard s'emparèrent du sujet et ce fut le début d'une véritable «course poursuite» entre les deux français et leur confrère anglais bientôt aidé de son compatriote M. Faraday.

Gay-Lussac et Thénard commencèrent par refaire les expériences de Davy, puis, sur une suggestion fructueuse de Berthollet ils mirent au point un procédé «chimique» de préparation des métaux alcalins qui conduisait à des quantités plus importantes que le procédé électrolytique. Annoncé à l'Institut le 7 mars 1808 ce procédé consistait à traiter la potasse par du fer en chauffant fortement le mélange : la potasse est décomposée en dégageant de l'hydrogène et en donnant du potassium et un oxyde de fer.

Les deux élèves de Berthollet firent alors une étude systématique des propriétés des deux nouvelles substances dont on ignorait encore la véritable nature. Certains faits, comme la combustion dans l'air et le pouvoir réducteur, inclinaient à conclure que c'étaient des métaux. Mais d'autres faits conduisaient à penser que c'étaient des composés d'hydrogène et de potasse ou de soude (des hydrures). Parmi ces derniers faits nous retiendrons les plus importants. Le premier est l'analogie remarquée depuis longtemps entre la potasse et la soude d'une part, l'ammoniaque de l'autre. Or celle-ci soumise à l'électrolyse fournit à la cathode de l'ammonium instable qui se décompose en gaz ammoniac et hygrogène : l'ammonium est un hydrure de l'ammoniac. Le deuxième fait concerne l'observation suivante : ayant fait réagir le potassium sur de l'ammoniac à basse température, Gay-Lussac et Thénard avaient obtenu un dégagement d'hydrogène qu'ils attribuèrent non pas à la décomposition de l'ammoniac mais à celle du potassium considéré comme un hydrure de potasse.

Davy fut le premier à affirmer que le sodium et le potassium étaient des métaux dont la soude et la potasse étaient les oxydes. Mais alors, la composition de l'ammoniaque posait un problème si l'on voulait maintenir son analogie avec les deux bases alcalines. Pendant un certain temps Davy s'acharna à chercher de l'oxygène dans le gaz ammoniac, dont Berthollet avait établi correctement la composition dès 1785. La controverse à ce sujet entre Davy et le groupe d'Arcueil fut heureusement de courte durée. Quant à la nature élémentaire et métallique du sodium et du potassium, Gay-Lussac et Thénard ne se prononcèrent pas tout de suite en faveur de l'une ou l'autre opinion.

Malgré cette incertitude, les mémoires signés de Gay-Lussac et Thénard se succédèrent à l'Institut : 15 entre le 7 mars 1807 et le 15 janvier 1810. Après avoir bien étudié les propriétés des nouveaux corps, les deux jeunes savants avaient eu l'idée d'utiliser le potassium comme réactif pour décomposer certaines substances en particulier l'acide borique, ce qui leur permit de découvrir le bore (mémoires lus les 20 juin et 14 novembre 1808).

Encouragés par ce premier succès ils firent une expérience analogue avec l'acide fluorhydrique mais ils n'arrivèrent pas à isoler le fluor dont ils annoncèrent cependant l'existence et, un peu plus tard, l'analogie avec le chlore et l'iode. Toutefois, au cours de leurs nombreuses expériences sur l'acide fluorhydrique ils découvrirent le trifluorure de bore.

Nous ferons au sujet de ces expériences une remarque qui dépasse le simple cadre anecdotique : la manipulation de substances aussi corrosives que HF et les métaux alcalins n'était pas sans danger, surtout à une époque où l'on connaissait encore mal leurs propriétés. Gay-Lussac subit plusieurs brûlures très douloureuses de la part de HF, dont il parle dans quelques lettres afin de prévenir ses correspondants des précautions à prendre ; et surtout il fut victime d'un grave accident aux yeux au cours d'une expérience avec du potassium chaud. Il faillit perdre la vue et fut même obligé de suspendre ses cours à la Sorbonne pendant quelques mois à la rentrée de 1810. Après cet accident, sa vue resta fragile et diminuée, ce qui apparaît dans ses portraits.

## Le problème de la nature du chlore

Un autre sujet important abordé durant la succession de recherches faites en collaboration avec Thénard fut la décomposition de l'acide chlorhydrique et du chlore dont la nature élémentaire n'était pas encore affirmée.
Pour bien comprendre le problème tel qu'il se posait aux chimistes de l'époque et surtout aux jeunes membres de la Société d'Arcueil, il faut revenir à Lavoisier et à sa théorie des acides. Là encore nous serons obligés de remarquer que l'influence de leurs aînés et en particulier de Berthollet a fortement pesé sur les décisions de Gay-Lussac et de Thénard.

Suivant la théorie de Lavoisier, tous les acides sont formés à partir de l'oxygène qui est le «principe» porteur de la fonc-

tion. L'acide chlorhydrique (muriatique selon la nomenclature du moment) est donc une substance oxygénée. Son oxydation, par le bioxyde de manganèse, conduit à un autre composé oxygéné d'où le nom d'acide muriatique oxygéné donné au chlore qui est lui aussi considéré comme contenant de l'oxygène. La décomposition des solutions de chlore par la lumière en donnant de l'oxygène et de l'acide chlorhydrique était en complet accord avec cette conception.

Bien entendu, malgré tous leurs efforts, les chimistes n'arrivaient pas à désoxygéner ni l'acide chlorhydrique ni le chlore. Gay-Lussac et Thénard essayèrent l'action du potassium sur les chlorures des autres métaux. Devant le résultat négatif de l'expérience ils pensèrent pouvoir décomposer le chlore par le charbon susceptible de lui enlever son oxygène. A la suite du nouvel échec de leur tentative ils commencèrent à penser sérieusement que le chlore était un corps simple. Davy en fit autant et dès 1810 affirma que c'était la seule opinion conciliable avec les faits. Mais les deux français, influencés par leur maître Berthollet, retardèrent leur choix définitif, laissant à leur confrère britannique la priorité d'avoir découvert la nature élémentaire du chlore.

Les épisodes de cette découverte manquée sont significatifs de l'un des aspects de la personnalité scientifique du savant que nous honorons aujourd'hui. Le 27 février 1809, Gay-Lussac et Thénard présentèrent à l'Institut un mémoire sur «l'acide muriatique oxygéné et les muriates». La veille ils avaient lu une première version de leur travail dans laquelle ils suggéraient avec une bonne assurance que le chlore était un corps simple, s'appuyant pour cela sur un certain nombre de propriétés chimiques. Berthollet trouva l'idée trop aventureuse et engagea ses jeunes disciples à beaucoup de prudence. Son influence était assez forte pour que le lendemain ces derniers se limitent, devant l'Institut à suggérer la nature élémentaire du chlore comme une hypothèse commode pour interpréter certaines de ses propriétés, ajoutant même que, malgré leurs présomptions en sa faveur, cette hypothèse était peu probable. Deux ans plus tard, en 1811 dans l'ouvrage imprimé qui reprend tous ces travaux (15), ils confirmèrent leur opinion ultraprudente en ces termes :
*«Dans l'état actuel de nos connaissances, les faits s'expliquent mieux en regardant l'acide muriatique oxygéné comme un être composé que comme un être simple et, par conséquent, nous préférons la première hypothèse à la seconde».*

Quelques années plus tard, Berthollet reconnut publiquement son influence négative sur ce point et attesta que dès 1809 Gay-Lussac et Thénard avaient adopté la seconde hypothèse dans leurs cours.

## Les recherches sur l'iode

Un dernier sujet qui opposa vivement Gay-Lussac à Davy, fut l'étude de la nature et des propriétés de l'iode. La découverte de cette nouvelle substance n'appartient ni à l'un ni à l'autre mais au salpêtrier Bernard Courtois qui l'avait isolé dans les cendres de varech et identifié par sa vapeur violette, sans faire beaucoup de publicité sur sa découverte.

En octobre 1813, Davy commençait par la France un voyage de plusieurs mois en Europe continentale. Il avait obtenu pour lui-même, sa femme et Faraday qui l'accompagnaient, le rare privilège d'un passeport. A la fin d'octobre il était à Paris où les physicochimistes Clément et Désormes lui montrèrent quelques échantillons de la nouvelle substance sur laquelle il commença immédiatement quelques recherches.

Aussitôt les savants français furent en alerte, Gay-Lussac le premier. Le 12 décembre il fit paraître dans *«le Moniteur»* un article annonçant la découverte du nouveau corps et décrivant ses premières propriétés ; l'ensemble avait également été présenté devant l'Institut les 6 et 12 décembre. Le 13 du même mois Davy envoyait de Genève un mémoire, certes rédigé à la hâte, mais plus complet que celui de Gay-Lussac dont les recherches n'avaient été que sommaires.

Alors que Davy continuait de faire ses expériences et de rédiger ses mémoires au milieu de ses voyages, dans la fièvre, la hâte, avec un peu de désordre mais cependant beaucoup de clairvoyance, Gay-Lussac entreprenait une étude minutieuse et systématique selon sa méthode prudente et régulière. Finalement le 1er août 1814 il pouvait présenter à l'Institut un long mémoire où l'ensemble des propriétés physiques et chimiques de l'iode étaient décrites et interprétées avec beaucoup de justesse (16). Il annonçait que l'iode (dont il a ainsi fixé le nom à cause de la couleur de sa vapeur) était un corps simple analogue au chlore et qui donnait avec l'hydrogène un acide nommé hydriodique. Il avait isolé les iodures des principaux métaux, l'acide iodique et les iodates. Enfin, il avait bien étudié les conditions de la décomposition thermique de l'acide iodhydrique. De son côté Davy avait souvent fait les mêmes découvertes et des querelles de priorité se sont élevées.

## La découverte du cyanogène

Un an plus tard, Gay-Lussac donna une nouvelle preuve de sa grande puissance de travail et de la rigueur de sa méthode. Dans un mémoire présenté à l'Institut, le 18 septembre 1815 et intitulé «Recherches sur l'acide prussique» (17), il débrouilla la question de la composition de cet acide, notre acide cyanhydrique. Berthollet en avait établi la composition qualitative en carbone, azote et hydrogène, dès 1796. A la suite d'analyses très précises, Gay-Lussac trouva la composition quantitative en volume et en masse telle que nous la connaissons et qui correspond à la formule HCN. Il montra également les analogies de propriétés qui existent entre cet acide et les acides chlorhydrique, fluorhydrique et iodhydrique et conduisent à le classer parmi les hydracides. Constatant alors que l'ancien nom, venant du bleu de prusse, ne convient plus pour une telle substance il proposa le nom nouveau de cyanogène «pour désigner le radical de l'acide prussique». Enfin il décrivit comment il avait obtenu le cyanogène lui-même, en décomposant le cyanure de mercure par la chaleur, ainsi que les principales propriétés de ce gaz.

On retrouve dans le mémoire consacré au cyanogène, comme dans celui sur l'iode et dans les autres mémoires fondamentaux que nous avons évoqués les mêmes qualités de clarté, de rigueur, de précision dans l'exposé des résultats et de méthode dans la succession des idées. On peut en déduire que dans ses cours, Gay-Lussac devait être un excellent pédagogue.

La découverte du cyanogène fut la dernière grande contribution de Gay-Lussac au progrès des connaissances en chimie pure. Cela ne signifie cependant pas que son œuvre soit terminée en 1815. Mais à partir de cette date, il faut bien noter un changement dans ses préoccupations. Celles-ci deviennent en effet de plus en plus orientées vers la chimie pratique. Les divers postes qu'il a acceptés tant dans l'enseignement et son administration que dans la recherche appliquée sont une lourde tâche. Il publie encore de nombreux mémoires, mais la grande veine des découvertes capitales est épuisée. D'ailleurs, la chimie elle-même s'oriente vers de nouvelles voies avec le développement d'une chimie organique qui essaie de se systématiser. La théorie atomique se cherche encore et bientôt va naître l'opposition célèbre et tenace entre atomistes et équivalentistes. Gay-Lussac reste en dehors de ces luttes ou, tout au moins, ne publie rien sur ces sujets, peut-être plus par prudence que par désintérêt. A ce propos, nous citerons ce qu'Alexandre de Humboldt, qu'une amitié de plus de quarante ans avait lié à Gay-Lussac, écrivait à sa veuve le 13 mai 1850 :
*«Aimant plus de découvrir, de manipuler, de faire des expériences, que de rédiger, un peu insouciant de sa gloire comme le sont les hommes de grand caractère, il a privé le public de bien des choses qui auraient fait la fortune, la richesse d'autres savants». (18).*

Nous terminerons cet hommage rendu aujourd'hui à Gay-Lussac, en citant quelques-uns des jugements que M. Daumas,

l'un des rares historiens français contemporains de la chimie a exprimés dans l'hommage qu'il a rendu en 1950 pour le centenaire de sa mort :
*«A côté de la foi un peu laborieuse d'un Thénard, de la fougue d'un Arago, Gay-Lussac paraît assez froid et méthodique.. Son œuvre est variée, manque d'homogénéité mais non de continuité ; on dirait qu'il est allé au plus pressé, comme pendant l'épisode des recherches sur l'iode en 1813, ou bien qu'il s'est laissé entraîner par les circonstances du moment comme lorsqu'il reprend avec Humboldt des mesures eudiométriques imprécises de ce dernier. Mais la maîtrise avec laquelle est menée chacune de ses recherches révèle une sûreté, une précision ainsi qu'une adresse d'opérateur des plus remarquables».*

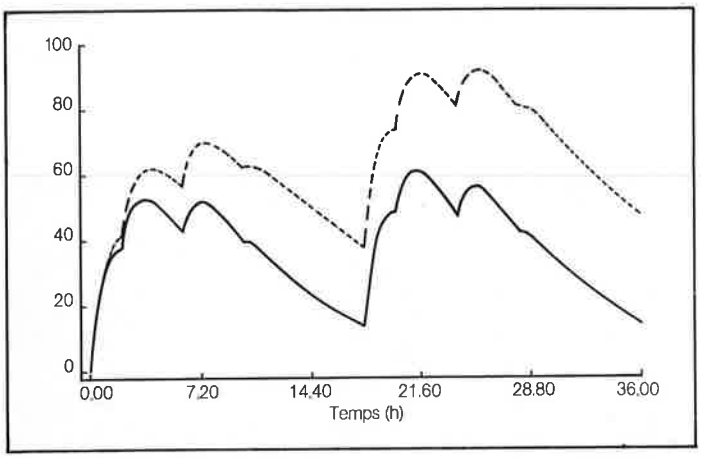
Si l'on ne peut pleinement rendre hommage à la fermeté de ses opinions, c'est qu'une prudence de praticien, en même temps que le respect des conceptions de Berthollet, l'empêchèrent de se prononcer dans des débats où ces idées mêmes étaient mises en cause.
*«Gay-Lussac n'a pas fait œuvre de grand théoricien, pas davantage que Thénard...; il est certain qu'ils furent gênés par l'influence des théories de Lavoisier qui constituaient, tout au moint au début, les bases de la doctrine chimique défendue à Arcueil. Cependant cette déférence pour les théories établies n'était pas si tyrannique qu'elle pût les empêcher de reconnaître leurs erreurs et de défendre des idées exactes» (19).*

Nous espérons, quant à nous, avoir présenté l'homme, le savant que fut Gay-Lussac à une époque où la chimie entrait brillamment dans l'ère moderne de son histoire.

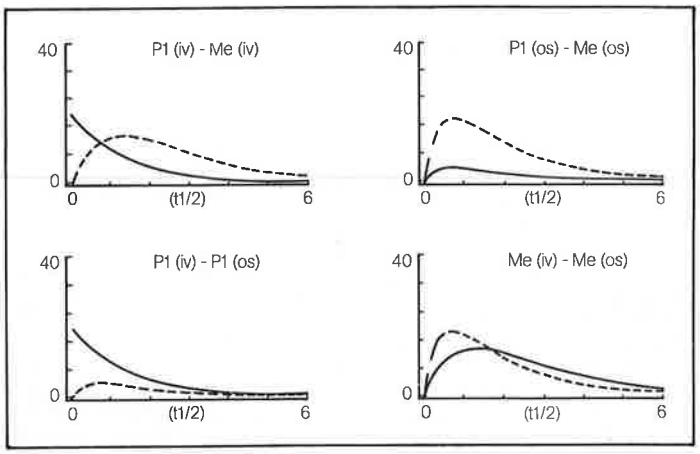
## Bibliographie


(1) Il y avait essentiellement à la fin du XVIIIe siècle, deux chaires de chimie au Jardin du Roy (le futur Muséum), créées respectivement en 1635 et 1695 et une au Collège Royal de France (futur Collège de France) créée en 1772 et inaugurée en 1774 par Jean Darcet. Réf. R. Taton, éditeur, *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIIIe siècle*, Paris 1964.
(2) Sur la vie et l'œuvre de Gay-Lussac nous citerons :
J.B. Biot, Notice sur Gay-Lussac..., *Journal des Savants*, décembre 1850
E. Blanc et L. Delhoulme, *La vie émouvante et noble de Gay-Lussac*, Paris 1950
M. Daumas, Gay-Lussac, 1778-1850, *Revue d'Histoire des Sciences*, 3, 1950, p. 337-342.
J. Lecomte, Quelques documents inédits sur Gay-Lussac, *Actes du 87e Congrès National des Sociétés Savantes*, Limoges, 1962.
M. Corsland, «Gay-Lussac», *Dictionary of scientific Biography*, New York, 1970, t. V, p. 317-327
F. Arago, Notice biographique sur Gay-Lussac, *Oeuvres*, 1, 1854, p.7
M. Sadoun-Goupil, «Joseph-Louis Gay-Lussac, 1778-1850. Sa formation scientifique et ses premiers travaux», *Actes du 93e Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences*, Limoges, juillet 1974.
(3) Sur l'enseignement de la chimie à l'Ecole Polytechnique pour l'époque considérée, on pourra consulter :
M. Sadoun-Goupil, «L'organisation de l'enseignement de la chimie à la création de l'Ecole Polytechnique», *Actes du XIIIe Congrès International d'Histoire des Sciences, Moscou 1971*, t. VII, p. 24-33
«L'enseignement des sciences expérimentales à l'Ecole Polytechnique sous la Révolution et l'Empire», *Actes du 100e Congrès National des Sociétés Savantes, Paris 1975*, fasc. 3, p. 113-128
ainsi que l'article cité plus haut concernant la formation de Gay-Lussac.
(4) M. Sadoun-Goupil, *Le chimiste Claude-Louis Berthollet, 1748-1822, sa vie, son œuvre*, Paris, Vrin 1977
(5) F. Arago, op. cit., p. 7
(6) Sur la Société d'Arcueil voir :
M. Daumas, *Les savants d'Arcueil et la science française au XIXe siècle*, conférences du Palais de la Découverte, série D, n° 30, 1954
M. Crosland, *The Society of Arcueil, a view of french science at the time of Napoléon 1er*, London, 1967
(7) A. Robert, E. Bourloton, G. Cougny *Dictionnaire des Parlementaires Français..* Paris, 1891, t. 3, p. 144
(8) J.L. Gay-Lussac et L. J. Thénard, *Recherches physico-chimiques faites sur la pile... sur la préparation du sodium et du potassium... sur les acides fluorhydrique, muriatique et muriatique oxygéné ; sur l'action chimique de la lumière...*, Paris, 1811.
(9) Jusqu'à la réorganisation de 1816, Berthollet faisait partie du comité de rédaction ; en 1816, la revue prit le nom d'*Annales de Chimie et de Physique* et fut dirigée par Gay-Lussac et Arago.
(10) «Sur la dilatation des gaz», *Annales de Chimie*, 43, 1802, p. 137-175
(11) «Mémoire sur la combinaison des substances gazeuses les unes avec les autres», *Recueils de Mémoires de Physique et de Chimie de la Société d'Arcueil*, t. II, 1809, p. 207-234 ; repris dans : *Molécules, Atomes et Notations chimiques*, collection, Les Classiques de la Science, Paris, 1913
(12) J. Dalton, *A new system of chemical philosophy*, Manchester, vol 1 (part. I) 1808, part. II, 1810, vol II, 1827
(13) Th. Thomson, *Système de chimie, traduit... sur la dernière édition de 1807* par M.J. Riffault, précédé d'une introduction de M. Cl. L. Berthollet, Paris, 1809 (9 vol.)
(14) M. Sadoun-Goupil, «Esquisse de l'œuvre d'Ampère en chimie», *Revue d'Histoire des Sciences*, 30, n° 2, 1977, p. 125-141
(15) Ref. note (8)
(16) «Mémoire sur l'iode», *Annales de Chimie*, 91, 1814, p. 5-160
(17) «Recherches sur l'acide prussique» *Annales de Chimie*, 95, 1815, p. 136-231
(18) Lettre citée par J. Lecomte, op. cit., note (2), p. 161
(19) M. Daumas, op. cit., note (2), p. 238 et 239.

# L'analyse précise et immédiate de vos résultats.




Simulation du comportement d'une drogue administrée en 2 séquences de 4 doses successives avec 2 taux d'élimination différents.




Simulation du comportement d'un médicament de l'un de ses métabolites après absorption par voie intraveineuse et orale.

Représentation graphique de la dilution des colorants en industrie chimique utilisant l'ordinateur de table graphique 4051.

## Grâce à l'informatique graphique.

Lorsque l'on a des listes interminables de chiffres et de données, il est inévitable qu'il se produise une perte de temps considérable et surtout un risque évident d'erreurs.

L'informatique graphique dont Tektronix possède la parfaite maîtrise se substitue aux manipulations par une visualisation précise et immédiate.

Vous pouvez établir et intégrer une échelle des données, corriger les graphiques, effectuer des opérations mathématiques, tout ceci le plus simplement du monde.

Le graphique est aussi indispensable au traitement de synthèse que l'instrumentation analytique l'est à l'acquisition de données.

L'informatique graphique, comme vous pouvez le voir sur les schémas représentés s'applique parfaitement à la pharmacologie. Mais la pharmacologie n'est qu'un domaine de la chimie. Notre informatique graphique s'applique à TOUTE la chimie.

Si vous n'êtes pas encore utilisateur de graphique, consultez-nous, vous le deviendrez.

Synergie, K.E.

Coupon réponse à retourner à TEKTRONIX **AC**
Service Promotion des Ventes - B.P. 13 - 91401 ORSAY -
Tél. : 907.78.27

Mr : _____
Société : _____
Fonction : _____
Adresse : _____
_____ Tél. : _____

désire recevoir sans engagement de ma part :
☐ une documentation sur le 4051
☐ la visite d'un ingénieur commercial
☐ des notes d'applications

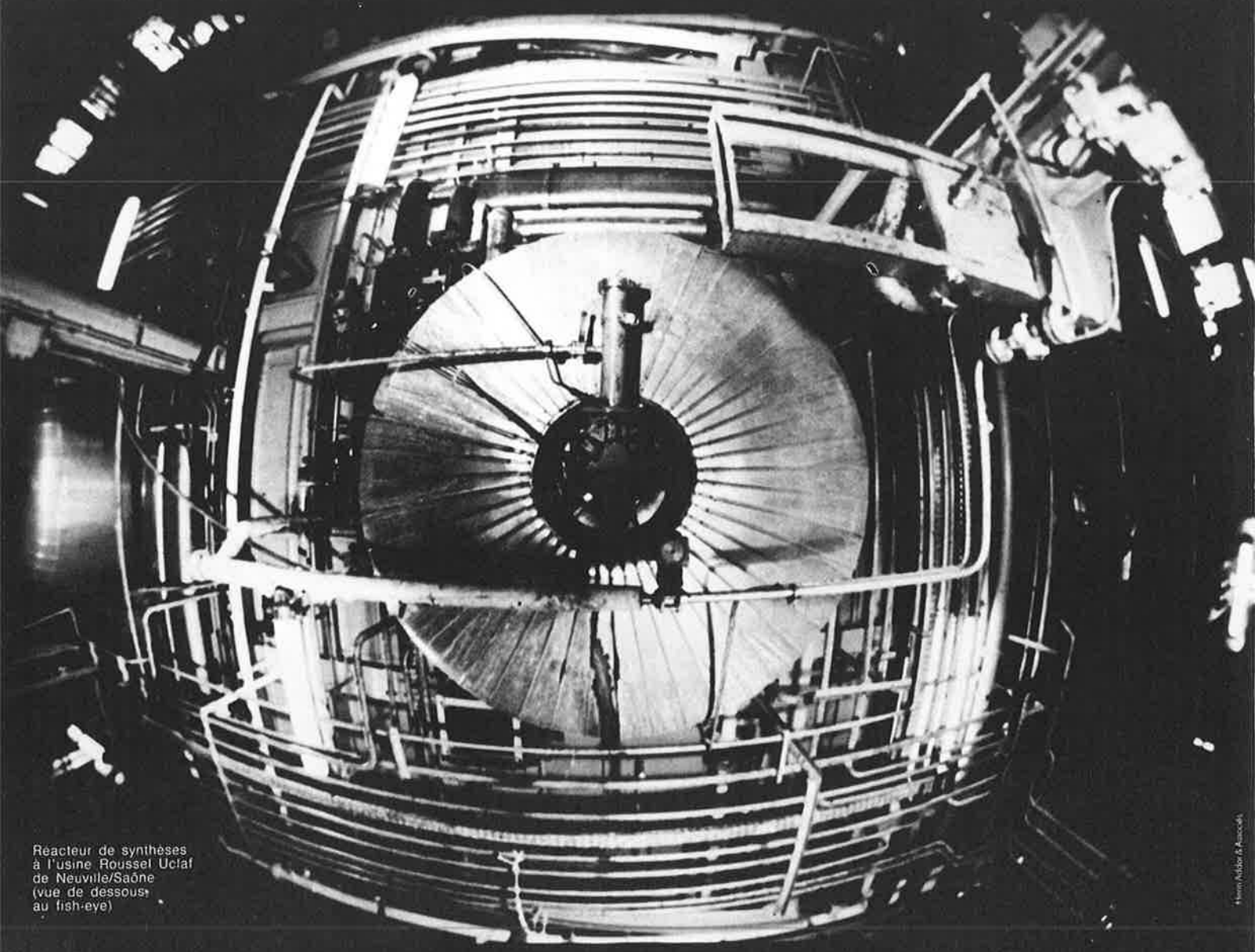
**Tektronix®**
L'INFORMATIQUE GRAPHIQUE

**la division uclaf : des usines - laboratoires** La Division Uclaf transpose à l'échelle industrielle des processus de laboratoires. Dans ses usines dotées d'une technologie de pointe et d'un matériel spécifique de grande capacité, la Division Uclaf réalise des opérations industrielles complexes. Sa maîtrise des synthèses longues multistades lui a permis de devenir l'un des grands fabricants de molécules organiques hautement élaborées, notamment : ● corticostéroïdes ; ● norstéroïdes anticonceptionnels, par synthèse totale ; ● antalgiques, psychotropes, alcaloïdes de synthèse, etc. Les produits de la Division Uclaf sont destinés non seulement à la satisfaction des besoins des Filiales du Groupe, mais aussi à l'approvisionnement de l'industrie pharmaceutique mondiale.

**GROUPE ROUSSEL UCLAF**

35 boulevard des Invalides 75007 Paris

nous protégeons la vie, la santé, la nature



Réacteur de synthèses à l'usine Roussel Uclaf de Neuville/Saône (vue de dessous au fish-eye)

# Astrochimie

**par Jacqueline Barassin, André Barassin* et Roger Thomas****
*(Laboratoire de chimionisation, U.E.R. Sciences, Université d'Orléans, 45045 Orléans ; *Laboratoire de chimionisation et Centre de Chimie de la Combustion et des Hautes Températures, C.N.R.S., 45045 Orléans et **Centre de Recherches en Physique de l'Environnement Terrestre et Planétaire, C.N.E.T. et C.N.R.S., 45045 Orléans).*

**J. Barassin**

Étant donné la densité très faible du milieu qui sépare les étoiles, de l'ordre de quelques espèces par $cm^3$, la probabilité de collision conduisant à la formation de molécules pouvant contenir plus de deux atomes est faible. Aussi la découverte, à partir de 1969, de molécules complexes dans le milieu interstellaire, suscita un profond bouleversement des idées que l'on avait sur ce milieu.

Les molécules interstellaires comportent des espèces qui sont extrêmement réactives dans les conditions habituelles du

**R. Thomas**

laboratoire terrestre telles que des radicaux libres et des ions moléculaires. Les conditions du milieu sont évidemment très différentes de celles auxquelles le chimiste est habitué. L'espace interstellaire est caractérisé par de grands écarts par rapport à l'équilibre thermodynamique et dans de nombreuses régions par un flux important de rayonnement ultraviolet ce qui implique un temps de vie des molécules très court, (une centaine d'années), dans l'échelle astronomique.

Après un aperçu sommaire sur le milieu interstellaire et ses techniques d'observation, nous exposons brièvement les différents mécanismes pouvant intervenir dans la formation des molécules interstellaires. Une bibliographie complète n'est pas le but recherché, les mises au point récentes (1976) de Dalgarno et

**A. Barassin**

Black (1), de Herbst et Klemperer (2) et de Watson (3), permettent de faire la synthèse des travaux publiés.

## I. Le milieu interstellaire.

La Galaxie est un ensemble d'environ 100 milliards d'étoiles, principalement concentrées dans un disque aplati de 30 Kpc de diamètre et de 400 pc d'épaisseur moyenne [1 parsec (pc) = 3,08 $10^{13}$ Km]. Certaines sont réparties au hasard dans ce disque, d'autres sont distribuées suivant des bras qui s'enroulent en spirale autour du centre ; ces dernières sont noyées dans des gaz qui contiennent des atomes, des molécules et de fines particules solides, la concentration moyenne est de 1 atome $cm^{-3}$.

Depuis 40 ans, l'étude de la matière interstellaire a fait l'objet de recherches très nombreuses. Dans la plupart

des cas, les objets étudiés appartiennent à la Voie lactée ; cependant des examens de galaxies voisines ont mis en évidence une structure du même type.

La matière interstellaire représente 10 % de la masse des étoiles, elle est distribuée de façon irrégulière avec des gaz et des grains de poussière concentrés dans des régions relativement froides (~100 K) et denses (d> 10 atomes.cm$^{-3}$) ou nuages, entourées par des gaz chauds ($10^4$ K et peut-être plus) et moins denses (0,1 cm$^{-3}$). Les nuages peuvent être reliés entre eux par des ponts ténus, ils sont composés en majorité d'hydrogène et occupent 5 à 10 % du volume de notre galaxie, leur taille varie de 0,1 à 50 années lumière et leur densité est comprise entre 10 et $10^7$ atomes ou molécules.cm$^{-3}$.

Les particules solides (grains d'environ 0,1 μ) associées aux gaz ont été détectées par leur effet sur la lumière qui les traverse, en provenance des étoiles lointaines : absorption, rougissement, polarisation. Les grains représentent environ 1 % de la masse des nuages.

La galaxie est traversée par des particules de haute énergie ou rayons cosmiques constituées en majeure partie par des protons.

## II. Techniques d'observation du milieu interstellaire.

On peut classer les techniques utilisées pour étudier le milieu interstellaire selon le domaine de longueur d'onde mis en jeu. On trouve d'une part les techniques optiques, d'autre part la radioastronomie.

a) L'observation optique des astres était la seule technique utilisée jusqu'en 1951. Elle permet aussi bien l'étude des étoiles que celle du milieu interstellaire. L'enregistrement du spectre émis par une étoile permet l'identification de raies d'absorption dues au milieu interstellaire, superposées au spectre de l'étoile.

L'atmosphère terrestre absorbe les longueurs d'onde inférieures à 3 000 Å et supérieures à 20 000 Å. Les atomes interstellaires sont normalement dans leur état fondamental et la plupart ne peuvent pas absorber les photons peu énergétiques (de $\lambda > 3\,000$ Å). Les observations au sol des raies d'absorption interstellaires ont de ce fait été limitées. De tels résultats ont donné des informations fondamentales sur la vitesse des nuages interstellaires mais ont été moins utiles pour étudier la composition et l'état physique des gaz. Les enregistrements en ultraviolet sont effectués en utilisant des ballons, des fusées, des satellites artificiels ou des sondes spatiales transportant des instruments de mesure. Le satellite «Copernicus» mis sur orbite en 1972 et équipé d'un spectromètre pouvant explorer l'UV de 950 à 1 500 Å avec une résolution spectrale de 0,05 Å, a fourni de nombreux renseignements concernant la composition et les propriétés physiques de certaines régions ionisées voisines d'étoiles chaudes ainsi que de régions de faible densité [voir Spitzer et Jenkins (4)].

Les régions de la galaxie étudiables par les procédés optiques sont restreintes. La présence d'une étoile brillante est nécessaire, le rayonnement stellaire doit traverser une grande épaisseur de gaz (étoile lointaine) et l'absorption par les grains ne doit pas être trop grande (ce qui exclut l'étude des nuages de densité supérieure à $10^3$ atomes.cm$^{-3}$). C'est une technique mal adaptée à l'étude des molécules interstellaires.

b) La radioastronomie s'applique à l'étude du gaz interstellaire, elle permet l'observation à des distances considérables (étude de radio sources extragalactiques). Cette technique est prédominante en astrophysique moléculaire [Boischot (5)].

Le domaine de longueur d'onde utilisé en radioastronomie est compris entre 1 mm et 15 m. Du côté des courtes longueurs d'ondes, les ondes radio sont absorbées par l'oxygène et la vapeur d'eau de la basse atmosphère, des fenêtres plus transparentes existent autour de 8,5 mm, 4 mm et 2,1 mm. Vers les grandes longueurs d'ondes, les observations au sol sont limitées par la présence de l'ionosphère qui réfléchit vers l'extérieur les ondes d'origine extra terrestres.

L'amortissement des ondes radio est faible et tout l'espace galactique est étudiable, cependant la densité du gaz doit être suffisante pour que les transitions moléculaires soient excitées par collision, c'est donc une technique d'étude des nuages denses.

Les espèces non polaires ($CH_4$, $N_2$, $CO_2$...) ne sont pas directement observables en radioastronomie ; de plus la connaissance de certaines caractéristiques spectroscopiques (niveaux de rotation...) est nécessaire à l'identification des espèces. Pour les espèces instables, non observables en laboratoire, ces caractéristiques doivent être calculées au préalable.

Les progrès de la radioastronomie sont liés au perfectionnement des instruments : radiotélescopes, récepteurs et capacité des calculateurs pour le traitement automatique des données. [Blum (6), Ryle (7)].

## III. Découverte des molécules interstellaires.

La découverte de molécules interstellaires a débuté avant 1940 par l'identification de raies d'absorption dues au radical CH (en 1937) puis à CN et $CH^+$ (1939, 1940) dans les spectres optiques et UV d'étoiles.

En 1963, la première molécule non carbonée, OH, était détectée dans le milieu interstellaire par son émission radio sur 18 cm mais le véritable essor date de 1968 avec la construction de récepteur sur onde de l'ordre du cm et avec l'examen des nuages moléculaires denses de la Nébuleuse d'Orion, et du Sagittaire. La raie de l'ammoniac $NH_3$ à 1,2562 cm a été observée dans la direction du centre galactique et dans plusieurs régions H II. On a également détecté les raies de l'eau sur 1,35 cm (1969) et du formaldéhyde sur 6,2 cm (1969). L'intensité et la finesse de ces raies peuvent être considérables ce qui conduit à invoquer dans certains cas (comme pour OH) un effet maser.

Le perfectionnement des récepteurs sur ondes millimétriques, est à l'origine des nombreuses découvertes des années 70 et 71 [voir la mise au point de Rank, Townes et Welch (8)]. En 1972, la spectroscopie UV a apporté un nouvel outil puissant pour l'étude du gaz interstellaire (Copernicus).

Jusqu'en 1976, les astronomes avaient principalement utilisé la gamme microonde du spectre radio pour leurs recherches et étaient limités aux composés ayant des raies de résonance dans cette gamme. A présent les chercheurs ont ajouté la possibilité d'exploiter systématiquement la région IR du spectre [voir par exemple Ridgway et al. (9)].

En France, un programme d'étude spatial en infra rouge à l'aide d'un télescope embarqué sur Caravelle, est en cours de réalisation, les problèmes de l'astronomie aéroportée sont résolus ; lors de vols effectués au printemps 76 des nuages interstellaires ont été cartographiés ; pendant la même période, la NASA a développé sur le même principe un instrument très performant à bord d'un quadriréacteur C141. Sur cet observatoire plusieurs équipes françaises ont pu implanter des instruments focaux.

Le nombre et la complexité des molécules identifiées dans le milieu interstellaire jusqu'à nos jours (Tableau 1) montrent qu'il y a une évolution chimique dans les nuages interstellaires comme sur tous les corps de l'Univers (ce qui n'implique pas nécessairement qu'il y ait une évolution biologique).

**Année de découverte des molécules interstellaires**

- 2 atomes
CH méthylidyne : 1937.
$CH^+$ ion méthylidyne : 1937.
CN cyanogène : 1939.
OH hydroxyle : 1963.
$H_2$ hydrogène : 1970.
CO monoxyde de carbone : 1971.
CS monosulfure de carbone : 1971.
SiO monoxyde de silicium : 1971.
SO monoxyde de soufre : 1973.
SiS monosulfure de silicium : 1975.
NS monosulfure d'azote : 1975.

- 3 atomes
$H_2O$ eau : 1969.
HCN cyanure d'hydrogène : 1970.
$HCO^+$ ion formyle : 1970.
OCS sulfure de carbonyle : 1971.
HNC isocyanure d'hydrogène : 1971.
$H_2S$ sulfure d'hydrogène : 1972.
$N_2H^+$ azote protoné : 1974.
$C_2H$ éthynyle : 1974.
HCO formyle : 1975.
$SO_2$ dioxyde de soufre : 1975.
HNO nitroxyle : 1977.

- 4 atomes
$NH_3$ ammoniac : 1968.
$H_2CO$ formaldéhyde : 1969.
$H_2CS$ thioformaldéhyde : 1971.
HNCO acide isocyanique : 1971.
$C_2H_2$ acétylène : 1976.
$C_3N$ cyano-éthynyle : 1977 (*)

- 5 atomes
HCOOH acide formique : 1970.
$HC_3N$ cyanure d'éthynyle : 1970.
$CH_2NH$ méthanimine : 1972.
$NH_2CN$ cyanamide : 1975.
$CH_2CO$ cétène : 1977.

- 6 atomes
$CH_3OH$ méthanol : 1970.
$CH_3CN$ cyanure de méthyle : 1971.
$HCONH_2$ formamide : 1971.

- 7 atomes
$CH_3C_2H$ méthylacétylène : 1971.
$CH_3CHO$ acétaldéhyde : 1971.
$CH_3NH_2$ méthylamine : 1973.
$CH_2CHCN$ cyanure de vinyle : 1975.
$C_4HCN$ cyanure de diacétylène : 1976.

- 8 atomes
$CH_3CO_2H$ acide acétique : 1975.

- 9 atomes
$CH_3OCH_3$ diméthyléther : 1974.
$C_2H_5OH$ éthanol : 1975.

*(*) L'identification demande à être confirmée.*

## IV. Les régions interstellaires.

L'étude physicochimique du milieu interstellaire peut être abordée en subdivisant l'espace interstellaire en plusieurs régions correspondant d'une part aux divers états de l'hydrogène qui est le constituant majoritaire (ionisé ou neutre, atomique ou moléculaire), d'autre part à la densité des nuages. Cette subdivision a évidemment une part d'arbitraire puisqu'en fait il y a une continuité dans l'évolution des propriétés avec, en particulier, la densité des nuages, donc avec la pénétration des radiations optiques et ultraviolettes en provenance des étoiles.
Pour des raisons de commodité, on distingue :

1. Les régions H II où l'hydrogène est sous forme ionisée. Les atomes d'hydrogène répartis autour des étoiles chaudes, de température supérieure à 10 000 K, sont ionisés par les radiations UV de courte longueur d'onde ($\lambda < 0{,}912$ Å). Le degré d'ionisation varie avec la distance à l'étoile, il présente une quasi discontinuité à une certaine distance critique $r_0$, qui dépend de la température et du rayon de l'étoile ainsi que de la densité du gaz ($r_0 \sim 10$ pc) ; au-delà de cette distance critique l'ionisation est pratiquement nulle. Il y a donc autour des étoiles, surtout autour des étoiles jeunes, des régions bien délimitées ou sphères de Stromgren, dans lesquelles l'hydrogène est complètement ionisé (région H II) tandis qu'il reste à l'état neutre dans les régions extérieures.
Dans les régions H II, qui représentent environ 10 % de l'espace interstellaire, la température très élevée ($10^4$K et plus) et le rayonnement UV puissant ne laissent subsister que des espèces atomiques ionisées. Le nombre des électrons libres est pratiquement égal à celui des atomes. Une mise au point des propriétés de ces régions a été faite par Osterbrock (10).

2. Les régions H I ou nuages diffus où l'hydrogène est principalement sous forme atomique neutre et où la densité est inférieure à $10^3$ atomes $cm^{-3}$.

3. Les régions $H_2$ ou nuages denses où l'hydrogène moléculaire prédomine. La densité est de $10^3$ à $10^6$ atomes ou molécules $cm^{-3}$. Les nuages denses comprennent :
a) les nuages peu denses ou obscurs : $10^3$ - $10^4$ $cm^{-3}$,
b) les nuages moléculaires : $10^4$ - $10^6$ $cm^{-3}$.

## V. Processus chimiques de formation des molécules interstellaires.

Plusieurs hypothèses concernant l'origine des molécules interstellaires ont été avancées. McNally (11) a suggéré que les molécules sont formées dans l'atmosphère d'étoiles froides et évoluées et sont expulsées par des vents stellaires ; Herbig (12) et Anders (13) ont envisagé leur formation dans les régions denses de nébuleuses solaires.

Une autre possibilité est la production chimique des molécules dans les nuages même [Dalgarno et Black (1), Herbst et Klemperer (2), Watson (3)]. Des modèles sont utilisés pour expliquer la synthèse des molécules interstellaires aux températures et densités présentes dans les nuages ; ces modèles reposent sur deux processus compétitifs :
- un processus hétérogène : chimie de surface sur les grains de poussière,
- un processus homogène : réactions chimiques en phase gazeuse.

### 1. Processus catalytique.

a) Les grains

La synthèse des connaissances sur les grains de poussière interstellaire a été faite par Wesson (14). La composition des grains est encore incertaine, plusieurs théories ont été proposées mais aucune n'explique entièrement l'absorption et la polarisation de la lumière stellaire tout en étant compatible avec les conditions physiques du milieu. Les grains sont-ils des sphères de fer (magnétite), de carbone graphite, d'eau, de méthane ou d'ammoniac solidifiés, de graphite recouvert de glaces, de diamant, de silicates, d'oxydes, de carbure de silicium ou une combinaison de tous ces éléments ? La question reste posée.

Le rayon des grains est de l'ordre de $10^{-6}$ - $10^{-5}$ cm, certains transportent des charges négatives dues à la capture d'électrons dans les plasmas environnants (1-10 électrons dans les régions HI, 100 - 500 e dans les régions H II), quelques-uns, situés au voisinage d'étoiles brillantes, sont porteurs de charges positives. L'estimation de la température moyenne des grains varie selon la composition et la dimension qu'on leur attribue : les grains métalliques auraient une température de 30 à 120 K tandis que les autres matériaux seraient plus froids : 30 K pour des grains de graphite de $10^{-5}$ cm, 15 K pour des grains de glace de 0,2 μ. La température a tendance à diminuer lorsque la taille augmente pour des grains de taille standard (rayon= 100-500 Å) la température moyenne est de 10 à 20 K.

Des fluctuations de la température des grains peuvent être consécutives au passage de rayons cosmiques, à l'absorption de photons optiques et éventuellement à la recombinaison en surface d'espèces radicalaires.

b) Réactions de formation des molécules à la surface des grains.

Les conditions de formation des molécules par *adsorption physique* à la surface des grains, et d'éjection, dans les nuages diffus ont été étudiées par Watson et Salpeter (15) et revues, par Watson (3).

D'après ces auteurs, les particules incidentes perdent leur énergie à la surface des grains, les liaisons formées, de type Van der Waals, sont très faibles et la couche adsorbée est monomoléculaire. Hollenbach et Salpeter (16) ont calculé la probabilité d'adsorption d'une molécule en fonction de son énergie incidente et de la température, pour une distribution Maxwellienne, cette probabilité serait voisine de 1/3 pour l'adsorption d'atomes H sur des grains de glace à 78 K. L'efficacité de formation de $H_2$ est élevée, il est fort probable que de nombreuses autres molécules, comme OH, CH, NH, $CH_4$, $H_2O$, soient formées de la même façon, mais ces molécules peuvent être liées aux grains plus fortement que $H_2$ et la question qui se pose est celle de leur désorption.

Plusieurs possibilités *d'éjection* des molécules formées sont envisageables ; la plus probable selon Watson est la photo éjection par les radiations ultraviolettes. L'évaporation thermique serait possible dans le cas d'adsorption faible (énergie de liaison $< 0{,}1$ eV) sur des grains petits ($r < 100$ Å) où les fluctuations de température pourraient jouer un rôle [Purcell, (17)].

Allen et Robinson (18) ont proposé un modèle chimique de formation des molécules à la surface des grains froids dans les nuages denses, dans lesquels la désorption des molécules résulterait de l'échauffement des grains par l'énergie libérée au cours de la formation des liaisons moléculaires. Ce modèle inclut 598 réactions radicalaires fortement exothermiques où les grains jouent le rôle de troisième corps.

Des mécanismes de *chimisorption* du type synthèse de Fischer Tropsch [Anders et al. (19)] ou catalyse acido basique [ Duley, McCullough (20)] pourraient être envisagés sur des grains de température suffisamment élevée.

## 2. Formation des molécules par des réactions homogènes en phase gazeuse.

Les réactions en phase gazeuse, qui sont invoquées dans l'élaboration des modèles sont des réactions bimoléculaires qui évoluent spontanément. Les faibles densités des nuages limitent les réactions aux collisions binaires entre espèces à l'état électronique et vibrationnel fondamental. Les basses températures impliquent que les réactions soient exothermiques et ne possèdent pas d'énergie d'activation. L'ensemble de ces considérations exclut la plupart des réactions entre espèces neutres à l'exception de celles faisant intervenir des atomes ou radicaux très réactifs et laisse une large part aux réactions ion-molécule.

Le calcul des concentrations moléculaires fait appel d'une part aux concentrations des éléments [leur abondance dans les nuages est voisine de l'abondance cosmique (Tableau 2)], d'autre part aux constantes de vitesse des réactions.

**Tableau 2. Abondances comparées des éléments dans le système solaire et dans la Nébuleuse d'Orion (représentative du milieu interstellaire). Les valeurs sont normalisées. [D'après V. Trimble (21)].**

| Élément | log N | |
|---|---|---|
| | Système solaire | Nébuleuse d'Orion |
| H | 12,00 | 12,00 |
| He | 10,9 | 11,04 |
| C | 8,6 | 8,37 |
| N | 8,0 | 7,63 |
| O | 8,8 | 8,79 |
| F | 4,6 | – |
| Ne | 7,6 | 7,86 |
| Na | 6,3 | – |
| S | 7,2 | 7,47 |
| Cl | 5,5 | 4,94 |
| Ar | 6,0 | 5,95 |
| K | 5,5 | – |
| Ca | 6,4 | – |

Les constantes de vitesse sont, soit déterminées expérimentalement en laboratoire, ce qui pose le problème de la validité des valeurs extrapolées aux conditions du milieu interstellaire, soit évaluées ou calculées théoriquement, ce qui, en général, a pour effet d'attribuer une valeur commune à un ensemble de réactions de même type.

• Ordre de grandeur des constantes de vitesse.

a) Réactions ion + neutre :
$A^+ + B \rightarrow C^+ + D$.
Un certain nombre de réactions de ce type a été étudié en laboratoire. En l'absence de données expérimentales les constantes de vitesse sont prévues par la relation de Langevin [Giomousis, Stevenson, (22)] :

$$k = 2\pi e(\alpha/\mu)^{1/2} \simeq 2.10^{-9}\ cm^3\ s^{-1}$$

où e est la charge de l'électron, $\alpha$ la polarisabilité du neutre réagissant et $\mu$ la masse réduite des espèces qui entrent en collision.
Pour les réactions de simple transfert de charge : $A^+ + B \longrightarrow A + B^+$ Herbst et Klemperer (23) supposent que la fréquence de collision est 2 fois plus faible que pour les réactions où une certaine masse est transférée, la constante de transfert de charge serait alors 1/2 $k_{Langevin}$ soit $10^{-9}\ cm^3.s^{-1}$.

b) Réactions neutre + neutre entre atomes et radicaux :
L'évaluation des constantes de vitesse à partir du potentiel d'interaction en $r^{-6}$, dû aux forces de Van der Waals, conduit à la valeur moyenne de $4.10^{-11}\ cm^3.s^{-1}$ qui est retenue en l'absence de mesures en laboratoire.

c) Associations radiatives :
$A + B \rightarrow C + h\nu$
Mises à part les réactions à la surface des grains, les chocs triples sont inexistants dans le milieu gazeux interstellaire. En l'absence de troisième corps pour absorber l'énergie, on peut envisager une émission radiative au cours de la collision.
La vitesse d'association radiative de 2 atomes est d'après Bates (24) égale au produit de la vitesse de collision des atomes par la probabilité d'émission d'un photon au cours de la collision. Cette probabilité est déterminée par les propriétés des états moléculaires. Une combinaison radiative implique l'existence d'au moins une transition électriquement permise entre 2 états moléculaires (conservation du spin), de plus l'état moléculaire le plus haut doit être attractif à courte distance. Ces 2 conditions étant réunies, la probabilité est de l'ordre de $10^{-8}$, il en résulte que pour une réaction entre un ion atomique et un atome $k \simeq 10^{-8} k_{Langevin} \simeq 10^{-17}\ cm^3.s^{-1}$ [Watson (3)].
Pour les espèces polyatomiques, le calcul des constantes de vitesse des réactions d'association radiative est complexe. Une méthode d'estimation est proposée par Herbst (25). Les vitesses de formation d'espèces polyatomiques pourraient être plus grandes que celles des espèces diatomiques et de telles réactions interviendraient dans la synthèse d'espèces comprenant un grand nombre d'atomes.

d) Réactions entre un ion et un électron :

$$A^+ + e \begin{cases} \nearrow A \\ \searrow B + C + \ldots \end{cases}$$

Les réactions de recombinaison dissociatives interviennent dans tous les mécanismes. Dans la plupart des cas, les constantes de vitesse ne sont pas mesurées et il est nécessaire de les estimer qualitativement. Les quelques valeurs connues sont, aux basses températures, comprises entre $10^{-6}$ et $10^{-7}\ cm^3\ s^{-1}$. La valeur $10^{-7}\ cm^3.s^{-1}$ est en général retenue dans les modèles.
La vitesse de recombinaison radiative des ions avec les électrons $A^+ + e \rightarrow A + h\nu$, est de plusieurs ordres de grandeur (3 à 4) inférieure à la vitesse de recombinaison dissociative et n'intervient que dans quelques cas.

e) Photo dissociation :
$A + h\nu \rightarrow B + C$
Une photo dissociation et éventuellement une photo ionisation ($A + h\nu \rightarrow A^+ + e$) interviennent dans les régions peu denses pénétrées par les radiations ultraviolettes en provenance des étoiles. L'hydrogène atomique abondant, absorbe les radiations d'énergie supérieure à

13,6 eV ( $\lambda < 912$ Å) et la dissociation des molécules par les radiations d'énergie inférieure à 13,6 eV doit être évaluée. Les sections efficaces pour la dissociation des molécules diatomiques (pratiquement seules présentes dans les régions de faible densité) sont calculées par des méthodes spectroscopiques (elles sont habituellement de l'ordre de $10^{-17}$ cm$^2$), peu de comparaisons peuvent être faites avec l'expérience.

• Réactions chimiques dans les nuages diffus.

Les nuages diffus, de faible densité (10-10$^3$ atomes ou molécule.cm$^{-3}$) laissent pénétrer les radiations optiques et ultra violettes émises par les étoiles, le champs de radiation est suffisamment intense pour photodissocier les molécules et photoioniser les atomes.

L'hydrogène moléculaire est photodissocié par le rayonnement de longueur d'onde 912-1000 Å avec une constante de vitesse $5.10^{-11}s^{-1}$. La proportion $H_2/H$ varie d'un nuage à l'autre, elle résulte d'un équilibre entre la dissociation des molécules et la recombinaison des atomes H à la surface des grains de poussière. Dans un nuage de densité $10^3$ cm$^{-3}$, les abondances de H et $H_2$ sont comparables. Les autres molécules observées sont pour la plupart diatomique : CO, CH, CH$^+$, CN, OH, NH. Leur abondance est mesurée à partir de l'absorption observée sur le spectre d'une étoile brillante. La composition du nuage zeta d'Ophiucus (Tableau 3) est souvent prise comme base de comparaison dans l'examen des modèles.

**Tableau 3. Propriétés des nuages diffus observés dans la direction de l'étoile Zeta d'Ophiucus [Watson (3)].**

| | |
|---|---|
| Densité totale (cm$^{-3}$) | $\simeq 10^3$ |
| Densité électronique (cm$^{-3}$) | $\simeq$ 0,2 |
| Température (K) | $\simeq$ 50 |
| $H_2$ | 0,3 |
| H | 0,4 |
| HD | $1.10^{-7}$ |
| CO | (0,8-4)$10^6$ |
| CH$^+$ | $7.10^{-9}$ |
| CH | $3.10^{-8}$ |
| CN | $6.10^{-9}$ |
| OH | $3.10^{-8}$ |
| NH | $< 5.10^{-10}$ |

La densité des électrons provenant en particulier de l'ionisation d'éléments lourds comme C, Si, S, Mg, Fe, de potentiel d'ionisation inférieur à 13,6 V, influence non seulement les propriétés chimiques mais aussi les propriétés physiques des nuages (propriétés thermiques). La température des nuages diffus est de 20 à 100 K.

La formation des molécules diatomiques en phase gazeuse homogène a été discutée par Solomon et Klemperer (26). Dans ce modèle, l'hydrogène moléculaire n'intervient pas et les grains ont pour rôle d'atténuer la pénétration des radiations. Le processus primaire de formation des molécules est l'association radiative, en particulier la réaction : $C^+ + H \rightarrow CH^+ + h\nu$ ($k = 7.10^{-17}$ cm$^3$.s$^{-1}$), serait l'étape initiale dans la formation de CH$^+$, CH, CN, CO et $C_2^+$, la recombinaison radiative $C + H \rightarrow CH + h\nu$ intervenant avec une moindre importance.

Les ions CH$^+$ et radicaux CH réagissent ensuite sur les espèces atomiques abondantes H, O, C, N (réactions ion-molécule ou neutre-neutre). Des réactions d'échange de charge avec les atomes d'alcalin et d'alcalino-terreux (Na, K, Ca) sont incluses dans ce modèle ainsi que les réactions possibles de photodissociation et de recombinaison. Au total une trentaine de réaction permettent de calculer l'abondance stationnaire des électrons, atomes, ions et molécules diatomiques composées de H, C, N, O à l'exclusion de NO, $N_2$ et $O_2$, en fonction de la densité d'hydrogène atomique, de la température et de la profondeur optique et UV. Les résultats prévoient un mélange riche de molécules diatomiques dans toutes les régions H I de densité $|H| > 10$ atomes cm$^{-3}$ incluant CH, CH$^+$, $C_2$, $C_2^+$, CN et CO, le monoxyde de carbone étant largement prédominant ; ces résultats sont en assez bon accord avec les observations astronomiques.

Réactions chimiques dans les nuages denses.

Les nuages denses (10$^3$ - 10$^6$ atomes ou molécules.cm$^{-3}$) sont ceux dans lesquels la plupart des molécules du tableau 1 ont été observées. Les études sont essentiellement faites en radioastronomie, les deux sites d'observation les plus favorables sont les nuages de la Nébuleuse d'Orion et les nuages du Sagittaire près du centre galactique.
L'abondance des molécules relativement à l'abondance de $H_2$ est indiquée dans le tableau 4.
La température des nuages denses est basse : 10-50 K, elle peut atteindre 150K en certains points.
La pénétration des rayons U.V. en provenance des étoiles est faible, la photodissociation et la photoionisation ne sont pas à envisager. L'hydrogène est essentiellement sous forme moléculaire. En ce qui concerne les autres molécules, l'abondance et la complexité augmentent avec la densité des nuages.
L'existence d'espèces telles que HCO$^+$, $N_2H^+$, CCH, HNC, dont les durées de vie

**Tableau 4. Abondance relative des molécules dans des nuages denses.**

| | Nuages sombres | Sgr B2 |
|---|---|---|
| Densité totale (cm$^{-3}$) | $\simeq 10^4$ | $\simeq 10^6$ |
| $H_2$ | 1 | 1 |
| CO | $2.10^{-5}$ | $10^{-3}$ |
| OH | $10^{-7}$ | $10^{-6}$ |
| NO | $6.10^{-8}$ | $< 3.10^{-6}$ |
| $H_2CO$ | $3.10^{-10}$ | $2.10^{-7}$ |
| $NH_3$ | | $10^{-6}$ |

sont inférieures à celle des nuages, indique que ces régions ne sont pas en équilibre chimique. Il y a un flux d'énergie qui maintient le déséquilibre (rayons cosmiques) en stimulant certaines réactions.

Herbst et Klemperer (22) ont proposé un modèle spécifique pour la formation et la destruction des molécules polyatomiques composées de C, H, N, O (contenant jusqu'à 5 atomes) dans les nuages denses, basé exclusivement sur des réactions en phase gazeuse. (Une extension du modèle aux molécules plus grosses est annoncée).

Le processus d'initiation est l'ionisation par les rayons cosmiques d'énergie > 100 Mev, des espèces les plus abondantes $H_2$ et He, la constante de vitesse d'ionisation $= 10^{-17}$ - $10^{-18}$ ionisation.(atome ou molécule)$^{-1}$.s$^{-1}$:

$$H_2 + RC \rightarrow H_2^+ + e + RC' \ (0{,}95\ \%)$$
$$H_2 + RC \rightarrow H^+ + H + e + RC' \ (0{,}05\ \%)$$
$$He + RC \rightarrow He^+ + e + RC'$$

$H_2^+$ réagissant rapidement avec $H_2$ ($H_2^+ + H_2 \rightarrow H_3^+ + H$), les ions primaires sont H$^+$, $H_3^+$ et He$^+$. Par réaction avec les espèces neutres abondantes (CO, O, N, $O_2$, $N_2$) ils produisent des ions secondaires tels que C$^+$, N$^+$, O$^+$, $N_2^+$, $O_2^+$, HCO$^+$ et $HN_2^+$.

Tous les types de réactions précédemment décrits sont inclus dans ce modèle (au total une centaine de réactions), les réactions ion-neutre ont le rôle prépondérant : plus de 50 réactions de ce type participent au schéma.

Étant donnée la grande abondance de l'hydrogène moléculaire les systèmes :

$$A^+ + H_2 \rightarrow AH^+ + H$$
$$AH^+ + H_2 \rightarrow AH_2^+ + H$$

constituent la plus importante sous-classe de réactions ion-molécule.

Une 2ème série importante est constituée

par les réactions de formule générale : $H_3^+ + X \longrightarrow XH^+ + H_2$ où X représente les molécules neutres abondantes (CO, $N_2$, $H_2O$, $NH_3$...).
L'ion $C^+$ étant selon ce modèle l'ion secondaire le plus abondant, les réactions de destruction des molécules neutres par $C^+$ constituent une 3ème catégorie de réactions ion-neutre.

Les concentrations stationnaires calculées pour 35 espèces pour des nuages de densité variable prévoient en accord raisonnable avec l'expérience que les molécules neutres les plus abondantes sont $H_2O$, $NH_3$ et $H_2CO$ et que les ions prédominants sont $C^+$, $H^+$, $He^+$, $HCO^+$ et $H_3O^+$.

Le modèle de Herbst et Klemperer n'exclut pas les réactions à la surface des grains mais montre qu'il ne faudrait pas sous estimer la chimie en phase gazeuse.

Dalgarno et Black, dans une synthèse de leurs travaux antérieurs ont fait une discussion très générale des mécanismes réactionnels en phase gazeuse en groupant les réactions par famille : famille de l'hydrogène (H, $H_2$, $H^+$, D et HD), famille de l'oxygène (OH, $H_2O$, $O_2$), famille du carbone (CH, $CH^+$, $C_2$, $C_2H$), famille de l'azote (NH, $NH_3$, $N_2$) et espèces intermédiaires (CO, CN, HCN, $H_2CO$). La chimie interstellaire des éléments minoritaires, Si, S, Cl est abordée. L'abondance des composés moléculaires, identifiés ou non est calculée. Les conclusions générales rejoignent celles de Herbst et Klemperer et celles de Watson.

**En résumé,** deux théories ont été développées pour expliquer la formation et la destruction, *in situ,* des molécules dans les nuages interstellaires. Il est généralement admis que l'hydrogène moléculaire est formé à la surface des grains, la recombinaison radiative des atomes H faisant intervenir une transition interdite. En ce qui concerne les autres molécules, les réactions de surface peuvent être considérées comme complémentaires des réactions en phase gazeuse. L'ensemble des réactions doit être pris en compte, un modèle basé sur une chimie de surface ne peut pas ignorer les réactions homogènes rapides [on peut citer l'exemple de la molécule HD dont la vitesse de formation est trouvée $10^3$ fois plus grande que la vitesse de collision à la surface des grains], il ne serait pas non plus correct de négliger l'influence des grains ou de limiter leur rôle à la formation de $H_2$.

Les mécanismes proposés concernent d'une façon générale la formation (et la destruction) des molécules les plus simples, le principal problème qui se pose maintenant est celui de la formation des grosses molécules.

L'affinement des modèles nécessite une meilleure connaissance des constantes de vitesse des réactions invoquées. Les théories permettant le calcul de ces constantes sont insuffisantes ou inexistantes et conduisent parfois à des valeurs très erronnées , bien que les conditions physiques y soient très différentes de celles du milieu interstellaire il est indispensable de déterminer ces paramètres en laboratoire.

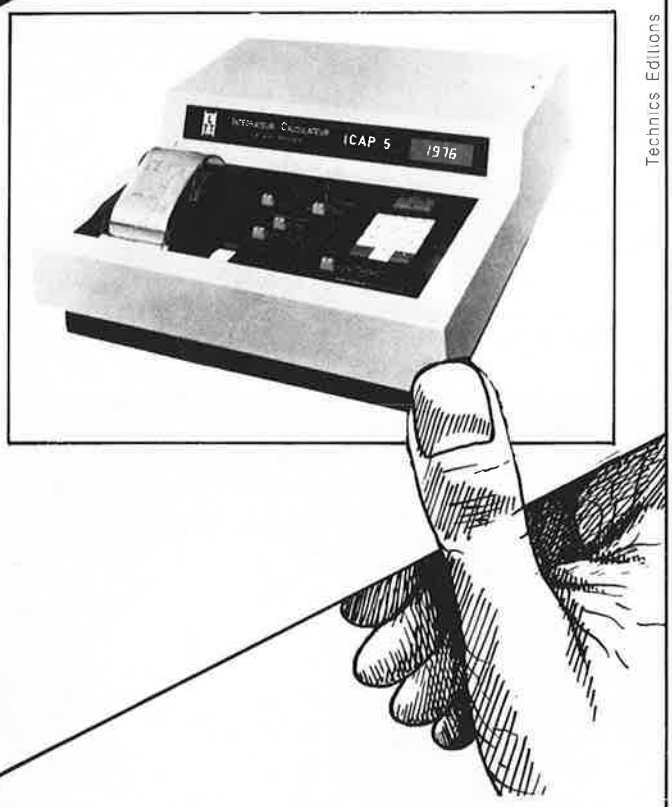
## Conclusion

La synthèse que nous venons d'esquisser suscite des remarques diverses. Entre autres, nous avons limité cet exposé aux aspects purement chimiques du comportement de la matière interstellaire, il est évident que les observations astronomiques de ce milieu sont riches en informations dans les domaines les plus variés et l'on trouve rassemblées autour d'une même étude des disciplines qui habituellement ont peu d'interférences. De plus, à notre époque où la spécialisation est très poussée, dans une même discipline de nombreuses branches sont impliquées. On est devant un véritable processus en chaînes où l'étape d'initiation est l'astronomie, les ramifications se faisant vers la physique et la chimie avec des branchements multiples (spectroscopie, dynamique, mécanique, etc... d'une part, photochimie, catalyse, cinétique, etc... de l'autre) et des réactions de propagation (vers la biochimie puis la biologie...). On est encore loin de la rupture de chaîne et des réactions de terminaison).

## Bibliographie


(1) A. Dalgarno et J.H. Black, *Rep. Prog. Phys.*, 1976, **39**, 573.
(2) E. Herbst et W. Klemperer, *Physics Today*, 1976, **32**.
(3) W.D. Watson, *Rev. Modern Phys.*, 1976, **48**, 513.
(4) L. Spitzer et E.B. Jenkins, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, 1975, **13**, 133.
(5) A. Boischot, «La Radioastronomie» Collection Que Sais-Je ?, P.U.F., 1971.
(6) E.J. Blum, «Les Radiotélescopes» Collection Que Sais-Je ?, P.U.F., 1972.
(7) M. Ryle, *Rev. Modern Phys.*, 1975, **47**, 557.
(8) D.M. Rank, C.H. Townes et W.J. Welch, *Science*, 1971, **174**, 1080.
(9) S.T. Ridgway, N.B.Hall, S.G.Kleinmann, D.A. Weinberger, et R.S. Wojslaw, *Nature*, 1976, **264**, 345.
(10) D.E. Osterbrock, «Astrophysics of Gaseous Nebulae» (Freeman, San Francisco), 1974.
(11) D. McNally, *Adv. Atom. Molec. Phys.*, 1972, **8**, 2.
(12) G. Herbig, *Mem. Soc. R. Soc. Liège*, 1970, **19**, 13.
(13) E. Anders «Molecules in the Galactic Environment» ed. Ma.Gordon et L.E. Snyder (N-Y-Wiley), 1973.
(14) P. Wesson, *Space Sci. Rev.*, 1974, **15**, 469.
(15) W.D. Watson et E.E. Salpeter, *Astrophys. J.*, 1972, **174**, 321.
(16) D. Hollenbach H. et E.E. Salpeter, *J. Chem. Phys.*, 1970, **53**, 79.
(17) E.M. Purcell, *Astrophys. J.*, 1976, **206**, 685.
(18) M. Allen et G.W. Robinson, *Astrophys. J.*, 1977, **212**, 396.
(19) E. Anders, R. Hayatsu et M.H. Studier, *Astrophys. J.*, 1974, **192**, L 101.
(20) W.W. Duley et J.D. McCullough, *Astrophys. J.*, 1977, **211**, L 145.
(21) V. Trimble, *Re. Modern. Phys.*, 1975, **47** (4), 877.
(22) G. Gioumousis et D.P. Stevenson, *J. Chem. Phys.*, 1958, **29**, 294.
(23) E. Herbst et W. Klemperer, *Astrophys. J.*, 1973, **185**, 505.
(24) D. Bates, *Mon. Nat. R. Astron. Soc.*, 1951, **111**, 303.
(25) E. Herbst, *Astrophys. J.*, 1976, **205**, 94.
(26) P.M. Solomon et W. Klemperer, *Astrophys. J.*, 1972, **178**, 389.

# INTEGRATEUR CALCULATEUR A MICRO-PROCESSEUR ICAP 5




Technics Editions

Destiné aux traitements de données en chromatographie et aux calculs de concentration, l'intégrateur-calculateur ICAP 5 permet la résolution de tous les problèmes d'intégration.

Programmé en usine pour un très grand nombre de chromatogrammes, l'opérateur peut toujours résoudre des problèmes spécifiques en modifiant les paramètres d'intégration même en cours d'analyse.

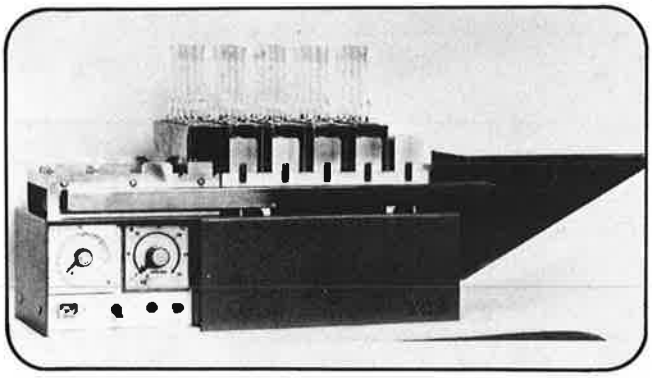
La mémorisation du résultat de l'intégration des pics évite l'introduction manuelle des valeurs pour les calculs.

Des coefficients de réponse peuvent également être obtenus automatiquement à partir d'une analyse d'étalonnage.

**LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES**

89, rue de la Faisanderie
75782 PARIS CEDEX 16

**Tél. 504.45.50**



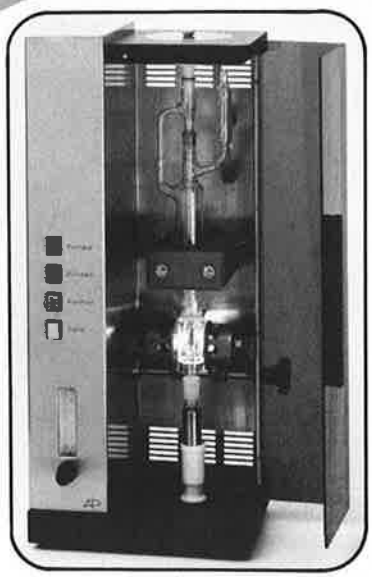
# VAO

Matras : 10 ml à 125 ml
Température : 400 °C
Maximum : 300 éch./heure

ANALYSE DES TRACES : VAO/VAE.
VAO - SEUL MINERALISATEUR EN CONTINU
VAO - PAR VOIE HUMIDE - VAO - CADENCE
RAPIDE - VAO.
VAE - CALCINATEUR RAPIDE - VAE -
EN COURANT D'OXYGENE - VAE - SECURITE
TOTALE - VAE.
INSTRULAB

# VAE

Capacité : 1 g d'échantillon
Combustion en 20 mn



**INSTRULAB**

Siège Social : 13, rue d'Artagnan
13014 MARSEILLE
Tél : (91) 50.84.96

Responsable du Bureau de Paris :
Colette GAURON - Tél : 010.6881

varian

# Si vous aviez conçu votre propre spectromètre R.M.N. à aimant supraconducteur...

...auriez-vous inclus...

- Un aimant supraconducteur (4,7 T) à large accès ☑
- Un cryostat disposant d'une autonomie en hélium supérieure à 3 mois ☑
- Un système d'observation contrôlé par clavier et basé sur un synthétiseur ☑
- Des sondes réglables sur de larges gammes de fréquence ☑
- Un lock deutérium automatique ☑
- Un processeur indépendant 32 bits pour l'acquisition des données ☑
- Un calculateur 32 K mots pour la gestion des données et l'exécution de tâches multiples et simultanées ☑
- Un oscilloscope haute résolution à mémoire ☑
- Un système de disque interactif 5 mégamots à double plateau ☑
- Calcul en virgule flottante ☑

Toutes ces caractéristiques et bien d'autres encore existent dans le nouveau spectromètre RMN-FT Varian XL-200.

Pour tous renseignements, s'adresser à
Varian SA / B. P. 12 / Tél. 907 78 26
F-91401 Orsay-Cédex

# Les dépôts chimiques à partir d'une phase gazeuse

par S. Audisio
*(Laboratoire de physicochimie industrielle, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 20 avenue A. Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex)*

Le procédé de dépôts chimiques à partir d'une phase gazeuse (C.V.D.= Chemical Vapor Deposition) est connu et utilisé depuis la fin du siècle dernier (1, 2, 3, 4, 5). Ce n'est pourtant que depuis une vingtaine d'années qu'il connaît un grand développement à la suite des travaux des chercheurs de l'Institut Battelle (6, 7). Ces dernières années, de nombreuses études ont été faites pour développer industriellement certaines applications du procédé. Plusieurs congrès (8, 9, 10, 11) lui ont été consacrés, le dernier en date étant celui d'Atlanta (Géorgie, U.S.A., 10-13 oct. 1977).

Le procédé de dépôt chimique à partir d'une phase gazeuse consiste à mettre un composé volatil du matériau à déposer en contact soit avec la surface à recouvrir, soit avec un autre gaz au voisinage de cette surface, de façon à provoquer une réaction chimique donnant au moins un produit solide. La température du substrat fournit l'énergie d'activation nécessaire pour déclencher la réaction chimique et favoriser, lorsqu'elle est suffisamment élevée, la diffusion dans ce substrat des atomes apportés à la surface. Cette diffusion à l'état solide entraîne une modification des produits de la réaction et assure généralement une bonne adhérence du revêtement. Ce procédé permet d'obtenir des couches d'épaisseur variable de pratiquement tous les métaux, alliages ou composés métalliques sur des matériaux conducteurs ou isolants.

Le but de cet article est de faire le point sur les mécanismes et les techniques de formation des dépôts obtenus par C.V.D., ainsi que d'en donner les principales caractéristiques.

Les derniers développements des dépôts chimiques à partir d'une phase gazeuse feront l'objet d'une autre étude.

## 1. Les réactions chimiques

Lors d'un dépôt à partir d'une phase gazeuse, les réactions chimiques susceptibles de se produire sont de trois types. Elles sont indiquées dans le tableau I, ainsi que les caractéristiques principales qui s'y rattachent.

Une analyse complète de la réaction chimique peut être envisagée avant la réalisation pratique si l'on connaît :
a) la composition exacte des phases, gazeuses et déposées, dans les conditions expérimentales,

**Tableau I**

Nous avons adopté la notation suivante :
⟨M⟩ Corps M à l'état solide pur.
(M) Corps M à l'état gazeux.
M Corps M, sans indication particulière sur son état.
$|M|_N$ Corps M en solution solide avec le corps N.
$M_xN_y$ composé de composition définie.
|A, B, C, ...| produit A, B ou C ou une combinaison de ces éléments.

| Types de réactions | Caractéristiques |
|---|---|
| I. Réactions de déplacement.<br>$(BX_m) + \langle A \rangle \rightleftarrows (AX_m) + B$<br>ex : $(CrCl_2) + \langle Fe \rangle \rightleftarrows (FeCl_2) + |Cr|_{Fe}$ | ● Il peut y avoir départ d'une partie du substrat sous forme d'un composé volatil.<br>● La concentration de l'élément déposé dépend de l'activité de ce matériau et des pressions partielles des composés gazeux. De ce fait, elle peut être limitée en pratique. |
| II. Réactions de réduction ou d'oxydation | |
| 2.1. Réduction d'halogénures par l'hydrogène ou des métaux (Cd, Zn, K...)<br>$(BX_m) + \frac{m}{2}(H_2) \rightleftarrows m(HX) + B$<br>ex : $(CrF_2) + (H_2) \rightleftarrows 2(HF) + Cr$ | ● Les réactions 2.1 et 2.2 sont très employées.<br>● Les composés volatils employés sont les halogénures métalliques, les carbonyles ou les oxyhalogénures.<br>● Les métaux réducteurs risquent de polluer les dépôts (formation de composés intermétalliques ou de solutions solides par exemple).<br>● Les réactions de réduction sont dans certains cas, catalysées par le substrat. Cette action catalytique décroît généralement avec la croissance du revêtement (diminution de l'activité du matériau de base). Les réactions peuvent alors être freinées même bloquées. |
| 2.2. Réaction d'halogénures avec un gaz contenant du carbone, de l'azote, du bore, du silicium ou des composés oxygénés.<br>$(BX_m) + (Y_n\|C, N, O...\|) \rightleftarrows \langle M_x\|C, N, O...\|\rangle + |X, Y, C, N...|$<br>ex : $(TiCl_4) + 2(H_2O) \rightleftarrows \langle TiO_2 \rangle + 4(HCl)$ | |
| III. Réactions de décomposition thermique ou de dismutation. | |
| 3.1. Décomposition à haute température d'halogénures ou de composés oxygénés.<br>$(MX_m) \longrightarrow \langle M \rangle + \frac{m}{2}(X_2)$<br>$(M_x\|C, O...\|_y) \longrightarrow \langle M_yO_{y-z} \rangle + |C_y, O_z...|$<br>ex : $(ZrI_4) \xrightarrow{1500\,°C} \langle Zr \rangle + 2(I_2)$ | ● Le composé volatil est décomposé au contact du substrat chaud, avec précipitation sur celui-ci du résidu non gazeux. La température du substrat ne doit pas être trop supérieure à celle de décomposition du gaz afin d'éviter qu'elle se produise dans une zone trop éloignée du substrat (problème d'adhérence). |
| 3.2. Décomposition à basse température de composés carbonyles, d'hydrures ou d'organométalliques, etc...<br>$(M(CO)_n) \longrightarrow \langle M \rangle + n(CO)$<br>ex : $Ni(CO_4) \longrightarrow \langle Ni \rangle + 4(CO)$ | ● Même remarque que ci-dessus. Action catalytique possible du substrat. |
| 3.3. Dismutation<br>$2(MX) \underset{2}{\overset{1}{\rightleftarrows}} \langle M \rangle + (MX_2)$<br>ex : $2(GeI) \underset{2}{\overset{1}{\rightleftarrows}} \langle Ge \rangle + (GeI_4)$ | ● Quand la température varie, l'équilibre de cette réaction se déplace dans le sens 1 si la température décroît, dans le sens 2 si la température croît. |

b) les données thermodynamiques relatives aux différentes phases en présence.
c) la grandeur et la nature des paramètres cinétiques.

Dans le cas où plusieurs réactions chimiques sont possibles, la comparaison de la variation d'enthalpie libre des diverses réactions en fonction de la température, se fera commodément si les données sont présentées sous forme de courbes. H.J.T. Ellingham (12), le premier, a publié un diagramme comparatif des enthalpies libres standards de formation des oxydes et des sulfures, à partir de leurs constituants. F.D. Richardson (13, 14) (carbures et oxydes), H.H. Kellog (15), T.P. Hoar et E.A.G. Croom (16) (chlorures), M. Olette (17) (carbures et nitrures), C.E. Wicks et F.E. Block (18) (halogénures, carbures et nitrures) ont repris l'idée et publié les diagrammes complets relatifs aux oxydes, carbures, nitrures et halogénures.

Ces diagrammes sont particulièrement pratiques pour prévoir les réactions chimiques à mettre en œuvre et choisir un composé volatil.
Notons cependant, que nous ne connaissons pas toujours avec une grande précision la composition de la phase gazeuse ni celle des produits formés dans les conditions expérimentales. Par ailleurs, les données thermodynamiques sur tels ou tels composés sont parfois imprécises voire inexistantes ; c'est souvent le cas pour les données sur les enthalpies libres de formation des composés intermétalliques.

Enfin, une autre limite à l'application de la thermodynamique est due au fait que l'équilibre thermodynamique n'est pas toujours atteint, en particulier lorsqu'il y a condensation de composés volatils dans des zones froides de l'installation, en dehors de la zone réactionnelle, ou encore, lorsque les gaz sont évacués rapidement.

D'une manière générale, il faudra donc se montrer très prudent dans l'interprétation des résultats des calculs thermodynamiques.

Si par exemple, nous considérons le dépôt de silicium sur substrat de fer à partir d'un mélange gazeux de tétrachlorure de silicium ($SiCl_4$) et d'argon (19) le calcul thermodynamique qui ne tiendrait compte que de la réaction chimique suivante :

$$(SiCl_4) + \langle Fe \rangle \rightarrow |Si|_{Fe} + 2(FeCl_2)$$

conduirait à des résultats incomplets et erronés. Il faut en effet considérer, non seulement la réaction ci-dessus, mais encore des réactions du type

$$(SiCl_4) + |Si|_{Fe} \rightarrow 2(SiCl_2)$$
$$(SiCl_2) + \langle Fe \rangle \rightarrow |Si|_{Fe} + (FeCl_2)$$

et tenir compte de la nature du composé intermétallique fer-silicium qui se forme $Fe_3Si$, $Fe_5Si_3$, FeSi. L'enthalpie libre de formation de ces composés est d'ailleurs très mal connue.

## 2. Cinétique du dépôt

Si la thermodynamique est un moyen intéressant pour analyser la possibilité d'un dépôt, il ne faut pas perdre de vue que la mise en œuvre du procédé, d'un point de vue pratique dépend de la cinétique de sa formation.

Généralement, on s'accorde à considérer que le dépôt chimique en phase gazeuse est la résultante de plusieurs processus concommitants réagissant les uns sur les autres, à savoir :

1. Diffusion en phase gazeuse des réactifs vers le substrat,
2. Sorption d'une ou de plusieurs espèces gazeuses à la surface du substrat,
3. Réaction chimique, nucléation, germination,
4. Diffusion dans le substrat des atomes déposés à sa surface (si la température est suffisamment élevée et si la diffusion à l'état solide est possible),
5. Désorption de produits volatils formés lors de la réaction,
6. Diffusion de ces produits volatils, à travers la couche limite* vers la phase gazeuse.

Les étapes 1 et 6 ne sont pas indépendantes puisque la diffusion en phase gazeuse des réactifs affecte la diffusion des produits volatils formés et inversement. L'analyse de ces étapes oblige à considérer la diffusion de gaz dans la couche limite en avant de l'interface solide-gaz.

Ce modèle de diffusion de gaz à travers la couche limite est celui généralement admis (7). Les équations utilisées pour décrire la diffusion des gaz sont celles développées au siècle dernier par Stefan (20) et Maxwell (21). Pour un mélange de n constituants, il y a (n-1) équations qui relient les gradients de concentrations des espèces i aux flux molaires $\vec{J}_i$ et aux coefficients de diffusion binaires $D_{ij}$ des autres constituants du mélange :

$$x_i = \sum_{j=i}^{j=n} \frac{RT}{PD_{ij}} (x_i \vec{J}_j - x_j \vec{J}_i) \qquad (I)$$

(R : constante des gaz parfaits, T : température, P : pression totale).

En plus de ces (n-1) équations, il existe une relation entre les fractions molaires $x_1$, $x_2$, $x_{n-1}$ des n constituants :

$$\sum_{1}^{n} x_n = 1 \qquad (II)$$

Les solutions analytiques d'un tel système d'équations différentielles du premier ordre, simultanées et linéaires, que constitue les équations de Stephan-Maxwell sont très nombreuses, mais dès que le nombre de constituants croît, ces solutions deviennent difficiles à utiliser. Aussi des approximations du type

$$V = D\frac{\Delta C}{\delta} \qquad (III)$$

sont souvent proposées (8-11) (V : flux de diffusion d'une des espèces chimiques, $\Delta C$ gradient de concentrations dans la couche limite $\delta$, D : coefficient de diffusion de cette espèce dans le mélange gazeux).

Les étapes 2 et 5, adsorption et désorption, des espèces gazeuses suivent évidemment les lois générales de la sorption sur les surfaces solides. Les phénomènes d'adsorption peuvent revêtir une très grande diversité : absorption physique et/ou adsorption chimique, édification d'une couche mono-atomique ou monomoléculaire et/ou édification de films multimoléculaires. Il n'existe pas d'équations expérimentales générales pour justifier la forme des isothermes d'adsorption, par contre, dans telles ou telles régions de l'isotherme, le choix est souvent possible à faire entre différentes équations : équations de Langmuir, de Freundlich, de Brunauer, Emmet et Teller, etc... (22, 23, 24).

Le choix des sites d'adsorption des molécules gazeuses est déterminé par la disposition des atomes à la surface du substrat et dépend par conséquent de l'orientation cristallographique de celle-ci. La constitution du film d'adsorption et sa cinétique sont conditionnées entre autres par cette différenciation des faces cristallines vis-à-vis de l'adsorption. Ultérieurement, le passage de l'état film adsorbé à l'état film mince de l'élément déposé s'opèrera avec plus ou moins de facilité suivant l'orientation cristallographique de la surface du substrat. Sous certaines conditions, les germes de la phase solide pourront même être orientés par le substrat et croître de façon épitaxique (25) (Figures 1 et 2) (analogie avec la formation de germes épitaxiques d'oxydes lors de l'oxydation des métaux (26)).

Les imperfections de surface (piqûres, rayures de polissage...) et les imperfections chimiques perturbent le début des réactions

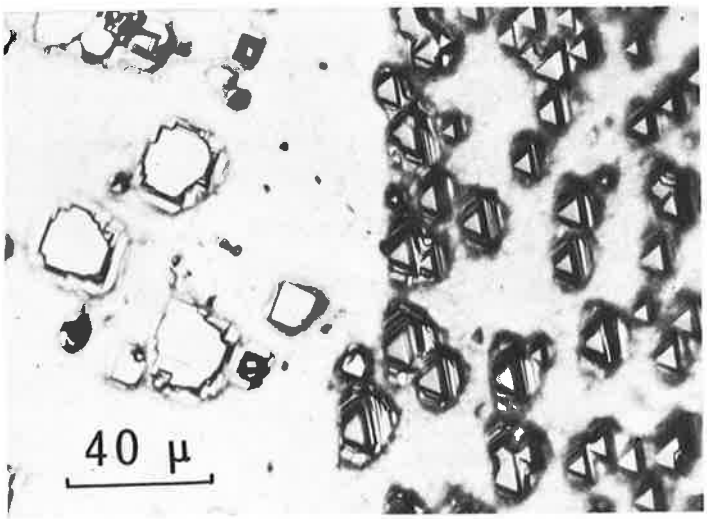



**Figure 1. Cristaux de siliciure $Fe_3Si$ orientés par le métal sous-jacent.**

**La couche limite est la fraction d'espace gazeux au voisinage de la surface solide où la composition des gaz diffère de la composition moyenne globale de la phase gazeuse. En d'autres termes, c'est là que se trouve localisé le gradient de concentration des gaz qui diffusent.*

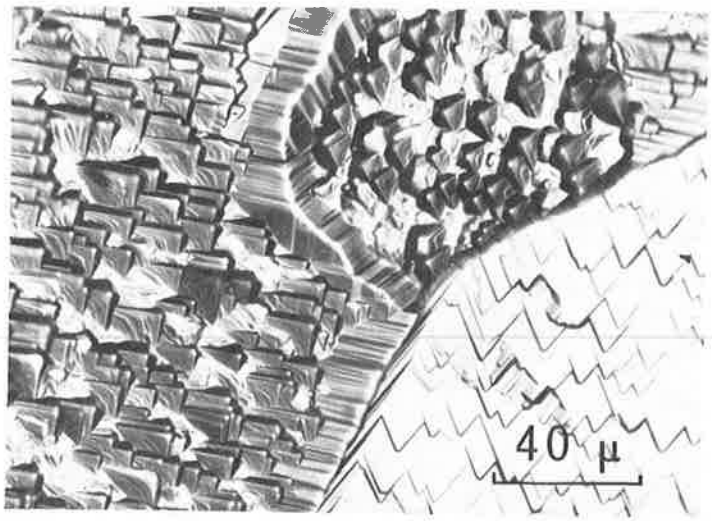



**Figure 2. Dénivellations aux limites intercristallines.**

hétérogènes. Les rayures de polissage sont des sites préférentiels de germination (19).

Notons par exemple qu'un sablage léger confère à des échantillons de molybdène, soumis à une siliciuration superficielle une plus grande réactivité qu'un polissage métallographique (27).

Les joints de grains jouent également un rôle très important aussi bien sur la réaction chimique que lors de la diffusion. G. Monnier et M. Papapietro (28) ont mis en évidence des sites de germination de la phase $\alpha$ lors de la cémentation en phase gazeuse du fer par le chrome. La phase $\alpha$ se développe à partir des germes situés au creux des joints de grains $\gamma$, de préférence à la jonction de trois d'entre-eux. L. Vandenbulke (29, 30) montre que la nucléation du bore sur du tantale à partir de la phase gazeuse $BCl_3$ commence préférentiellement sur les joints de grains puis s'étend à la surface des grains à une vitesse qui dépend de leur orientation cristalline.

L'étape 3 dépend de la cinétique de la réaction proprement dite.

Quant à l'étape 4, diffusion à l'état solide des atomes déposés, elle est sous la dépendance des équations de diffusion de Fick (31, 32).

$$J = -D \frac{\partial c}{\partial x} \qquad \text{(IV)}$$

$$\text{et } \frac{\partial c}{\partial t} = \text{div } (D \overrightarrow{\text{grad}}\, c) \qquad \text{(V)}$$

La loi IV exprime que le flux d'atomes J, en régime permanent, d'une espèce A à travers une section unité dans le réseau cristallin est proportionnel au gradient de concentration de cette espèce. Le coefficient de proportionnalité D est le coefficient de diffusion, qui peut être représenté en fonction de la température par une fonction exponentielle de la forme :

$$D = D_0 \exp(-Q/RT)$$

où Q = énergie d'activation du système,
R = constante des gaz parfaite,
T = température absolue à laquelle se produit la diffusion,
$D_0$ = facteur de fréquence.

Pour des régimes transitoires, on utilise la deuxième loi de Fick V qui est à la base de tous les calculs permettant de relier la concentration C(x,t) à l'abscisse x et au temps t. La solution C(x,t) dépend évidemment des conditions initiales et des conditions aux limites imposées par l'expérience.

En particulier, si le couple substrat (A) - élément déposé (B) présente un diagramme binaire à plusieurs domaines $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ (Figure 3), il apparaît dans la zone de diffusion des couches successives correspondant aux diverses phases stables à la température de diffusion, dans un ordre conforme à celui du diagramme d'équilibre.

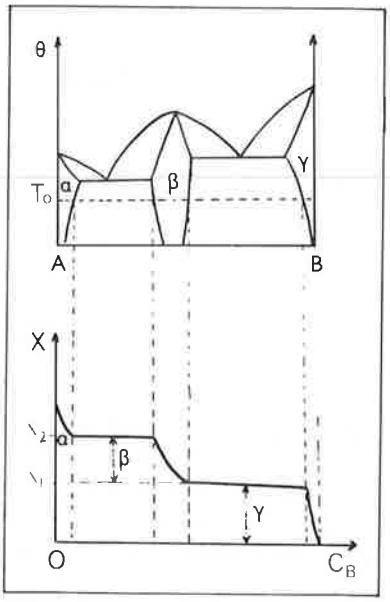



**Figure 3. Diagramme d'équilibre d'un système AB et courbe concentration ($C_B$) - distance (x) d'un couple A/B recuit à la température $T_0$.**

On n'observe pas cependant dans le couple de diffusion de domaine à deux phases (p. ex. $\alpha + \beta$). Ceci se traduit par des discontinuités ($x_1$, $x_2$) dans la courbe donnant la concentration en élément B dans A, en fonction de la profondeur de pénétration x. Chaque plan de discontinuité $x_1$, $x_2$ migre en profondeur suivant une loi parabolique du temps.

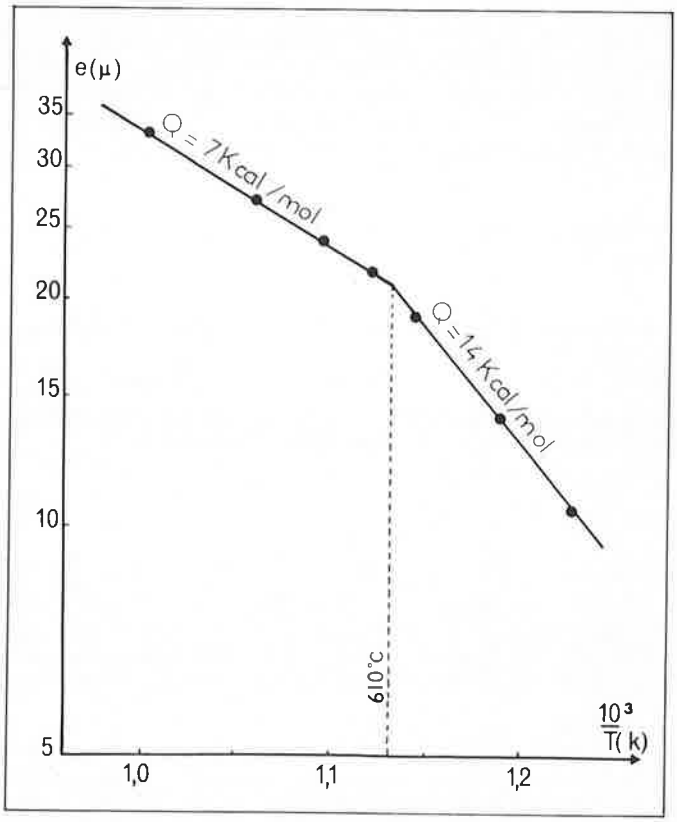



**Figure 4. Croissance de FeSn à temps constant (4 h) en fonction de l'inverse de la température absolue.**

Il est bon de signaler que certaines phases stables peuvent n'apparaître qu'à l'état submicroscopique et n'être point visible au microscope optique. L'apparition de ces phases influe néanmoins sur la cinétique globale de la réaction.

Par exemple, lors du dépôt chimique en phase gazeuse d'étain sur le fer (33), l'apparition du composé submicroscopique $Fe_3Sn_2$ à la température de 610 °C se traduit par une discontinuité dans la courbe de croissance du seul composé visible FeSn (Figure 4).

Comme toujours, c'est l'étape la plus lente qui impose sa vitesse au processus global. Par exemple, l'étape limitant la vitesse de dépôt du zirconium et du titane par le procédé Van Arkel est la diffusion des réactifs gazeux (34). L. Vandenbulcke, B. Lefebvre et G. Vuillard (35) dans le cas d'un dépôt de zirconium sur du graphite à partir d'une phase halogénée montrent que l'étape limitative est dans ce cas la réaction de surface. C'est par contre la diffusion à l'état solide qui est l'étape limitant les dépôts de chrome à partir d'halogénures (36, 37).

Si l'on s'accorde à considérer les dépôts chimiques en phase gazeuse comme la résultante de processus de diffusion, de sorption et de réactions chimiques hétérogènes, il ne faut pas oublier que, dans certains cas, il est nécessaire également d'envisager des réactions chimiques homogènes au sein de la phase gazeuse (38, 39, 40). K.J. Sladek (41) a proposé un modèle dans le cas limite où la réaction chimique se produit essentiellement dans la phase gazeuse. Il envisage le cas où les molécules du produit solide formées par la réaction peuvent soit diffuser vers le substrat et former un film, soit réagir entre elles dans la phase gazeuse et former une poudre qui se condense. L'importance relative de la formation de poudre est liée essentiellement aux conditions expérimentales.

G. Cochet (42) lors de l'étude de la synthèse du nitrure de silicium par pyrolyse d'un mélange gazeux constitué de silane et d'ammoniac, confirme le rôle important de la réaction homogène. Ceci impose de mettre en œuvre des techniques de prélèvement appropriées de la phase gazeuse, afin de suivre correctement l'évolution des espèces et des produits.

L'analyse de cette évolution montre dans cette étude que la réaction chimique s'amorce en phase gazeuse pour s'achever au niveau du substrat.

## 3. Les techniques de formation des dépôts chimiques en phase gazeuse

Les procédés de formation des dépôts se divisent en deux grandes catégories : les procédés dits «statiques» et les procédés dits «dynamiques».

### 3.1. Les procédés dits «statiques».

Dans ce type de procédé, la pièce à recouvrir est mise dans une enceinte close, en contact avec un cément généralement constitué par le mélange de l'élément donneur et d'un agent chimique convenablement choisi. Cet agent chimique, à la température de traitement, réagit avec l'élément donneur pour former *in situ* le composé gazeux du ou des corps à déposer.

Illustrons ceci par l'exemple de la cémentation par le chrome (chromisation) :
Le procédé ONERA de cémentation (43, 44) s'effectue industriellement à des températures de l'ordre de 950 °C à 1050 °C. Le plus souvent, les échantillons sont mis en contact avec du chrome pur en grains. Un cément constitué de fluorure d'ammonium ($NH_4F$) est placé à la partie inférieure de «caisses» semi-étanches qui sont chauffées sous atmosphère protectrice d'hydrogène ou d'ammoniac (Figure 5). Au cours de la montée en température, le fluorure $NH_4F$ se sublime puis se dissocie.

$$(NH_4F) \rightarrow \frac{1}{2}(N_2) + \frac{3}{2}(H_2) + (HF)$$

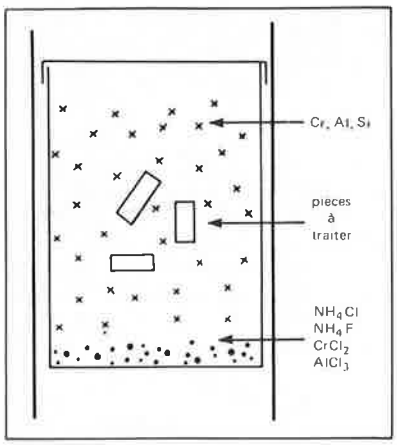



**Figure 5. Dispositif statique isotherme pour dépôt de chrome, aluminium, silicium...**

Le fluorure d'hydrogène attaque le chrome en grains placé à proximité, du fluorure de chrome volatil se forme :

$$2(HF) + <Cr> \rightleftharpoons (CrF_2) + (H_2)$$

Le mécanisme d'apport du chrome à la surface du fer est alors le suivant :

$$(CrF_2) + <Fe> \rightleftharpoons <FeF_2> + |Cr|_{Fe}$$

Ce procédé est *isotherme* et l'élément solide est transporté par l'intermédiaire d'un composé gazeux vers la surface de la pièce à revêtir qui participe généralement à la réaction, ou tout au moins qui la catalyse.

Il existe aussi parmi les procédés «statiques» des procédés *non isothermes* dans lesquels l'enceinte close se compose d'au-moins deux compartiments à des températures différentes $T_1$ et $T_2$ qui favorisent des réactions de dismutation (Fig. 6). Un équilibre hétérogène est établi dans le compartiment B à la température $T_1$ à la surface du matériau donneur, par exemple du silicium, grâce à l'arrivée de $SiCl_4$ vaporisé dans le compartiment A.

$$(SiCl_4) + <Si> \rightarrow 2(SiCl_2)$$

Le produit gazeux de la réaction ($SiCl_2$) diffuse vers la surface à revêtir qui se trouve dans le compartiment C à la température

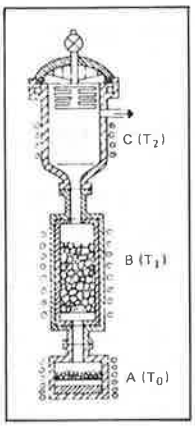



**Figure 6. Dispositif expérimental statique non isotherme (61).**

$T_2 < T_1$ où la réaction

$$2(SiCl_2) \rightarrow <Si> + (SiCl_4)$$

se produit, permettant le dépôt de silicium sur le substrat (fig. 6).

### 3.2. Les procédés dits «dynamiques»

Dans ce type de procédé, l'environnement de la pièce à recouvrir est continuellement renouvelé par la circulation du mélange gazeux du ou des corps à déposer, préalablement formé à l'extérieur de l'enceinte réactionnelle et amené par convection forcée sur la surface solide à revêtir.

Une installation industrielle comprend schématiquement :
- une partie correspondant à la distribution des gaz, avec des systèmes de réglage fin des débits (robinets à pointeau...) et de purification de ces gaz (p. ex. : tamis moléculaire pour des traces d'eau et four contenant des copeaux de titane-zirconium pour des traces d'oxygène et d'azote dans de l'argon).
- une enceinte où se forme dans des proportions adéquates le mélange gazeux : gaz vecteur-composé volatil du matériau à déposer (saturateur, évaporateur, mélangeur, etc...).
- un bâti comprenant l'enceinte de réaction avec la buse d'arrivée des gaz, le porte-substrat, le dispositif de chauffage (four induction-four à radiation) et généralement un groupe de pompage moléculaire pour éliminer les gaz après réaction. Ces gaz parfois nocifs doivent être piégés. On utilise pour cela des absorbants chimiques, des pièges cryostatiques ou thermiques.
- des appareils d'analyse et de mesure (chromatographie en phase gazeuse, spectromètre de masse, interféromètre différentiel, strioscope...).

Le mélange gazeux peut être réalisé de diverses façons suivant la nature du composé du matériau à déposer.

**a) Si ce composé est gazeux** (p. ex. : $WF_6$, $BCl_3$...), il peut être mélangé dans des proportions adéquates avec un gaz vecteur qui peut avoir un rôle protecteur en ce sens qu'il empêche l'oxydation (argon, hélium, hydrogène) (Figure 7).

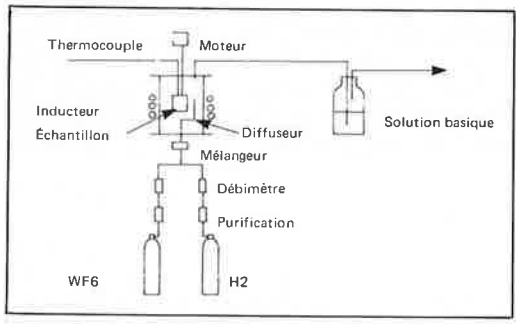



**Figure 7. Dispositif expérimental de dépôt de tungstène sur du graphite (59).**

**b) Si ce composé est liquide,** on le place dans un saturateur à température constante dans lequel on fait barboter un gaz porteur. On peut aussi opérer par diffusion de la vapeur dans le gaz porteur. La composition du mélange gazeux dépend de la tension de vapeur du liquide et est fixée par la température du saturateur.
Un autre procédé consiste à introduire le composé liquide à l'aide d'un vibrateur dans une chambre d'évaporation où il est mélangé avec un gaz porteur. Le mélange gazeux passe dans un purificateur qui est maintenu à température constante. La composition du mélange gazeux est ainsi fixée (Figure 8).

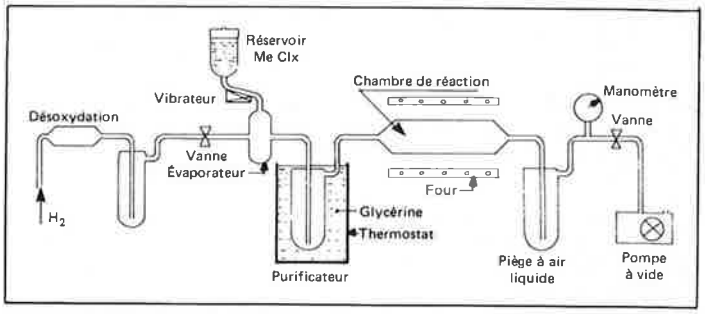



**Figure 8. Dispositif expérimental de dépôt de métaux réfractaires Mo, Nb, Ta, W (60).**

**c) Si le composé est solide,** on le place dans une enceinte à température constante telle que la tension de vapeur soit importante. Le gaz porteur circulant dans cette enceinte se charge en vapeur du composé. Le mélange ainsi obtenu est envoyé dans la chambre réactionnelle (Figure 9).

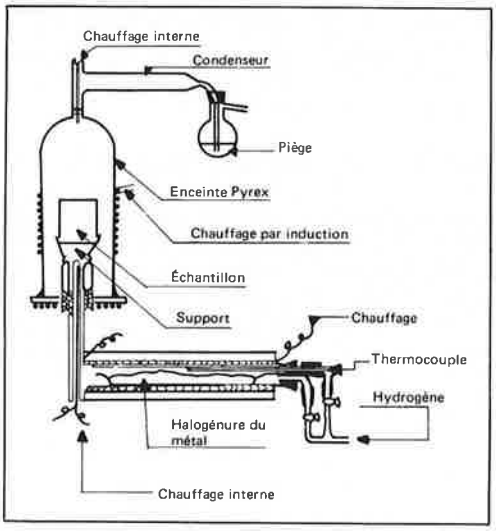



**Figure 9. Dispositif expérimental d'après Powell (6).**

## 4. Caractéristiques des dépôts obtenus

### 4.1. Nature des dépôts

Elle dépend du mode d'élaboration et des réactions chimiques qui interviennent :
a) Si le dépôt est formé directement à partir de la phase gazeuse (réactions homogènes), sans réaction du dépôt avec le substrat ni diffusion à l'état solide, il se compose d'une couche, suivant le cas, de métaux, nitrures, siliciures, borures, carbures, oxydes, etc...
b) Si le dépôt est formé par réactions hétérogènes, et/ou s'il y a diffusion à l'état solide, il peut être la juxtaposition de plusieurs couches de compositions différentes : solutions solides, composés métalliques, composés semi-métalliques, etc...

Des exemples sont donnés sur les figures 10 et 11. La figure 10 montre le dépôt de nickel obtenu par décomposition thermique du nickel carbonyle sur une céramique poreuse (50). La figure 11 montre la couche de diffusion formée lors de la cémentation d'un acier par le chrome (36). Cette couche de diffusion se compose en réalité de deux couches, l'une de quelques microns d'épaisseur de carbure de chrome, $Cr_{23}C_6$, l'autre qui occupe le reste de la couche, de carbure mixte de chrome et de fer $(Cr_{1-x}\,Fe_x)_7C_3$.

Lors du dépôt de bore sur substrat de molybdène à partir de la réduction du trichlorure de bore par l'hydrogène (30), il se forme deux borures MoB et $Mo_2B_5$.

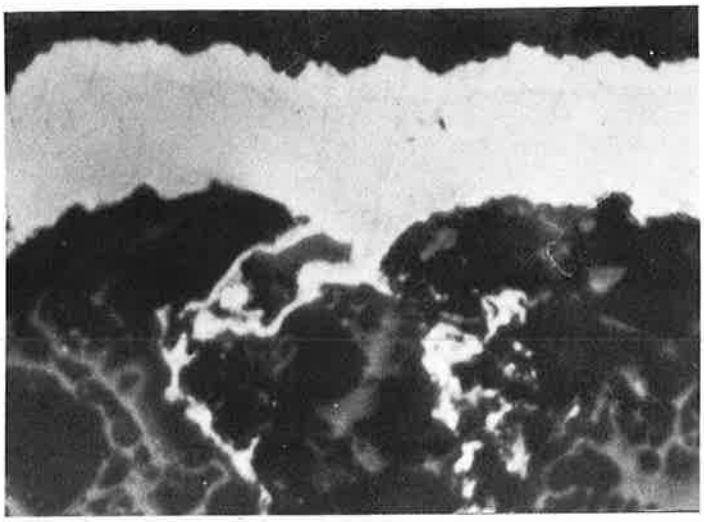


**Figure 10.**

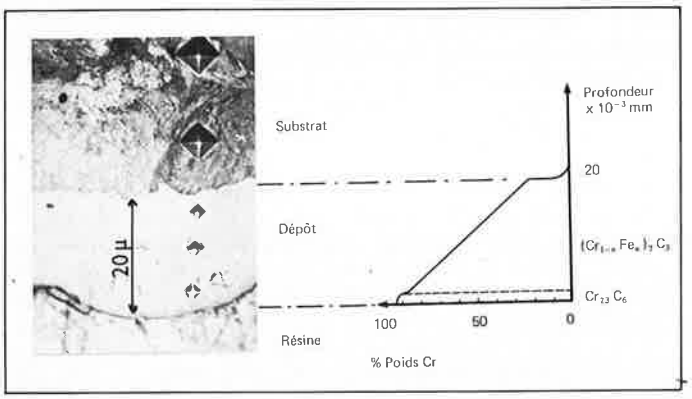



**Figure 11. Acier au carbone XC 110, cémenté par le chrome pendant 4 h à 1050 °C.**

Les principaux matériaux que l'on peut obtenir par dépôts chimiques en phase gazeuse et les procédés pour l'obtention de ces dépôts sont consignés dans le tableau II (46).

## 4.2. Propriétés géométriques, structurales et mécaniques

Le procédé de dépôts chimiques à partir d'une phase gazeuse permet la réalisation aussi bien de dépôts minces (quelques centaines Angströms), épais (plusieurs millimètres) que de poudre fine de grande pureté. La vitesse de formation des dépôts peut être très variable (de quelques microns à quelques centaines de microns par minute). L'uniformité des dépôts dépend essentiellement d'une bonne homogénéité de la température du substrat et également du bon renouvellement de la phase gazeuse (ce qui est plus difficile à obtenir qu'une bonne uniformité de la température).

La pureté des métaux et la stœchiométrie des composés obtenus par dépôts chimiques en phase gazeuse sont en principe très élevées. Elles peuvent cependant être altérées :
- par les impuretés des gaz utilisés, ou celles du substrat,
- par la réaction elle-même, qui peut libérer un élément indésirable qui pollue le dépôt.

Les impuretés telles que l'oxygène, la vapeur d'eau, l'azote, l'hydrogène, le carbone dans l'atmosphère gazeuse ou dans le substrat influent sur la nature, la forme et les propriétés des dépôts. M. Ayel (47) a montré, lors de la cémentation du fer par le chlorure de bore, que des traces de carbone dans le fer, favorisent la formation du carboborure $Fe_3(B,C)$. Seule l'élimination quasi totale de carbone (moins de 0,001 %) permet de développer en surface du bore cristallisé.

**Tableau II**

| Matériaux déposés | Procédés de dépôt |
|---|---|
| Métaux : Cu, Be, Al, Ti, Zr, Hf, Th, Ge, Sn, Pb, Va, Nb, Ta, As, Sb, Bi, Cr, Mo, W, U, Re, Fe, Co, Ni, Ru, Pt, alliages Cr + Al + Ta ; Cr + Si. | a) déplacement ou échange à partir d'halogénures<br>b) réduction d'halogénures du métal<br>c) décomposition thermique d'halogénures ou de composés carbonyles du métal. |
| Carbures de : Be, B, Si, Ti, Zr, Hf, Th, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, U, Fe. | a) cémentation du métal par des hydrocarbures<br>b) décomposition thermique d'un halogénure du métal sur une surface de carbone ou graphite suivie d'une diffusion<br>c) dépôt direct du carbure sur la surface chauffée à partir :<br>• des mélanges halogénures + $H_2$+ hydrocarbures<br>• par pyrolyse de composés organométalliques carbonés. |
| Nitrures de : Ti, Zr, Hf, Nb, Ta, Be, B, Al, Si, Va, Fe. | a) cémentation du métal par de l'azote, de l'ammoniac ou par le mélange $N_2 + H_2$<br>b) dépôt direct de nitrure sur la surface chauffée à partir du mélange halogénure + $N_2$ (+ $H_2$). |
| Borures de : Al, Si, Ti, Zr, Hf, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Fe, Co, Ni, alliages terres rares. | a) dépôt direct à partir de mélanges : composés volatils du bore + hydrogène<br>b) boruration de la surface du matériau de base :<br>• par réduction d'un halogénure de bore<br>• par décomposition thermique d'un halogénure, d'un hydrure (diborane), d'un composé organométallique (triméthylbore). |
| Siliciures de : Ti, Zr, V, Nb, Ta, Mo, W, Re, Fe, Cr, Ni, Cu, Be, Al, Hf, Th, V, Mn, Co, terres rares et Pt. | a) co-déposition par réduction ou décomposition thermique d'un mélange d'halogénures du métal et du silicium<br>b) déposition du silicium par déplacement ou réduction depuis un halogénure, suivie d'une diffusion. |
| Oxydes de : Al, Si, Ti, Sn, B, Zr, Fe, Mg, Th, Al + Zr. | a) pyrolyse d'un composé oxygéné<br>$M \mid C, H, O \xrightarrow{\Delta} \langle MO_2 \rangle + \mid C, H \mid$<br>b) dépôt direct par réduction du mélange halogénure du métal + $CO_2$ (+ $H_2$). |

Les carbures, nitrures ou oxydes qui se forment lors de dépôts de titane, tantale, vanadium, tungstène (48), les durcissent et introduisent des contraintes internes dont la libération peut provoquer la fissuration des couches (49).

Des traces d'oxydes sur la surface de la pièce lors de la siliciuration du fer entraînent une croissance non homogène de la couche de diffusion (19).

Lors de la décomposition du nickel carbonyle, de l'oxyde de carbone est libéré ; si ce gaz n'est pas rapidement évacué, il se dissocie partiellement au contact de la pièce chauffée, provoquant un dépôt de carbone pulvérulent (50).

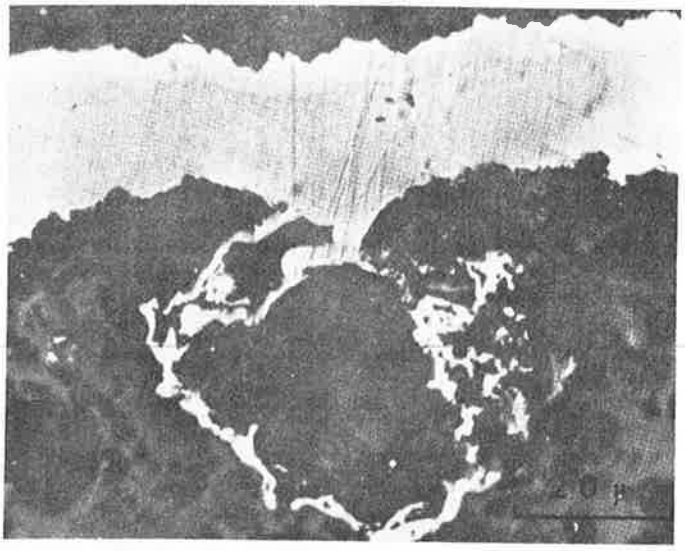


**Figure 12. Dépôt de nickel sur céramique (50) : pénétration du nickel dans un pore.**

Les conditions expérimentales : température, pression partielle du composé volatil à déposer, durée de séjour des gaz dans la zone réactionnelle, géométrie de l'enceinte réactionnelle, etc... peuvent influer sur la pureté et la stœchiométrie des matériaux déposés. Mais ces paramètres influencent également la cristallisation, l'homogénéité, l'uniformité et l'adhérence des dépôts.

La température, pour le dépôt d'un matériau donné, est semble-t-il, le paramètre le plus important. De basses températures favorisent généralement une fine cristallisation, tandis que des températures élevées prédisposent à la formation de gros cristaux. Ainsi des monocristaux de quelques matériaux : Nb, Ta (51, 52) W (53, 54), Ti (55), alliages Fe-Cr (56), Fe-Al, Fe-Si (57) ont été obtenus, à hautes températures sur des substrats monocristallins.

Par ailleurs, si la température du substrat est élevée, les composés volatils peu stables, ont tendance à se réduire ou se décomposer à de grandes distances de la surface de la pièce ; ceci conduit à un dépôt microcristallin non adhérent, par exemple lors des dépôts de tantale, molybdène, tungstène par réduction des halogénures ou encore lors du dépôt d'alumine à partir du mélange $CO_2 + H_2 + AlCl_3$.

La pression partielle du composé volatil influence aussi la cristallisation. Plus la pression est basse, plus la cristallisation du dépôt est grossière et inversement. Le degré de sursaturation qui existe à l'endroit où se fait la précipitation affecte la forme du produit déposé. De faibles sursaturations favorisent le développement unidirectionnel des précipités (formation de trichites) tandis que de très grandes sursaturations conduisent à la formation de poudres amorphes, car les atomes déposés n'ont pas le temps de construire un édifice cristallin. Le bore déposé à partir de $BCl_3$ peut adopter ainsi plusieurs formes amorphes ou cristallines, suivant que la phase gazeuse interfaciale est ou non en équilibre avec le solide déposé. Lors de ce dépôt, quel que soit le substrat utilisé, il existe une épaisseur limite de dépôt au-delà de laquelle il y a décollement de la couche de bore sous l'influence des contraintes mécaniques (29).

Des contraintes moins fortes peuvent entraîner des distorsions de la structure cristalline du revêtement (58) et des modifications de ses propriétés qui influent sur sa résistance à la corrosion ou à la fatigue.

D'une manière générale, les dépôts chimiques en phase gazeuse ont de bonnes qualités d'adhérence, surtout si la surface du substrat a été préalablement préparée (étuvage, recuit de restauration, etc...), si les impuretés gênantes ont été éliminées (purification des gaz, substrat de haute pureté) et si on réussit à provoquer un début de diffusion.

A l'exception des carbures, borures et autres composés de dureté élevée, les dépôts sont suffisamment ductiles pour subir sans altération les opérations habituelles d'usinage auxquelles on peut souhaiter soumettre le substrat.

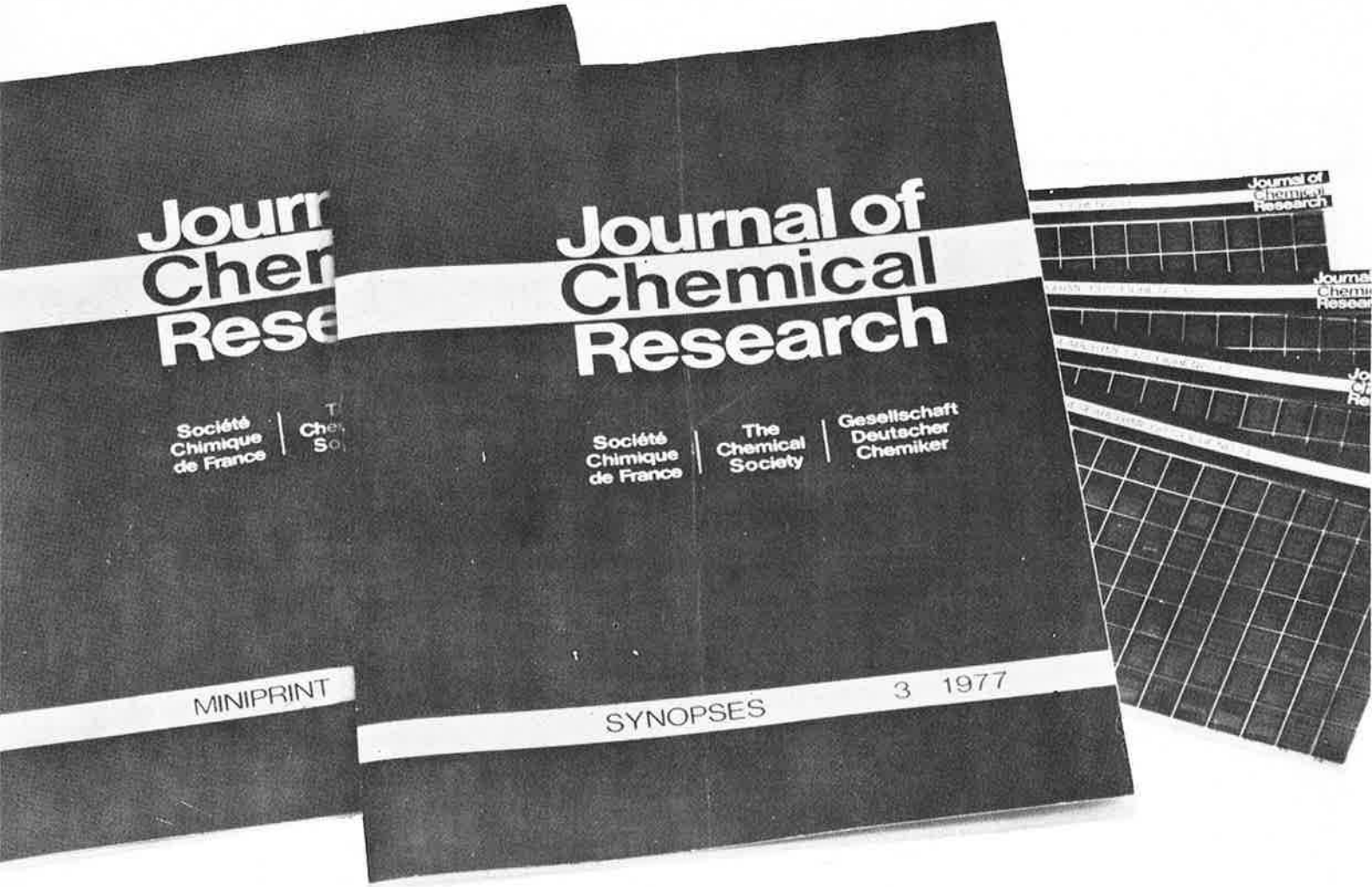
## Bibliographie


(1) V.E. Sawyer et A. Man, US Patent, 229 235, 1880.
(2) J.W. Aylsworth, US Patent, 553 296, 1896.
(3) D.E. Lodyguine, US Patent, 575 002, 575 668, 1897.
(4) S. Mond, US Patent, 445 257, 455 230, 1891.
(5) E.A. Van Arkel et J. De Boer, US Patent 1 671 213, 1928.
(6) C.F. Powell, I.E. Campbell et B.W. Gonser, Vapor Plating, John Wiley and Sons, N.Y., 1955.
(7) C.F. Powell, J.M. Oxley et J.M. Blocher Jr., Vapor Deposition, John Wiley and Sons, N.Y., 1966.
(8) Second International Conference on C.V.D., J.M. Bocher Jr., and J.C. Withers Eds. Electrochemical Society, N.Y., 1970.
(9) Third International Conference on C.V.D., F.A. Glaski Ed., American Nuclear Society, 1972.
(10) Fourth International Conference on C.V.D., G.F. Wakefield and J.M. Blocher Jr., Eds, Electrochemical Society, Princeton, N.J. 1973.
(11) Fifth International Conference on C.V.D., J.M. Blocher Jr, H.E. Hintermann and L.H. Hall Eds., Electrochemical Society, Princeton, N.J. 1975.
(12) H.J.T. Ellingham, *J. Soc. Chem. Ind.*, 1944, **63**, 125.
(13) F.D. Richarson et J.H.E. Jeffes, *J. Iron Steel Inst.*, 1948, **160**, 261.
(14) F.D. Richarson, *J. Iron Steel Inst.*, 1953, **175**, 33.
(15) H.M. Kellog, *J. of Metal*, 1950, 2869.
(16) T.P. Hoar et E.A.G. Croom, *Austral. Eng.*, 1950, **12**, 56.
(17) M. Olette, *Revue métall.*, 1963, **6**, 569.
(18) C.E. Wicks et F.E. Block, Thermodynamic properties of 65 elements, their oxides, halides, carbides and nitrides, Washington, U.S. Govt. Print. Off. 1963.
(19) S. Audisio, *Thèse*, Lyon, 1968.
(20) S. Stefan, *Sitz. Akad. Wiss. Wien*, 1871, **63**, II, 63.
(21) J.C. Maxwell, Scientific Papers, Cambridge University Press, Cambridge, 1890.
(22) I. Langmuir, *Trans. Farad. Soc.*, 1921, **17**, 621.
(23) M. Freundlich, Capillarchemie 4e ed. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1930-1932.
(24) S. Brunauer, P.H. Emmett, E. Teller, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1938, **60**, 309.
(25) S. Audisio, R. Rivière, G. Monnier, *C.R. Acad. Sci.*, 1968, **266 C**, 211.
(26) J. Bénard et coll., L'oxydation des métaux, 2 tomes, Gauthier-Villars éditeur, Paris, 1964.
(27) C. Bückle, R. Duval, R. Pichoir, B. Roques, *C.R. Acad. Sci.*, 1968, **266 C**, 1149.
(28) G. Monnier et M. Papapietro, *C.R. Acad. Sci.*, 1966, **263 C**, 117.
(29) L. Vandenbulcke, *Thèse*, Orléans, 1977.
(30) L. Vandenbulcke et G. Vuillard, *J. of Electr. Soc.*, 1976, **123**, 2, 278.
(31) Y. Adda et J. Philibert, La diffusion dans les solides, Presses Universitaires de France ed., Paris, 1967.
(32) P.G. Shewmon, Diffusion in Solids, McGraw Hill ed., London, 1963.
(33) S. Audisio, *Bull. Soc. Chim.*, 1977, 226.
(34) O.J.C. Runnals et L.M. Pidgeon, *J. Metals*, 1952, **4**, 843.
(35) L. Vandenbulcke, B. Lefèbvre et G. Vuillard, *Rev. Int. Temp. et Refract.*, 1976, **13**, 109.
(36) M. Lassus, *Thèse*, Lyon, 1967.

(37) M. Papapietro, *Thèse,* Lyon, 1967.
(38) B.A. Joyce et R.R. Bradley, *J. Electrochem. Soc.,* 1963, **230,** 1235.
(39) P.S. Schaffer, Evaluation of vapor deposition growth of oxide single crystals from metal halides. AD-616914, 1965.
(40) M.J. Grieco, F.H. Worthing and B. Schwartz, *J. Electrochem. Soc.,* 1968, **115,** 525.
(41) K.J. Sladek, *J. Electrochem. Soc.,* 1971, **118,** 654.
(42) G. Cochet, Thèse, Orléans, 1977.
(43) Ph. Galmiche, O.N.E.R.A., Brevet 1031168, 1953.
(44) Ph. Galmiche, O.N.E.R.A., U.S. Patent, 2816048, 1957.
(45) R. Dore, *Traitements de surface,* 1967, **19,** 9.
(46) S. Audisio, La lutte contre la corrosion et l'usure, les dépôts chimiques en phase gazeuse, Masson ed. Paris, 1970.
(47) M. Ayel, *Thèse,* Lyon, 1968.
(48) J.F. Berkeley, A. Brenner et W.E. Reid Jr., *J. Electrochem. Soc.,* 1967, **114,** 6, 561.
(49) R. Dore, *A.I.T.E.,* 1966, **60,** 21.
(50) R. Dore, *Soc. Chim. Indust.,* 1969, **102,** 10.
(51) K. Moers, *Metallwirtschaft,* 1939, **13,** 640.
(52) J.A.M. Van Liempt, US Patent 1728 814, 1929.
(53) F. Koref et H. Hoffman, US Patent 1617 161, 1927.
(54) K. Moers, Ger. Patent 567 995, 1931.
(55) E.A. Van Arkel, *Chem. Weekblad,* 1927, **24,** 90.
(56) M. Lassus, M. Papapietro et G. Monnier, *C.R. Acad. Sci.,* 1967, **264 C,** 1256.
(57) G. Monnier, S. Audisio et E. Rakotomaria, *C.R. Acad. Sci.,* 1969, **268 C,** 929.
(58) S. Audisio, C. Mai, G. Schaeffer, G. Monnier et R. Rivière, *Bull. Soc. Chim.* 1971, 742.
(59) Kamoun et Gateau, Colloque Avires, Suppl. *Le Vide,* 1968, **136,** 138.
(60) F. Brossa, R. Debeir, M. Grin, G. Platti, H. Venker, Colloque Avires, Suppl. *Le Vide,* 1968, **47,** 136.
(61) W. Koch, US Patent 2887 407, 1959.

Une innovation dans l'édition scientifique

# Journal of Chemical Research




Une nouvelle revue scientifique multinationale éditée conjointement par trois Sociétés savantes européennes de chimie.

Chaque mois, trois éditions paraissent simultanément, l'une réservée aux synopsis (abrégés), les deux autres à la publication in-extenso des textes, offerts soit en micro-impression, soit en micro-fiche.

Pour la France, tous renseignements (abonnements-publicité).

**Société Chimique de France,**
**250, rue Saint Jacques 75005 PARIS. Tél. : 033.20.78 - 325.20.78**

CENTRE D'ÉTUDES NUCLÉAIRES DE SACLAY
SERVICE DES MOLÉCULES MARQUÉES
B. P. 2 . GIF-SUR-YVETTE . 91190 FRANCE

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
Département de Biologie

# MOLÉCULES MARQUÉES PAR LES RADIOISOTOPES
## $^{14}C$, $^{3}H$, $^{35}S$

**Synthèse de produits pharmaceutiques marqués**
**Réactifs marqués pour l'analyse et la recherche biologique**

Notre catalogue 1978-1979 présente plus de 400 composés $^{14}C$ et 200 tritiés — 150 de ces produits sont exclusifs.

# MOLÉCULES MARQUÉES PAR LES ISOTOPES STABLES
## $^{13}C$, $^{15}N$, D

**Médicaments marqués pour études de métabolisme**
**et pharmacocinétique sur l'homme**

Nous effectuons, *à la demande* des synthèses de composés marqués par un isotope stable ou radioactif.

Pour des raisons d'éthique, les molécules $^{14}C$ ne sont pas utilisées dans l'expérimentation sur l'homme. Les molécules marquées par les isotopes stables sont susceptibles de combler cette lacune.

# solvants deutériés « 100 % D »

**Sélection de notre large gamme de solvants deutériés pour la R.M.N.**

| Réf. | Solvant | Pureté isotopique | PRIX pour 10 fractions de 0,5 ml. |
|---|---|---|---|
| DMM 41 | Acide acétique ($D_4$) | **99.90 %** | **140 FF** |
| DMM 38 | Acétone ($D_6$) | **99.93 %** | **110 FF** |
| DMM 40 | Benzène ($D_6$) | **99.93 %** | **130 FF** |
| DMM 29 | Chloroforme (D) | **99.93 %** | **155 FF** (10 x 5 ml) |
| DMM 34 | Diméthylsulfoxide ($D_6$) | **99.91 %** | **130 FF** |
| DMM 39 | Pyridine ($D_5$) | **99.93 %** | **190 FF** |
| DMM 42 | Toluène ($D_8$) | **99.93 %** | **300 FF** |

En outre, nous pouvons vous procurer, en quantité limitée, du THF $D_8$

Nous maintenons dans le catalogue 78-79 les prix déjà très compétitifs du catalogue 76-77. Les frais de facturation ont été allégés.

16 nouveaux acides aminés $^{13}C$-U et 2 stéroïdes $^{13}C$ sont venus compléter une liste de 300 composés marqués par $^{13}C$, $^{15}N$ ou D.

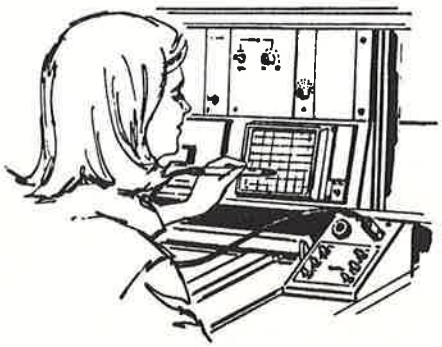
TÉLÉPHONE : (1) 941.80.00 POSTES { 2403 Chef de Service 5255 Secrétariat 2860 Commandes
TELEX : 692431 F
CABLES : ISOTOPES, GIF-SUR-YVETTE

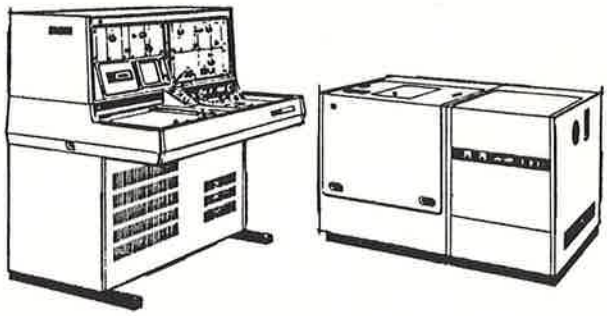
# *La Série FX...* Pour ceux qui attendent plus d'un spectromètre RMN par T.F. ...c'est JEOL

### Un Système de Routine 60 MHz

*Caractéristiques du FX 60 Q :*

- Sondes mixtes $^{13}C/^{1}H$ 10, 5, 1 mm
- (LPCS) contrôle par crayon optique
- Découplage Proton HOMO/HETERO
- Système de détection quadrature
- Convertisseurs AD/DA 12 bits
- Lock INTERNE et EXTERNE
- Acquisition de données 8, 16, 32 K
- Lecture/Écriture sur cassettes
- Noyaux en option : $^{19}F$, $^{31}P$, $^{15}N$





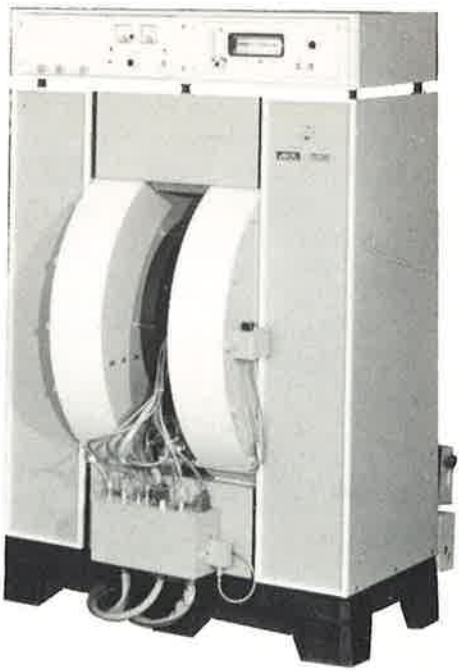
### Des Systèmes universels 90 et 100 MHz

*Caractéristiques de FX 90 Q et FX 100*

- (DQD) système digital de détection en quadrature
- Sondes mixtes
- «Shifter» de phase digital 4 canaux
- Système programmation spectrale (Auto Stocking)
- Calculateur avec extension 65 K. (MOS)
- Convertisseur AD/AD 12 bits - 2 canaux
- Mesure de $T_{1\rho}$ par «Spin Locking»
- Stockage de données sur disque
- Découplages HOMO/HETERO à toutes fréquences
- Sonde multinoyaux et toutes observations
- Inserts interchangeables sur FX 90 Q

**JEOL**

**(EUROPE) S.A.**
16 Av. de Colmar - 92500 Rueil
749.67.00



OPTION : Foreground - Background sur tous les systèmes.

# Progrès et développement de l'ultrafiltration

**par Xavier Marze**
*(Centre de Recherches des Carrières, Rhône-Poulenc Industries, Saint-Fons)*

*Cet article a fait l'objet d'une conférence au Colloque du Groupe Français des Polymères (GFP) ayant pour thème « Techniques de fractionnement utilisant des matériaux macromoléculaires», Nancy, 7-9 novembre 1977. Son but est de faire le point sur les progrès et le développement industriel de l'ultrafiltration. On peut considérer qu'il constitue une suite à l'article de M. Aptel intitulé «De l'ultrafiltration à la microfiltration par les procédés à membranes» publié dans le numéro juin-juillet 1977 de* «L'actualité chimique».

On connaît l'importance des échanges qui s'effectuent, dans les règnes animal et végétal, au travers des parois sélectives naturelles appelées membranes biologiques.

Les progrès réalisés dans l'obtention et la mise en œuvre de matériaux plastiques ont permis la mise au point de membranes artificielles semi-perméables présentant certaines analogies de fonctionnement avec les membranes biologiques.

Qu'entend-on par membrane semi-perméable ?
C'est une paroi de faible épaisseur, apte à modifier la composition des mélanges qui la traversent.

Les différents procédés de séparation utilisant de telles membranes se caractérisent par :
- la dimension des espèces concernées,
- la nature de la force permettant le transfert,
- la nature physique et chimique de la membrane.

La figure 1 schématise les principaux procédés s'appliquant aux milieux liquides sur la base des 2 premiers critères.

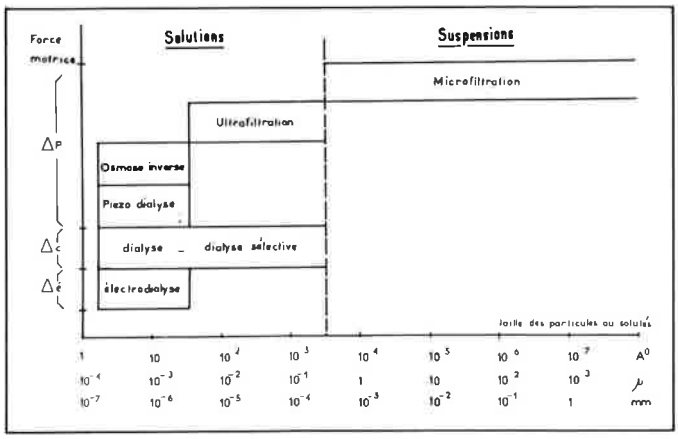



**Figure 1.**

La figure 2 rappelle les différents procédés à membranes dont les plus courants sont :

- La microfiltration, régie par la taille des particules, consiste à séparer sous une faible pression (quelques dixièmes de bars) des particules en suspension (0,1 à quelques dizaines de microns) de la phase liquide.
- L'ultrafiltration s'applique à des solutions. Le solvant et les solutés de faibles masses moléculaires traversent la membrane avec un débit directement fonction de la pression appliquée. Sont arrêtées les molécules dont la masse moléculaire est supérieure à un certain seuil, caractéristique de la membrane, et appelé «seuil de coupure». Les pressions exercées sont de quelques bars.
- L'osmose inverse permet de séparer le solvant, qui traverse la membrane, des solutés généralement des électrolytes. La taille des molécules n'est plus ici le facteur unique, il s'y ajoute des phénomènes de diffusion.

Dans ce cas, le débit du perméat est fonction des pressions appliquées qui sont en général nettement supérieures à celles utilisées en ultrafiltration : 10 à 100 bars suivant la concentration de la solution à traiter.

- Dialyse : il s'agit du transfert à travers la membrane de solutés, d'une solution concentrée vers une solution diluée, la vitesse de passage de ces solutés étant fonction du gradient de concentration et de leur taille moléculaire. Comme pour l'ultrafiltration, cette vitesse de passage s'annule pour des solutés dont la taille est supérieure à un seuil donné.
- Électrodialyse : suivant le type de membrane ionique, cationique, ou anionique, seul l'ion de signe opposé la traverse sous l'effet d'un gradient de potentiel électrique.

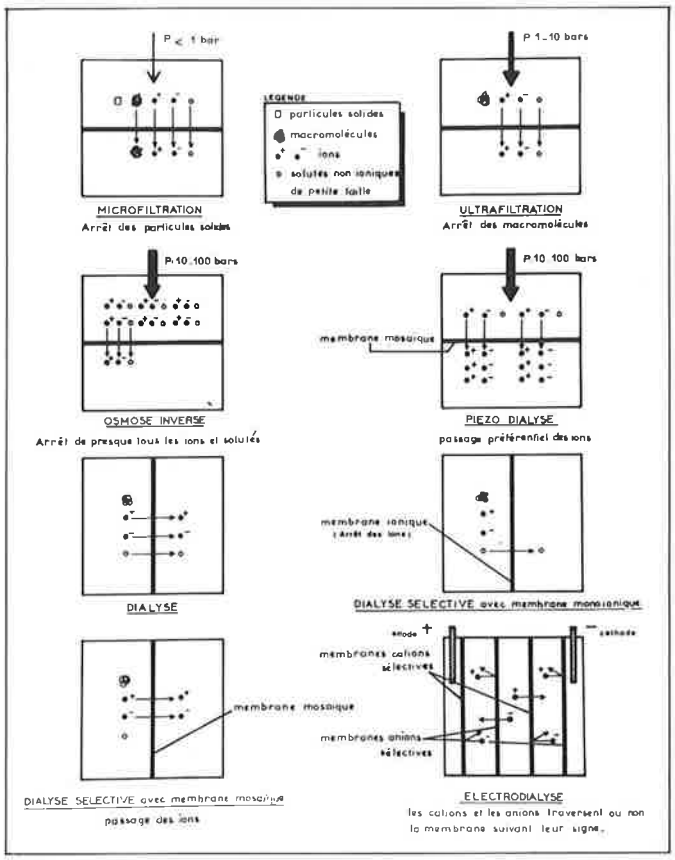



**Figure 2.**

Parmi ces techniques, l'ultrafiltration est une de celles qui a connu les progrès les plus nombreux aussi bien au point de vue membranes que dans les appareillages. Ses applications industrielles se développent rapidement dans des secteurs très variés. Nous limiterons donc notre exposé au cas de l'ultrafiltration.

## Les membranes d'ultrafiltration

Les origines de l'ultrafiltration remontent au siècle dernier. Les membranes étaient d'origine naturelle ou cellulosique ; leurs performances faibles (débit et sélectivité), leur courte durée de vie et leur emploi dans des appareils mal adaptés, limitèrent fortement leur développement industriel.

Vers les années 60, de nouvelles recherches furent entreprises aux États-Unis, en particulier avec le soutien de l'Office of Saline Water, puis quelques années plus tard en Europe, principalement en France avec l'aide de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique. Ces recherches bénéficièrent des acquis de la chimie macromoléculaire offrant toute une gamme de matériaux nouveaux accompagnés de technologie de mise en œuvre.

L'un des progrès le plus marquant est sans aucun doute la mise au point d'une membrane d'osmose inverse en acétate de cellulose de structure asymétrique (S. Loeb et S. Sourirajan). Cette membrane est constituée d'une très fine pellicule semi-perméable supportée par une structure de plus en plus poreuse servant de soutien mécanique, (figure 3), formée simultanément.

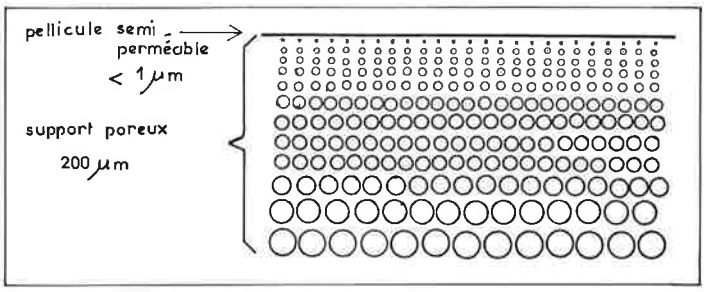



**Figure 3. Membrane à structure asymétrique.**

En effet, les membranes avaient jusqu'alors une structure homogène, et l'obtention d'épaisseur inférieure à plusieurs dizaines de microns était peu compatible avec une bonne tenue mécanique, cette contrainte imposant de faibles débits de transfert.

Cette technique, en réduisant considérablement l'épaisseur de la partie sélective tout en conservant de bonnes propriétés mécaniques, a permis des performances rendant compétitifs les procédés à membranes.

La mise en forme asymétrique, d'abord appliquée à l'acétate de cellulose pour l'obtention de membranes d'osmose inverse, puis d'ultrafiltration fut étendue à d'autres matériaux. En effet, l'acétate de cellulose, bien que présentant d'excellentes propriétés osmotiques, a l'inconvénient de n'être stable que dans un domaine très étroit de pH et d'être sensible aux attaques bactériennes, d'où la volonté de chercher des matériaux de meilleure tenue.

On vit apparaître des membranes à base de polymères synthétiques en particulier les polyélectrolytes complexes :

- à base de polystyrène (Romicon)
- à base de copolymères d'acrylonitrile (Rhône-Poulenc).

Pour certaines applications se pratiquant en milieu fortement basique et à température élevée, on a fait appel à des polymères aromatiques de hautes performances et tout particulièrement à la famille des polysulfones plus ou moins modifiés. A cette catégorie appartiennent des membranes d'Amicon, de DDS et de Rhône-Poulenc.

Un fabricant commercialise même des membranes entièrement minérales (Ucarseb, d'Union Carbide) mais leur développement est actuellement limité.

Actuellement on sait donc préparer industriellement, à partir de nombreux matériaux, des membranes de structure asymétrique, présentant des performances élevées. Nous allons maintenant donner, de façon générale, les caractéristiques et les limites d'emploi des membranes disponibles à l'échelle industrielle ou pilote.

## Propriétés et caractéristiques des membranes

On caractérise une membrane par :

• Son débit. Il s'agit du volume de solvant pur, généralement de l'eau, qui traverse la membrane pour une surface, un temps, une pression et une température donnés. On l'exprime habituellement en litre par jour et par mètre carré ($l/j.m^2$) sous une pression de 2 bars et à 20 °C.
On trouve des membranes d'ultrafiltration qui présentent des débits d'ultrafiltration à l'eau pure de 1 000 à 40 000 $l/j.m^2$ sous 2 bars à 20 °C selon leur sélectivité.

• Sa sélectivité. Par sélectivité d'une membrane d'ultrafiltration, on entend la possibilité de laisser passer ou de retenir des solutés en fonction de leur poids moléculaire. On détermine cette sélectivité en ultrafiltrant des solutions de produits étalons de poids moléculaires connus, par exemple des protéines ou des polysaccharides. Si l'on appelle Co la concentration en soluté dans la solution initiale et C la concentration dans l'ultrafiltrat, on dit que la membrane a un taux de rejet pour ce soluté qui est égal à :

$$TR\ \% = \frac{Co - C}{Co} \times 100.$$

On peut représenter la sélectivité d'une membrane de la façon suivante :

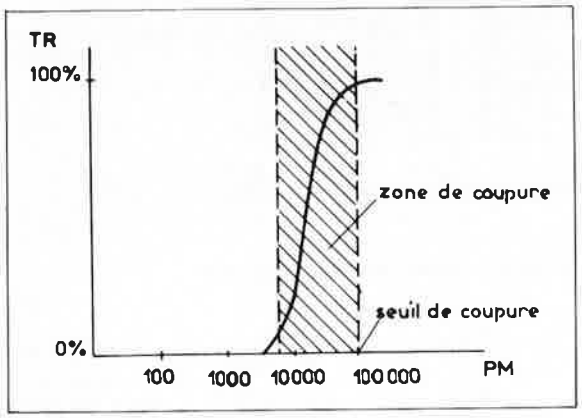



**Figure 4. Graphique représentant le pouvoir d'arrêt d'une membrane.**

Le seuil de coupure correspond au produit de plus petit poids moléculaire retenu à 100 % par la membrane, la zone de coupure correspond au domaine de poids moléculaire où les taux de rejet vont de quelques pour cent à 100 %.
Ces notions de seuil et de zone de coupure exprimés en poids moléculaire doivent être interprétées avec précaution et il faut les considérer comme un moyen de comparaison des membranes.
On trouve actuellement des membranes d'ultrafiltration de seuils de coupure variés, pouvant aller de ce que certains appellent les membranes d'hyperfiltration arrêtant les produits de poids moléculaires de l'ordre de 500 à 1 000 jusqu'aux membranes arrêtant les protéines de poids moléculaires 300 000 et plus, et se rapprochant des membranes microporeuses de faible diamètre de pores. Il faut cependant remarquer que la plupart des problèmes d'applications industrielles demandent des membranes de zone de coupure comprise entre 15 000 et 70 000.

• Sa tenue aux milieux chimiques, à la température et aux solvants. La résistance des membranes aux attaques chimiques (milieux acides ou basiques, oxydants) ou bactériennes, est conditionnée par la nature du polymère de base.
Les dérivés du polyacrylonitrile sont stables entre pH 1 à 10 jusqu'à 50 °C et résistent particulièrement bien à la plupart des solvants courants.
Les dérivés des polysulfones permettent de travailler à tout pH de 1 à 14 et sont utilisables jusqu'à au moins 80 °C.

• Sa tenue à la pression. Du fait des pressions relativement faibles utilisées en ultrafiltration, généralement 2 à 4 bars, ce problème de tenue en pression est généralement bien résolu sauf éventuellement aux températures d'emploi maximales.

• Ses possibilités de décolmatage et de stérilisation. En raison de la bonne tenue chimique des membranes actuelles, on peut choisir des moyens variés de décolmatage. On procède généralement en faisant séjourner ou circuler sans pression des solutions détergentes, on décolle et solubilise ainsi les produits colmatants et l'on retrouve les performances initiales des membranes. On effectue habituellement des rinçages complémentaires et une aseptisation en particulier pour les applications dans le domaine des industries alimentaires et biologiques.

• Sa durée de vie. La durée de vie d'une membrane dépend évidemment de ses conditions d'emploi et ce sont ses qualités de tenue chimique, de tenue à la pression, à la température et ses possibilités de décolmatage qui la déterminent. Actuellement, selon les cas, on a des durées de vie allant de 6 mois à 3 ans et plus sur certaines applications.

## Les appareils d'ultrafiltration

Parallèlement à la mise au point de ces membranes asymétriques à base de polymères synthétiques, des améliorations importantes furent apportées sur les appareils permettant la mise en œuvre des membranes et couramment appelés modules.

Les premiers appareils étaient assez rudimentaires et permettaient simplement de mettre la solution en pression contre la membrane qui fonctionnait en filtration totale.

On négligeait alors un phénomène important, qui est souvent un facteur limitant des procédés d'osmose inverse et d'ultrafiltration et qui est dénommé phénomène de couche limite ou de couche de polarisation. Sous l'effet du transfert de solvant au travers de la membrane et de l'arrêt des solutés, la concentration de la solution augmente au voisinage de la membrane.

Ce phénomène peut diminuer la perméabilité de la membrane et, dans certains cas, entraîner la précipitation de solutés à la surface de la membrane (précipité de protéines).

Une circulation de la solution à traiter au niveau de la membrane limite généralement la formation de cette couche de polarisation.

Les appareils sont donc conçus pour permettre la circulation du liquide à traiter le long des membranes. En dehors de ce principe de base dans la conception des modules, ceux-ci doivent présenter les qualités suivantes :
• présenter évidemment une bonne étanchéité ainsi qu'une tenue aux pressions envisagées,
• facilement démontables pour le changement de membranes,
• compacts, c'est-à-dire présenter pour un volume donné une grande surface de membrane, ce qui doit entraîner aussi un faible volume mort (volume occupé par la solution à traiter dans le compartiment haute pression),
• présenter une tenue chimique, et une tenue à la température au moins équivalentes à celles des membranes,
• être facilement nettoyables, en particulier ne pas présenter de zones peu accessibles aux produits de lavage et de stérilisation. Ceci est particulièrement important pour les applications des industries alimentaires et biologiques.

Il existe actuellement plusieurs conceptions de modules présentant chacune un certain nombre d'avantages qui peuvent être différents selon les applications envisagées.

Les nombreux appareils qui existent actuellement sur le marché peuvent être classés en quatre catégories.

**Module à membrane tubulaire**

Les membranes tubulaires sont situées à l'intérieur d'un tube support de 10 à 25 mm de diamètre poreux ou percés de petits trous. Elles peuvent être formées *in situ*. Le liquide à traiter circule sous pression à l'intérieur du tube et l'ultrafiltrat est collecté, par le poreux ou les trous du tube support (Abcor, Patterson - Candy).

**Module à microtubes**

La réalisation de membranes d'ultrafiltration sous forme de tubes de faible diamètre (environ 1 mm) à peau interne, permet de proposer un appareil à volume réduit constitué d'un faisceau de microtubes placé à l'intérieur d'une enveloppe cylindrique. Le liquide à traiter circule sous pression à l'intérieur des tubes dont l'épaisseur est comprise entre 50 et 150 microns (Romicon).

**Module à lames**

Un collecteur poreux est recouvert sur ses deux faces d'une couche membranaire. Le liquide à traiter circule parallèlement aux membranes et l'ultrafiltrat est évacué par la tranche de la lame non recouverte. Plusieurs cartouches, comportant chacune un certain nombre de lames, sont placées dans un dispositif de contention résistant à la pression (Dorr-Olivier) (Figure 5).

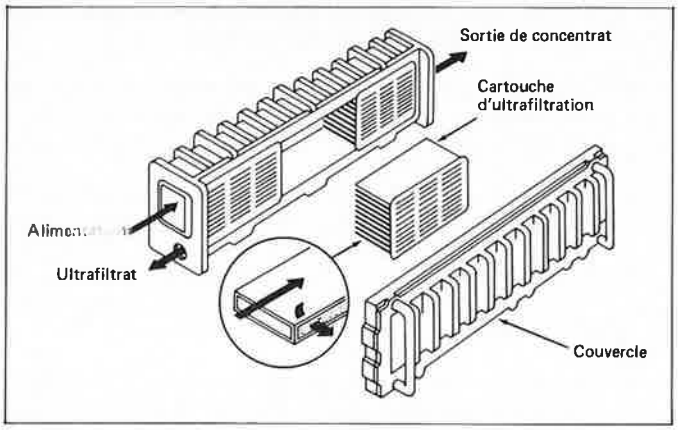



**Figure 5. Module à «lames». Détail d'un module IOPOR.**

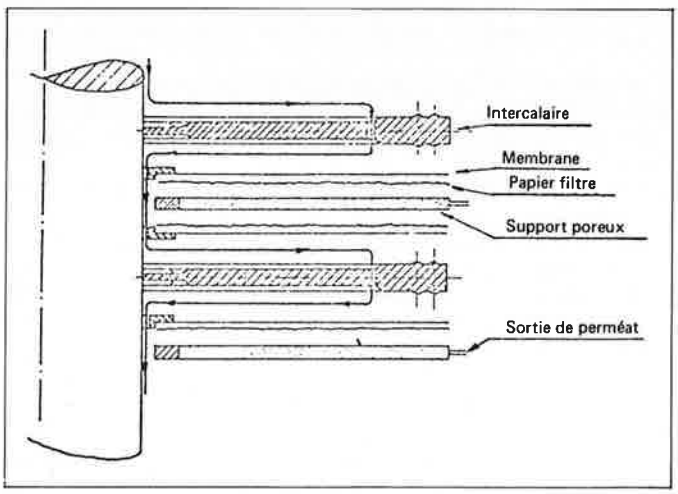



**Figure 6. Module plan à circulation radiale.**

**Modules plans**

Ils font appel au principe du filtre presse, mais avec une différence essentielle : les circuits hydrauliques autorisent une grande vitesse de circulation du flux liquide à traiter.
La circulation peut être du type radiale (DDS, figure 6), ou parallèle (R.-P., figure 7).
La membrane est supportée par une structure poreuse ou rainurée capable de draîner le diffusat en introduisant le minimum de perte de charge.

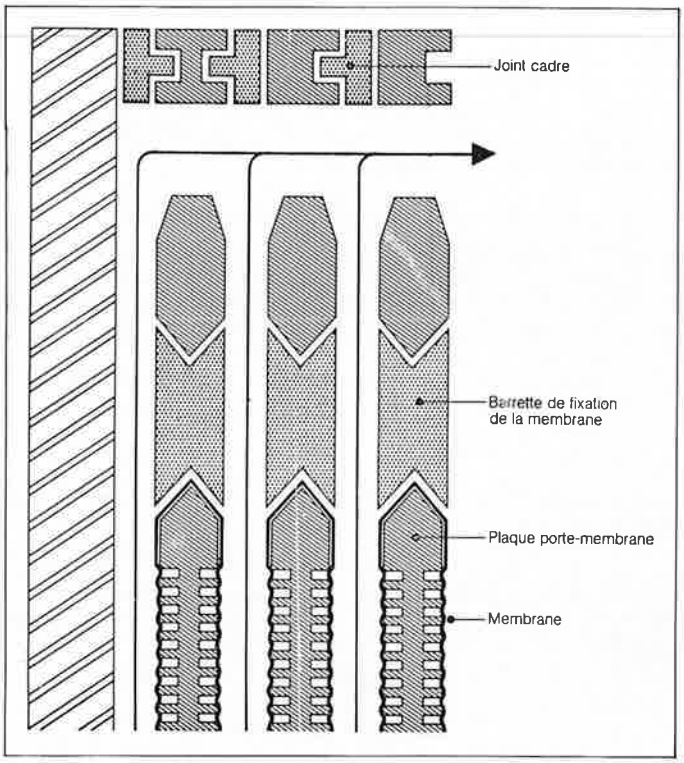



**Figure 7. Module plan à circulation parallèle.**

## Mise en œuvre des modules (voir Figure 8)

Pour faire fonctionner un module ⑥ , il faut évidemment l'associer à un organe essentiel qui est une pompe de recirculation ③ et des accessoires, dont les principaux sont : une cuve de stockage du liquide à traiter ① , des débitmètres, des manomètres ⑦, une vanne de détente ⑧ permettant, en bridant le débit

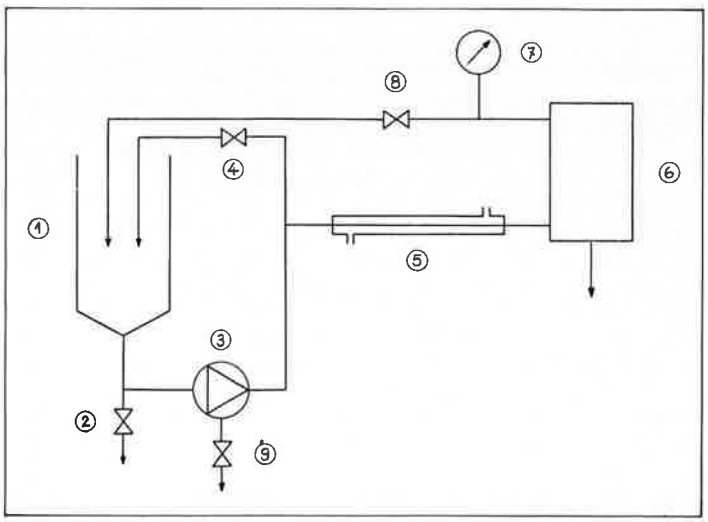



**Figure 8. Schéma de principe d'une installation d'ultrafiltration.**

de circulation après le module, de mettre celui-ci sous pression. On peut incorporer dans le circuit un échangeur thermique Ⓢ et différents systèmes de contrôle et de sécurité.

## Mise au point d'un procédé

Devant un cas pratique à traiter par ultrafiltration, il faut procéder généralement selon les étapes suivantes :
- choix de la membrane à sélectivité convenant au problème, en cellule ou petit module de laboratoire,
- détermination des conditions optimales de fonctionnement du module et mise au point du procédé au stade pilote,
- extrapolation à la taille industrielle.

La première étape permet donc de choisir qualitativement la ou les membranes pouvant convenir à la séparation envisagée.

Dans l'étude au stade pilote, il faut déterminer l'influence des principaux paramètres permettant d'obtenir une productivité maximale de l'appareil ; influence de la vitesse de circulation du liquide au niveau des membranes, influence de la pression, de la température et concentration de la solution.

C'est aussi au cours de la phase pilote que l'on détermine les procédés de lavage et de décolmatage des membranes et que l'on se fait une première idée de leur durée de vie.

Muni de tous ces renseignements, la rentabilité économique du procédé peut être déterminée avec précision et l'on peut décider de l'extrapolation à la taille industrielle.

## Applications de l'ultrafiltration

Les applications de l'ultrafiltration sont très diversifiées, il ne s'agit pas ici d'être exhaustif, ce qui serait vite fastidieux. Nous ne décrirons donc que les applications les plus importantes et les plus significatives.

### Industries pharmaceutiques et biologiques

On emploie l'ultrafiltration pour la production d'eau stérile et apyrogène, pour la concentration et la purification de protéines, d'antibiotiques, de virus et de vaccins. La dialyse employée traditionnellement depuis de très nombreuses années dans ces industries tend à être remplacée par l'ultrafiltration qui permet des traitements plus courts avec une concentration simultanée.

### Industries alimentaires et agricoles

Dans leur ensemble et sous différentes formes, il s'agit essentiellement de l'ultrafiltration des protéines.
Une des applications les plus importantes est l'emploi de l'ultrafiltration dans la fabrication de fromages, procédé mis au point par l'INRA de Rennes.
La figure suivante permet de comparer schématiquement le procédé traditionnel et le procédé incluant l'ultrafiltration.

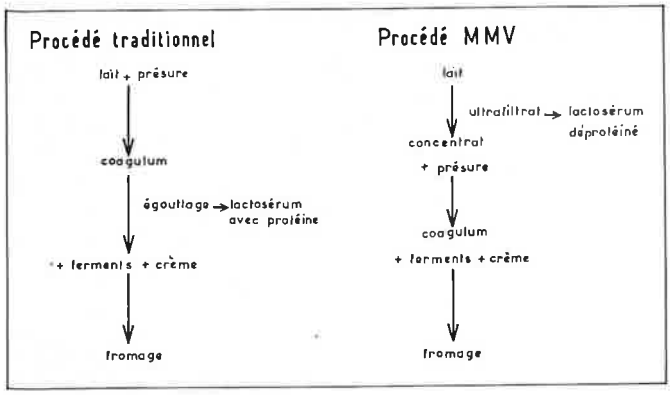



**Figure 9.**

Les avantages de cette nouvelle technique sont nombreux :
- récupération des protéines solubles,
- possibilité d'automatisation,
- diminution de la quantité de présure.

### Traitement des effluents aqueux

- Peinture par électrophorèse

La peinture par électrophorèse est maintenant largement répandue, en particulier dans le domaine de l'automobile. Au cours du traitement, le bain s'appauvrit en peinture et le rinçage des surfaces peintes contient également des pigments. Le rejet pur et simple de ces volumes entraînerait à la fois une perte de produits et une pollution inacceptables.
L'ultrafiltration intervient pour éviter à la fois la perte de produits et la pollution. La technique est entrée maintenant dans le domaine du classique puisqu'elle est proposée par les installateurs en même temps que l'installation de peinture elle-même et tous les grands de l'automobile en sont maintenant équipés.

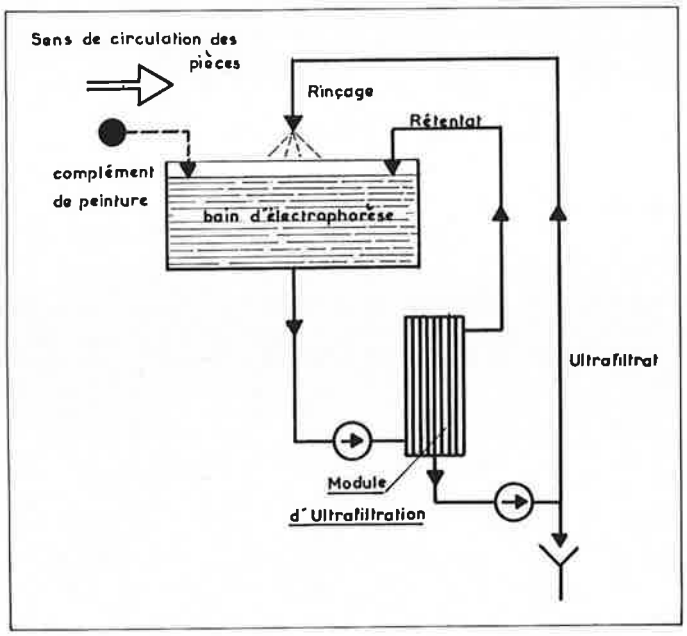



**Figure 10.**

- Effluents de tannerie

Une bonne part de la pollution provient des bains de pelanage. Leur rejet nécessite une épuration en raison de leur forte teneur en protéines et en sulfure. Des études, actuellement en cours au Centre Technique du Cuir, mettent en œuvre l'ultrafiltration et montrent déjà la forte compétitivité de cette technique vis-à-vis des autres procédés, du fait de la possibilité de récupération des protéines et du recyclage des sulfures contenus dans l'effluent traité.

- Effluents de papeterie

Chacun sait que les producteurs de pâte à papier sont en tête pour la pollution produite. Or certains de ces effluents, en particulier les jus de sodation provenant du blanchiment de la pâte présentent une forte coloration due à des produits peu ou pas biodégradables.
Dans ce cas également, des études sont en cours et ont montré les possibilités potentielles des membranes pour réduire la coloration et la DCO.

- Traitement des huiles de coupe

Nécessaires au bon fonctionnement des machines-outils, les émulsions d'huile de coupe sont par définition difficiles à «casser» donc à épurer.

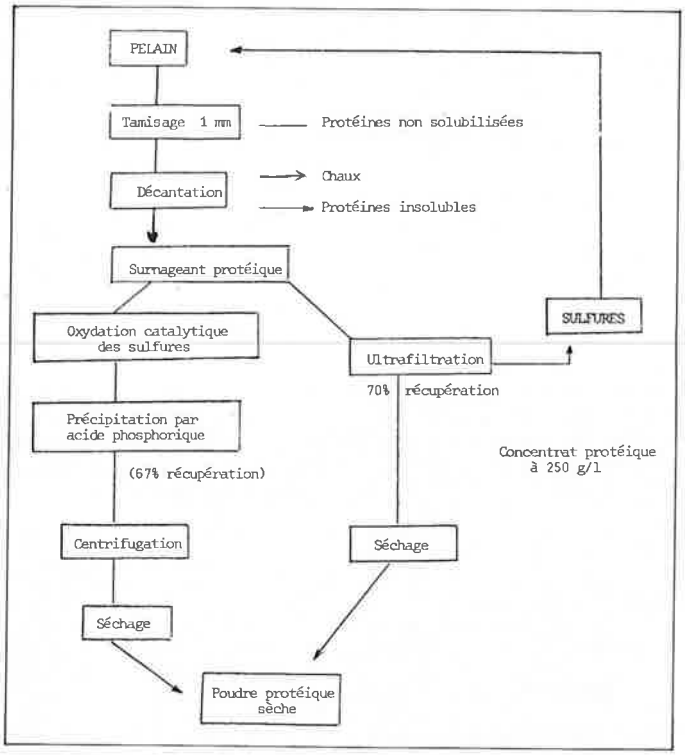



**Figure 11.**

Une concentration préalable par ultrafiltration permet de rendre possible la séparation huile-eau par simple décantation, de récupérer des calories par brûlage de l'huile et de réduire, sans l'annuler tout à fait, sinon par un traitement supplémentaire, la pollution du rejet.

**Traitement des huiles usagées**

Il s'agit dans ce cas du traitement des huiles usagées (huile moteur en particulier). Plusieurs méthodes permettent de les régénérer, en particulier un traitement par l'acide sulfurique qui est lui-même très polluant.

En ultrafiltrant l'huile usagée diluée par de l'hexane, puis en lui faisant subir un traitement complémentaire de décoloration, on la régénère. Ce procédé actuellement au stade pilote paraît très compétitif sur le plan de l'économie d'énergie et de l'absence de pollution.

## Conclusion

Les progrès réalisés au cours de ces dernières années sur les membranes artificielles et les appareils qui les mettent en œuvre ont vraiment permis de faire passer une technique comme l'ultrafiltration au stade industriel.

Le développement des procédés utilisant l'ultrafiltration devrait s'accélérer pour plusieurs raisons :

- une collaboration suivie entre utilisateurs et spécialistes des techniques membranes permet une meilleure adaptation procédé-matériel,
- la diffusion de l'appareillage permet une fabrication plus rationnelle sur une échelle plus importante avec diminution consécutive du coût,
- le contexte actuel et irréversible de récupération de produits valorisables et de diminution de la pollution doit favoriser l'introduction de plus en plus large de cette technique dans le domaine du traitement des eaux pris dans son sens le plus large.

# les aide-mémoire dunod:

## d'indispensables instruments de travail au format de poche

### Chimie générale et minérale

*(nouveauté 1978)*
**tome 1 :** Nomenclature, atomistique, données sur les solides et les solutions. 288 pages - 44 F
**tome 2 :** Constantes physico-chimiques; renseignements pratiques. 328 pages - 48 F
*« L'originalité de l'ouvrage porte sur... le caractère moderne des données présentées,... la facilité de consultation et d'utilisation. »* *Informations Chimie*

### Composés organiques

312 pages - 49 F
Cet ouvrage présente, par ordre alphabétique et en utilisant la nomenclature officielle, les composés les plus courants de la chimie organique et leurs constantes physiques sous forme de tableaux. Les dénominations non officielles figurent en annexe.
*« De l'étudant à l'ingénieur chimiste, en passant par le technicien et le professeur, chacun pourra y trouver les caractéristiques essentielles indispensables à ses études, travaux ou recherches. »* *Informations chimie*

### Législation des nuisances

240 pages - 46 F
*«... Ce livre, extrêmement condensé, est une mine d'informations classées et utilisables avec la plus grande facilité. Très objectivement, on ne voit pas comment une entreprise industrielle, aussi modeste soit-elle, pourrait se passer de ce petit aide-mémoire. »* *Presse-Environnement*

**dunod**
**pour le spécialiste**

**CHIMIE**

POLYMERES ET MATERIAUX MACROMOLECULAIRES

Modification et adaptation de polymères (pour membranes, paliers autolubrifiants, filage, etc..) Etude et mise au point d'additifs (d'ignifugation, de protection antifongique, etc..)

Etude et développement de matériaux thermoplastiques et thermodurcissables chargés et renforcés - Mise au point de pilotes de fabrication (pultrusion, filature, mélangeage, etc..)

Analyse des polymères (GPC, IR, GC/MS, RMN du proton, du carbone, etc..) - Caractérisation des propriétés mécaniques, du comportement au feu et au vieillissement de ces matériaux

**BIOCHIMIE**

. ETUDES MICROBIOLOGIQUES
. TESTS BIOLOGIQUES
. CORROSION BIOLOGIQUE
. BIODEGRADABILITE
. FERMENTATIONS

**POLLUTIONS EAU ET AIR**

. CARACTERISATION DES POLLUTIONS
. TRAITABILITE
. INGENIERIE - ASSISTANCE TECHNIQUE
. CONTROLE - EXPERTISE

# chimie organique

**Jean Mathieu, Robert Panico**

**MÉCANISMES RÉACTIONNELS EN CHIMIE ORGANIQUE**

*Sommaire :*
Rappel des notions fondamentales. Orbitales et liaisons. Coordonnées et géométrie moléculaires. Chiralité et configuration des molécules organiques. Effets stériques et électroniques. Éléments des réactions, état de transition. Entités organiques réactives. Substitution nucléophile. Substitution électrophile. Additions nucléophiles. Additions électrophiles. Éliminations ioniques. Transpositions ioniques. Réactions thermiques. Réactions radicalaires. Réactions photochimiques. Réactions d'insertion et d'extrusion. Réactions de réduction. Réactions d'oxydation. Solvants.

1972. *Act. scient. et indust.* 1357;
175 x 240, 792 pp.
ISBN 2 7056 1357 9 142 F

**Jean Mathieu, Robert Panico, Jean Weill-Raynal**

**LES GRANDES RÉACTIONS DE SYNTHÈSE ORGANIQUE**

Préface de H. Normant, de l'Institut

*Sommaire :*
Condensations ioniques. Réactions de duplication. Réactions d'insertion. Condensations faisant intervenir les métaux de transition. Condensations thermiques. Photocondensations. Condensations radicalaires. Dégradations. Réarrangements.

1975. *Act. scient. et indust.* 1374;
175 x 240, 356 pp.
ISBN 2 7056 1374 9 92 F

**Jean Mathieu, Robert Panico, Jean Weil-Raynal**

**L'AMÉNAGEMENT FONCTIONNEL EN SYNTHÈSE ORGANIQUE**

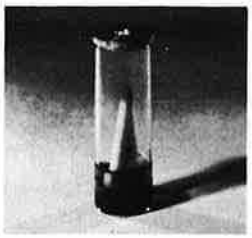
Préface de H. Normant, de l'Institut

*Sommaire :*
Réactions isohypsiques. Réactions de réduction. Réactions d'oxydation. Réactions au niveau d'hétéroatomes.

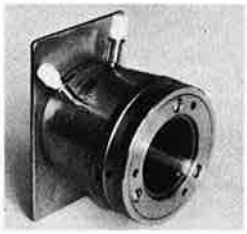
1978. *Act. scient. et indust.* 1386;
175 x 240, 400 pp.
ISBN 2 7056 1386 2 86 F

**Hermann**
**293 rue Lecourbe, 75015 Paris**

# SPECTROPHOTOMETRIE



**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**

**Polariseurs IR :**
**1 à 20 $\mu$, 95 %, 70 % T.**
**20 à 1 000 $\mu$, 93 %, 80 % T.**
**50 à 1 000 $\mu$, 93 %, 80 % T.**

**Fenêtres UV et IR en NaCl, AgBr, $BaF_2$, LiF, silice, verre, CsBr, CsI, KRS — 5, $CaF_2$**
**Coffret de polissage pour fenêtres en Nacl, KCl, KBr.**

*Catalogue sur demande :*
**7, rue Titon**
**75011 Paris**
**Tél. : 371.00.60 / 371.01.27**
**Télex : 211558 F ORIEL**

**ORIEL**



# flammarion médecine - sciences

20, rue de vaugirard, 75006 paris

**LEHNINGER**
biochimie
2e édition 1977 · 1084 pages · 295 F

●

**LEVISALLES-CASTRO**
chimie organique
**4 fascicules couvrant l'ensemble de l'enseignement de chimie organique**

**1 • généralités et fonctions simples**
274 pages · 38 F

**2 • dynamique chimique**
214 pages · 40 F

**3 • composés organiques complexes**
306 pages · 48 F

**4 • synthèse organique**
334 pages · 98 F

●

**SUARD-PRAUD**
chimie générale
304 pages · 60 F

●

**HESLOP**
chimie inorganique
822 pages · 90 F

●

**REICHARDT**
effets de solvant en chimie organique
182 pages · 43 F

●

**KAMOUN**
appareils et méthodes en biochimie
240 pages · 55 F

●

**SCHAPIRA**
biochimie générale
7e édition · 355 pages · 68 F

●

**LEROUX**
aide-mémoire de biochimie
144 pages · 40 F

# L'enthalpie libre et l'affinité

**par Yves Pauleau**

*(Laboratoire de physico-chimie minérale et de thermodynamique, U.E.R. Sciences et Techniques, Faculté des Sciences, Boulevard Lavoisier, 49045 Angers Cedex.)*

## Introduction.

Dans les ouvrages de thermodynamique, l'affinité d'une réaction est définie de plusieurs façons. Certains auteurs (1-4) définissent l'affinité par la relation suivante :

$$A = -\Delta G_{P,T} \qquad \text{(I)}$$

$\Delta G_{P,T}$ étant l'enthalpie libre de la réaction qui a lieu à température et pression totale constantes. D'autres auteurs (5-7) définissent cette fonction de la manière suivante :

$$A = -\Sigma \nu_i \mu_i = -\left(\frac{\partial G}{\partial \xi}\right)_{T,P,n_j} \qquad \text{(II)}$$

Conformément à cette équation, l'affinité de la réaction est alors définie, à un instant donné $t$, où le potentiel chimique d'un composé $i$ participant à la réaction a la valeur $\mu_i$. $\nu_i$ est le coefficient stœchiométrique du composé $i$ dans l'équation de réaction. $\nu_i$ est positif si le composé $i$ est un produit de réaction et il est négatif si le composé $i$ est un réactif. $\xi$ est le degré d'avancement de la réaction qui est fourni par la relation suivante :

$$\xi = \frac{n_i - n_{0i}}{\nu_i} \qquad \text{(III)}$$

$n_{0i}$ et $n_i$ sont les nombres de moles du composé $i$, à l'état initial et à l'instant $t$ où le degré d'avancement a la valeur $\xi$. L'affinité a, par conséquent, une valeur qui varie au cours du temps au fur et à mesure que la réaction progresse ; A est une fonction de $\xi$. Ces différentes définitions de la même fonction jettent un certain trouble dans les esprits et les étudiants ont souvent des difficultés pour établir une relation entre les équations (I) et (II).

## Définition de l'affinité de réaction.

La véritable définition de l'affinité d'une réaction est celle proposée par De Donder. La variation d'entropie d'un système, siège d'une réaction irréversible, est fournie par la relation suivante :

$$dS > \frac{\partial Q_{\text{irrév}}}{T} \qquad \text{(IV)}$$

ou

$$dS = \frac{\partial Q_{\text{irrév}}}{T} + \frac{\partial Q'}{T} \qquad \text{(V)}$$

$\partial Q_{\text{irrév}}$ est la quantité de chaleur échangée entre le système et le milieu extérieur au cours de la transformation irréversible ; $\partial Q'$ est la chaleur non compensée de Clausius. La transformation irréversible entraîne une production d'entropie, $d_iS$, telle que :

$$d_iS = \frac{\partial Q'}{T} \qquad \text{(VI)}$$

De Donder définit l'affinité de la réaction par la relation :

$$A = \frac{\partial Q'}{d\xi} \qquad \text{(VII)}$$

ou

$$A = T\frac{d_iS}{d\xi} \qquad \text{(VIII)}$$

C'est-à-dire qu'à un instant $t$, où le degré d'avancement de la réaction a la valeur $\xi$, à température et pression totale constantes, la variation de chaleur non compensée et la production d'entropie dues à la réaction sont proportionnelles à la variation du degré d'avancement ; l'affinité de la réaction est le facteur de proportionnalité. Les variations de chaleurs sont notées par la lettre $\partial$ pour souligner le fait que ce ne sont pas des différentielles totales exactes. Si la transformation est réversible, la production d'entropie est nulle car l'affinité de réaction est nulle.

A partir de cette définition, il est possible d'établir la relation entre l'affinité et les potentiels chimiques. Conformément au premier principe, on sait que :

$$dU = \partial Q_{\text{irrév}} + \partial W = \partial Q_{\text{irrév}} - PdV \qquad \text{(IX)}$$

En tenant compte des équations (V) et (VI), on obtient :

$$dU = TdS - PdV - Td_iS$$
$$dU = TdS - PdV - Ad\xi \qquad \text{(X)}$$

$$dH = TdS + VdP - Td_iS$$
$$dH = TdS + VdP - Ad\xi \qquad \text{(XI)}$$

ainsi que :

$$A = -\left(\frac{\partial U}{\partial \xi}\right)_{S,V} = -\left(\frac{\partial H}{\partial \xi}\right)_{S,P} \qquad \text{(XII)}$$

On obtient de la même manière :

$$dG = -SdT + VdP - Td_iS$$
$$dG = -SdT + VdP - Ad\xi \qquad \text{(XIII)}$$

On sait, par ailleurs, que :

$$dG = -SdT + VdP + \Sigma\mu_i dn_i \qquad \text{(XIV)}$$

ce qui entraîne :

$$-Ad\xi = \Sigma\mu_i dn_i \qquad \text{(XV)}$$

On retrouve, à partir de l'équation XV, la définition de l'affinité fournie par certains auteurs, c'est-à-dire :

$$A = -\Sigma\nu_i\mu_i = -\left(\frac{\partial G}{\partial \xi}\right)_{T,P,n_j}$$

## Relations entre l'enthalpie libre et l'affinité.

Afin d'établir les relations entre l'affinité d'une réaction et la variation d'enthalpie libre du système siège de cette réaction, il convient de distinguer deux cas.

**Tableau I**

| | | A | B | A' | B' |
|---|---|---|---|---|---|
| État initial $\xi = 0$ | Nombres de moles | $n_{0A}$ | $n_{0B}$ | $n_{0A'}$ | $n_{0B'}$ |
| | Pressions partielles | $P_{0A}$ | $P_{0B}$ | $P_{0A'}$ | $P_{0B'}$ |
| | Potentiels chimiques | $\mu_{0A} = \mu_A^0 + RT\,\mathrm{Log}\,P_{0A}$ | $\mu_{0B} = \mu_B^0 + RT\,\mathrm{Log}\,P_{0B}$ | $\mu_{0A'} = \mu_{A'}^0 + RT\,\mathrm{Log}\,P_{0A'}$ | $\mu_{0B'} = \mu_{B'}^0 + RT\,\mathrm{Log}\,P_{0B'}$ |
| Instant $t$ $\xi$ | Nombres de moles | $n_A = n_{0A} - \nu_A\xi$ | $n_B = n_{0B} - \nu_B\xi$ | $n_{A'} = n_{0A'} + \nu_{A'}\xi$ | $n_{B'} = n_{0B'} + \nu_{B'}\xi$ |
| | Pressions partielles | $P_A$ | $P_B$ | $P_{A'}$ | $P_{B'}$ |
| | Potentiels chimiques | $\mu_A = \mu_A^0 + RT\,\mathrm{Log}\,P_A$ | $\mu_B = \mu_B^0 + RT\,\mathrm{Log}\,P_B$ | $\mu_{A'} = \mu_{A'}^0 + RT\,\mathrm{Log}\,P_{A'}$ | $\mu_{B'} = \mu_{B'}^0 + RT\,\mathrm{Log}\,P_{B'}$ |

1. On considère un système composé de quatre gaz parfaits A, B, A′ et B′ dans lequel a lieu la réaction suivante :

$$\nu_A A + \nu_B B \rightarrow \nu_{A'} A' + \nu_{B'} B' \qquad \text{(XVI)}$$

Cette réaction se déroule à température et pression totale constantes ; les pressions partielles des quatre gaz vont varier. Les nombres de moles, les pressions partielles et les potentiels chimiques à l'état initial où $\xi$ est nul et à un instant $t$ quelconque où le degré d'avancement a la valeur $\xi$ figurent dans le tableau I.

La variation d'enthalpie libre du système entre ces deux états est fournie par la relation suivante :

$$\Delta G_{P,T} = G_\xi - G_0 \qquad \text{(XVII)}$$

D'après le théorème d'Euler, à un instant donné où le potentiel chimique et le nombre de moles du composé $i$ sont respectivement $\mu_i$ et $n_i$, on a :

$$G = \Sigma n_i \mu_i \qquad \text{(XVIII)}$$

Cette relation permet de calculer l'enthalpie libre du système à l'instant $t$ :

$$\begin{aligned} G_\xi = {} & n_{0A}\mu_A^0 + n_{0A}\,RT\,\mathrm{Log}\,P_A - \nu_A\xi\mu_A^0 - \nu_A\xi\,RT\,\mathrm{Log}\,P_A \\ & + n_{0B}\mu_B^0 + n_{0B}\,RT\,\mathrm{Log}\,P_B - \nu_B\xi\mu_B^0 - \nu_B\xi RT\,\mathrm{Log}\,P_B \\ & + n_{0A'}\mu_{A'}^0 + n_{0A'}RT\,\mathrm{Log}\,P_{A'} + \nu_{A'}\xi\mu_{A'}^0 \\ & + \nu_{A'}\xi RT\,\mathrm{Log}\,P_{A'} \\ & + n_{0B'}\mu_{B'}^0 + n_{0B'}RT\,\mathrm{Log}\,P_{B'} \\ & + \nu_{B'}\xi\mu_{B'}^0 + \nu_{B'}\xi RT\,\mathrm{Log}\,P_{B'} \end{aligned} \qquad \text{(XIX)}$$

et à l'instant initial :

$$\begin{aligned} G_0 = {} & n_{0A}\mu_A^0 + n_{0A}\,RT\,\mathrm{Log}\,P_{0A} + n_{0B}\mu_B^0 \\ & + n_{0B}\,RT\,\mathrm{Log}\,P_{0B} \\ & + n_{0A'}\mu_{A'}^0 + n_{0A'}\,RT\,\mathrm{Log}\,P_{0A'} \\ & + n_{0B'}\mu_{B'}^0 + n_{0B'}\,RT\,\mathrm{Log}\,P_{0B'} \end{aligned} \qquad \text{(XX)}$$

ainsi que la variation d'enthalpie libre lorsque le système change d'état :

$$\begin{aligned} \Delta G_{P,T} = {} & n_{0A}\,RT\,\mathrm{Log}\frac{P_A}{P_{0A}} + n_{0B}\,RT\,\mathrm{Log}\frac{P_B}{P_{0B}} \\ & + n_{0A'}\,RT\,\mathrm{Log}\frac{P_{A'}}{P_{0A'}} \\ & + n_{0B'}\,RT\,\mathrm{Log}\frac{P_{B'}}{P_{0B'}} \\ & - \xi(\nu_A\mu_A^0 + \nu_B\mu_B^0 - \nu_{A'}\mu_{A'}^0 \\ & - \nu_{B'}\mu_{B'}^0 - RT\,\mathrm{Log}\frac{(P_{A'})^{\nu_{A'}}.(P_{B'})^{\nu_{B'}}}{(P_A)^{\nu_A}.(P_B)^{\nu_B}} \end{aligned} \qquad \text{(XXI)}$$

Dans l'équation (XXI), le terme entre parenthèses est l'affinité de la réaction, à l'instant $t$ où le degré d'avancement a la valeur $\xi$, conformément à l'équation (II). Par conséquent, on peut écrire l'équation (XXI) sous la forme suivante :

$$\begin{aligned} \Delta G_{P,T} = {} & n_{0A}\,RT\,\mathrm{Log}\frac{P_A}{P_{0A}} + n_{0B}\,RT\,\mathrm{Log}\frac{P_B}{P_{0B}} \\ & + n_{0A'}\,RT\,\mathrm{Log}\frac{P_{A'}}{P_{0A'}} + n_{0B'}\,RT\,\mathrm{Log}\frac{P_{B'}}{P_{0B'}} - \xi A_\xi \end{aligned} \qquad \text{(XXII)}$$

La notation $A_\xi$ est utilisée pour souligner le fait que l'affinité est fonction du degré d'avancement.

L'équation (XXII) appelle un certain nombre de remarques. La variation d'enthalpie libre du système, $\Delta G_{P,T}$, a les mêmes unités que le produit ($n$RT), c'est-à-dire que la valeur de cette fonction s'exprime en joules ou en kilojoules. L'affinité de la réaction devrait être exprimée en kJ par unité de degré d'avancement. Mais l'unité de degré d'avancement n'existant pas, on exprime A en kJ.
L'équation (XXII) est constituée de deux termes. Le premier terme où interviennent les pressions partielles représente la contribution de la variation des pressions partielles, le second terme ($\xi A_\xi$) représente la contribution de la réaction.

Si à l'instant $t$, que nous avons considéré, correspond un état d'équilibre, on a alors $\xi = \xi_e$ et $A_{\xi_e} = 0$, d'où la variation d'enthalpie libre du système est fournie par la relation suivante :

$$\begin{aligned} \Delta G_{P,T} = {} & n_{0A}\,RT\,\mathrm{Log}\frac{P_A}{P_{0A}} + n_{0B}\,RT\,\mathrm{Log}\frac{P_B}{P_{0B}} \\ & + n_{0A'}\,RT\,\mathrm{Log}\frac{P_{A'}}{P_{0A'}} + n_{0B'}\,RT\,\mathrm{Log}\frac{P_{B'}}{P_{0B'}} \end{aligned} \qquad \text{(XXIII)}$$

Si on admet que le système où a lieu la réaction chimique est de très grande dimension et que le nombre de moles consommées par la réaction est très faible, $n_i \simeq n_{0i}$, on a alors $P_i \simeq P_{0i}$ et par conséquent, l'équation (XXII) devient :

$$\Delta G_{P,T} = -\,\xi A_\xi \quad \text{(au 2}^{\text{e}}\text{ ordre près)} \qquad \text{(XXIV)}$$

Pour ce système de très grande dimension, si $n_i - n_{0i} = \nu_i$, le degré d'avancement sera égal à l'unité et on obtient :

$$\Delta G_{P,T} = -\,A_\xi \qquad \text{(XXV)}$$

On retrouve la relation (I) mais il ne faut pas oublier que $\Delta G_{P,T}$ et $A_\xi$ n'ont pas du tout la même signification. Dans ces conditions, la variation d'enthalpie libre du système n'est due qu'à la réaction et on dit que $\Delta G_{P,T}$ est l'enthalpie libre de la réaction :

$$\begin{aligned} \Delta G_{P,T} = {} & -\,A = \nu_{A'}\mu_{A'}^0 + \nu_{B'}\mu_{B'}^0 - \nu_A\mu_A^0 - \nu_B\mu_B^0 \\ & + RT\,\mathrm{Log}\frac{(P_{A'})^{\nu_{A'}}.(P_{B'})^{\nu_{B'}}}{(P_A)^{\nu_A}.(P_B)^{\nu_B}} \end{aligned} \qquad \text{(XXVI)}$$

L'enthalpie libre standard de la réaction, $\Delta G^0$, est la variation d'enthalpie libre du système de très grande dimension lorsqu'il passe de l'état initial où les pressions partielles sont

$$P_A = P_B = P_{A'} = P_{B'} = 1\ \text{atm},$$

les nombres de moles sont $n_{0A}$, $n_{0B}$, $n_{0A'}$ et $n_{0B'}$ et le degré d'avancement est nul, à l'état final où les pressions partielles sont

$$P_A = P_B = P_{A'} = P_{B'} = 1\ \text{atm},$$

les nombres de moles sont

$$n_A \simeq n_{0A} \qquad n_B \simeq n_{0B} \qquad n_{A'} \simeq n_{0A'} \qquad \text{et} \qquad n_{B'} \simeq n_{0B'}$$

et le degré d'avancement est égal à l'unité ; c'est-à-dire que

l'équation (XXVI) devient :

$$\Delta G_T^0 = -A^0 = \nu_{A'}\mu_{A'}^0 + \nu_{B'}\mu_{B'}^0 - \nu_A\mu_A^0 - \nu_B\mu_B^0 \qquad \text{(XXVII)}$$
$$\Delta G_T^0 = \Sigma\nu_i\mu_i^0$$

Comme les potentiels chimiques standard, l'enthalpie libre standard de la réaction, $\Delta G_T^0$, ne dépend que de la température. En tenant compte de l'équation (XXVII), l'équation (XXVI) devient :

$$\Delta G_{P,T} = \Delta G_T^0 + RT \operatorname{Log} \frac{(P_{A'})^{\nu_{A'}}.(P_{B'})^{\nu_{B'}}}{(P_A)^{\nu_A}.(P_B)^{\nu_B}} \qquad \text{(XXVIII)}$$

Si l'état final que nous avons considéré pour établir l'équation (XXIV) est un état d'équilibre, on a alors $A_{\xi_e} = 0$ et $\Delta G_{P,T} = 0$, ce qui entraîne :

$$\Delta G_T^0 = -RT \operatorname{Log} \frac{(P_{A'})^{\nu_{A'}}.(P_{B'})^{\nu_{B'}}}{(P_A)^{\nu_A}.(P_B)^{\nu_B}} \qquad \text{(XXIX)}$$

Le rapport de pressions partielles dans le terme logarithme a une valeur bien définie à une certaine température ; on retrouve l'expression de la constante d'équilibre dont la valeur ne dépend que de la température :

$$K_p = \frac{(P_{A'})^{\nu_{A'}}.(P_{B'})^{\nu_{B'}}}{(P_A)^{\nu_A}.(P_B)^{\nu_B}} \qquad \text{(XXX)}$$

**2.** On considère maintenant que le système est constitué à l'état initial de $n_{0A}$ moles du composé gazeux A et de $n_{0B}$ moles du gaz B uniquement. On admet que la réaction XVI est complète et, par conséquent, à l'état final le système est constitué de $n_{fA'}$ moles de gaz A' et de $n_{fB'}$ moles de gaz B'. La réaction XVI a lieu, comme précédemment, à température et pression totale constantes. Les nombres de moles, les pressions partielles et les potentiels chimiques des composés gazeux A, B, A' et B' figurent dans le tableau II.

Pour que la transformation ait lieu dans ces conditions, il faut obligatoirement que le mélange initial des gaz A et B soit réalisé en respectant les proportions stœchiométriques, sinon il resterait soit du gaz A, soit du gaz B, à l'état final. D'où, si $x$ est le coefficient de proportionnalité, on doit avoir :

$$n_{0A} = x\nu_A \qquad n_{0B} = x\nu_B \qquad n_{fA'} = x\nu_{A'} \qquad \text{et} \qquad n_{fB'} = x\nu_{B'}$$

Le degré d'avancement varie de $\xi_0 = 0$ à $\xi_f = x$. La variation d'enthalpie libre du système est :

$$\Delta G_{P,T} = G_f - G_0$$

$$G_f = n_{fA'}\mu_{A'}^0 + n_{fA'} RT \operatorname{Log} P_{A'} + n_{fB'}\mu_{B'}^0 + n_{fB'} RT \operatorname{Log} P_{B'} \qquad \text{(XXXI)}$$

$$G_0 = n_{0A}\mu_A^0 + n_{0A} RT \operatorname{Log} P_A + n_{0B}\mu_B^0 + n_{0B} RT \operatorname{Log} P_B \qquad \text{(XXXII)}$$

$$\Delta G_{P,T} = x(\nu_{A'}\mu_{A'}^0 + \nu_{B'}\mu_{B'}^0 - \nu_A\mu_A^0 - \nu_B\mu_B^0 + RT \operatorname{Log} \frac{(P_{A'})^{\nu_{A'}}.(P_{B'})^{\nu_{B'}}}{(P_A)^{\nu_A}.(P_B)^{\nu_B}} \qquad \text{(XXXIII)}$$

Si, à l'état initial, on a $n_{0A} = \nu_A$ et $n_{0B} = \nu_B$, c'est-à-dire si $x = 1$, on obtient :

$$\Delta G_{P,T} = \nu_{A'}\mu_{A'}^0 + \nu_{B'}\mu_{B'}^0 - \nu_A\mu_A^0 - \nu_B\mu_B^0 + RT \operatorname{Log} \frac{(P_{A'})^{\nu_{A'}}.(P_{B'})^{\nu_{B'}}}{(P_A)^{\nu_A}.(P_B)^{\nu_B}} \qquad \text{(XXXIV)}$$

Les équations XXXIV et XXVI sont identiques ; $\Delta G_{P,T}$ est l'enthalpie libre de la réaction XVI. La valeur numérique de $\Delta G_{P,T}$ dépend de la valeur des coefficients stœchiométriques utilisés dans l'équation de réaction.

Contrairement au premier cas envisagé, la variation d'enthalpie libre et l'affinité de la réaction à un instant $t$ quelconque ne sont absolument pas liées. Dans le deuxième cas étudié, l'affinité de la réaction varie de $+\infty$ à $-\infty$. En effet, on a :

$$A_{\xi_0} = \nu_A\mu_A^0 + \nu_B\mu_B^0 - \nu_{A'}\mu_{A'}^0 - \nu_{B'}\mu_{B'}^0 - RT \operatorname{Log} \frac{0}{(P_A)^{\nu_A}.(P_B)^{\nu_B}} \rightarrow +\infty \qquad \text{(XXXV)}$$

à l'état final,

$$A_{\xi_f} = \nu_A\mu_A^0 + \nu_B\mu_B^0 - \nu_{A'}\mu_{A'}^0 - \nu_{B'}\mu_{B'}^0 - RT \operatorname{Log} \frac{(P_{A'})^{\nu_{A'}}.(P_{B'})^{\nu_{B'}}}{0} \rightarrow -\infty \qquad \text{(XXXVI)}$$

**Tableau II**

| | | A | B | A' | B' |
|---|---|---|---|---|---|
| État initial $\xi_i = 0$ | Nombres de moles | $n_{0A}$ | $n_{0B}$ | 0 | 0 |
| | Pressions partielles | $P_A$ | $P_B$ | 0 | 0 |
| | Potentiels chimiques | $\mu_A = \mu_A^0 + RT \operatorname{Log} P_A$ | $\mu_B = \mu_B^0 + RT \operatorname{Log} P_B$ | | |
| État final $\xi_f = 1$ ou $\xi_f = x$ | Nombres de moles | 0 | 0 | $n_{fA'}$ | $n_{fB'}$ |
| | Pressions partielles | 0 | 0 | $P_{A'}$ | $P_{B'}$ |
| | Potentiels chimiques | | | $\mu_{A'} = \mu_{A'}^0 + RT \operatorname{Log} P_{A'}$ | $\mu_{B'} = \mu_{B'}^0 + RT \operatorname{Log} P_{B'}$ |

On peut calculer la valeur moyenne de l'affinité lorsque le degré d'avancement passe de $\xi_1$ à $\xi_2$. Cette valeur moyenne est obtenue en utilisant la relation suivante :

$$A_{\xi}^{\xi_1^{\xi_2}} = \frac{1}{\xi_2 - \xi_1} \int_{\xi_1}^{\xi_2} A \, d\xi = \frac{1}{\xi_2 - \xi_1} \int_{\xi_1}^{\xi_2} - \left(\frac{\partial G}{\partial \xi}\right)_{T,P} d\xi \qquad \text{(XXXVII)}$$

En intégrant, on obtient :

$$A_{\xi}^{\xi_1^{\xi_2}} = \frac{1}{\xi_2 - \xi_1} (G_{\xi_1} - G_{\xi_2}) \qquad \text{(XXXVIII)}$$

Si $\xi_1 = 0$ et si $\xi_2 = 1$ (le nombre de moles initial est égal aux coefficients stœchiométriques), l'équation XXXVIII devient :

$$\Delta G_{P,T} = G_1 - G_0 = - A_0^1 \qquad \text{(XXXIX)}$$

Si le nombre de moles initial est proportionnel aux coefficients stœchiométriques ($x$ étant le coefficient de proportionnalité), on obtient :

$$\Delta G_{P,T} = G_x - G_0 = - \xi A_0^1 = - x A_0^1 \qquad \text{(XL)}$$

## Conclusion.

En définitive, la variation d'enthalpie libre d'un système, siège d'une réaction chimique, est égale à l'enthalpie libre de la réaction dans les deux cas suivants :

1) le système composé initialement des produits et des réactifs est de très grande dimension et les nombres de moles consommées et produites par la réaction sont négligeables par rapport aux nombres de moles initiales, c'est-à-dire que les pressions partielles des réactifs et des produits sont considérées comme constantes ;

2) le système est constitué à l'état initial uniquement par les réactifs en proportions stœchiométriques et à l'état final par les produits de réaction, c'est-à-dire qu'on considère que la réaction est complète.

Dans le premier cas, l'enthalpie libre de réaction est égale en valeur absolue à l'affinité de la réaction calculée en utilisant les pressions partielles initiales ou finales, celles-ci ne variant pas.

Dans le deuxième cas, l'enthalpie libre de réaction est égale, en valeur absolue, à l'affinité moyenne de la réaction entre l'état initial où $\xi = 0$ et l'état final où $\xi = 1$.

## Bibliographie.


(1) P. Souchay, « Chimie Physique, Thermodynamique chimique », Éd. Masson et Cie, Paris, 1968, p. 59.

(2) G. Emschwiller, « Chimie Physique », tome I, Presses Universitaires de France, Paris, 1964, p. 39.

(3) E. A. Guggenheim, « Thermodynamique », Éd. Dunod, Paris, 1965, p. 365.

(4) R. Gibert, « Thermodynamique chimique », Éd. Eyrolles, Paris, 1970, p. 148.

(5) M. Dode, « Bases Fondamentales et Applications de la Thermodynamique Chimique », SEDES, Paris, 1956, p. 185.

(6) P. Provost et M. Joyal, « Thermodynamique », Éd. Masson et Cie, Paris, 1972, p. 157.

(7) D. Balcsdent, « Thermodynamique Chimique », Coordonnateur J. Bousquet, Monographie n° 6 du Centre d'Actualisation Scientifique et Technique de l'I.N.S.A., Éd. Masson et Cie, Paris, 1969, p. 28.

EURO TRADUCTION®

Traductions techniques

interprétariat

dactylographie
en langue étrangère

*devis gratuit*
*service coursier*

225.03.36
359.74.33
723.46.11

35, avenue de Friedland
75008 PARIS

MEMBRE DE LA CHAMBRE NATIONALE DES ENTREPRISES DE TRADUCTION

# Convergence Chimie 1978 (Poitiers, 23-25 mars 1978)

## Bilan du 1er programme (1976-1978) des Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie

**par Maurice Gomel,**
*(Organisateur de Convergence-Chimie-1978, ancien Secrétaire général des Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie, nov. 1976 - mars 1978)*

### 1. Les réunions regroupées

3 réunions étaient rassemblées sur le thème : «L'enseignement universitaire de la chimie au niveau universitaire. Etat des recherches et innovations».
Il s'agissait d'établir le bilan du 1er programme (1976-1978) des Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie :
1. 3e réunion des Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie
2. Assemblée de la Division Enseignement de la Société Chimique de France
3. XVIIe Rencontre des enseignants de chimie des Universités.

La 4e réunion qui se tenait sur le thème *«L'audio-visuel au service de la formation des maîtres scientifiques»* s'est déroulée parallèlement suivant son programme propre (Publication des comptes rendus prévue dans *L'actualité chimique*).

### 2. Les participants

Convergence-Chimie-1978 a accueilli 150 participants (généralement Professeurs, Maîtres de conférences, Maîtres-assistants docteurs ès sciences) issus de 51 Universités ou Grandes Ecoles, et venant de 11 pays (les universitaires français étant évidemment les plus nombreux). Mme Philippe, Chargée de la Division des affaires générales au Ministère des Universités et M. Deprad, Conseiller administratif, ont également participé à ces travaux.

### 3. Le déroulement des réunions

1e journée
Accueil des participants — ouverture des travaux
Organisation des Groupes de travail
Information concrètes sur les «expositions», «démonstrations» et «projections» prévues en parallèle
Informations de synthèse sur les recherches et innovations dans l'enseignement universitaire de la chimie (état actuel)
Présentation (synthèse + illustrations) de travaux réalisés au Québec, en Belgique, en Suisse et en France.

2e journée
Travaux de groupes
n° 1 «Multimedia-chimie»
n° 2 «Intégration» «chimie-vie active»
n° 3 «Comportements étudiant-enseignant (chimie)»
n° 4 «Docimologie, chimie, enseignement par objectif»
Groupe des responsables de Centres documentaires

3e journée
Présentation synthétique des résultats des travaux de groupe de la 2e journée
Fixation des programmes de travail (horizon 1980) en didactique de la chimie
Nouvelle répartition des responsabilités

### 4. Les résultats des travaux réalisés dans le cadre du 1er programme des Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie

Les résultats accumulés dans divers domaines (bibliographies, enquêtes et études préalables ; réalisations nouvelles ; recherches didactiques, etc.) sont trop importants en nombre pour pouvoir être présentés dans le cadre de cet article. Ils ne peuvent donc être communiqués que sous forme d'un dossier spécifique (à commander auprès du Comité d'organisation des réunions Convergence-Chimie-1978, Secrétariat IPES Sciences, 40, avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex).

**On trouvera plus loin sous forme de «sommaire» la liste des documents que comporte ce dossier.**

### 5. Sur les premiers effets des travaux des Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie

L'analyse sommaire qui suit est extraite de l'un des documents signalés ci-dessus (La recherche en didactique de la chimie au niveau universitaire. Le changement en cours de la situation française. Rapport de M. Gomel, Pr. à l'Université de Poitiers, avec la coopération de tous les membres ReCoDiC responsables de ce changement).

#### 5.1. Sur le nombre de travaux didactiques

- En 1976 (ReCoDiC 1) nous avions dénombré la rareté (30 en tout, à l'exception des films 16 mm) des travaux en didactique de la chimie recensés en France au terme de notre collecte. Les compléments à ce recensement (toujours sur l'époque antérieure à 1976) porteraient à environ 45 ce nombre total.
- En 1978 (ReCoDiC 3) déjà nous dénombrons en France environ 40 nouveaux travaux didactiques (exceptés toujours les films 16 mm), accompagnés de la mise en place effective d'un nombre élevé de «Centres Documentaires» dont 10 environ s'avèrent déjà opérationnels.

Certes, certains de ces travaux ont été réalisés en toute indépendance des activités ReCoDiC. Mais il s'avère surtout que la réalisation de la majorité de ces travaux a été liée à la création du réseau ReCoDiC : en effet, la plupart des réalisateurs ont été des membres actifs de ce réseau, et la plupart de ces travaux ont été conçus et réalisés dans le cadre du programme coopératif ReCoDiC défini en commun en novembre 1976 (Réunion ReCoDiC 1).

*En résumé, l'organisation des Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie, a entraîné directement ou «catalysé» la réalisation en France, sur un an et demi, d'un nombre de travaux didactiques équivalent à celui de tous les travaux antérieurs.*

Et pourtant cette époque de «démarrage» des activités ReCoDiC, si elle bénéficiait du capital «enthousiasme de départ», souffrait de l'instabilité corrélative de ce capital (l'enthousiasme retombe très vite... face aux efforts concrets nécessaires), et souffrait aussi de toutes les difficultés (rôdage, «lourdeur», etc.) accompagnant inévitablement les mises en place, même les mieux préparées.

*En conclusion, ReCoDiC semble avoir joué un rôle décisif (dont les effets sont observables) quant à l'existence et au nombre de travaux de didactique de la chimie, réalisés en France.*

L'organisation ReCoDiC a été de plus accompagnée de la mise en place d'une auto-formation pédagogique (à travers diverses activités : réalisations de multimedia ; utilisation des questionnaires PERPE) allant jusqu'à la mise en place de divers stages de formation pédagogique ; cf. «ReCoDiC Informations», Bulletin n° 3 (30.12.77).

**5.2. Sur la nature des travaux**

La réalisation de films 16 mm sonores conserve sa fréquence antérieure (liée probablement à la fois au nombre restreint de réalisateurs volontaires, et aux moyens limités du S.F.R.S.), et le niveau des thèmes scientifiques abordés s'élève *.
Si la réalisation de diapositives, de films S 8, et d'enregistrement vidéo pour l'enseignement de la chimie reste peu développée, on assiste par contre (dans le cadre ReCoDiC) à une véritable explosion dans le domaine de la réalisation des multimedia. Des formules didactiques très variées sont adoptées (Associations : diaposson ; diapos-fiches ; transparents-fiches ; appel à l'enseignement programmé etc.). La plupart de ces réalisations sont le fait de «spécialistes» des sujets abordés, et elles ont été le fruit d'un travail coopératif (critique collective des ébauches successives). A juste titre, l'enseignement du 1er cycle motive la plupart des travaux. Si le rythme actuel se maintenait, une «couverture» totale des besoins du 1er cycle pourrait être assurée dans les 3 années à venir. (Couverture non figée bien évidemment, puisque remises à jour, améliorations etc... s'imposeraient).

Le problème des méthodes pédagogiques paraît motiver plus de travaux ainsi que divers stages de formation. En particulier, à travers l'activité du groupe de travail «Comportement étudiant-enseignant (chimie)» se manifeste une exigence croissante quant à l'objectivation scientifique des problèmes de méthode pédagogique.

Les préoccupations de docimologie, l'utilisation didactique de la simulation, et des travaux didactiques divers mais utiles (initiation programmée aux règles de nomenclature), on peut le regretter, ne motivent encore qu'un petit nombre de personnes (ou d'équipes), très localisées.

L'étude des problèmes relatifs à la formation (initiale ou permanente) des maîtres de sciences physiques s'enracine : les réalisations universitaires se multiplient, et les études «de synthèse» deviennent enfin possibles en France, sur ce sujet.

Enfin, un centre d'intérêt nouveau se manifeste, très prometteur, même si les réalisations depuis 1976 s'avèrent encore rares : il concerne la volonté partagée par un nombre croissant de chimistes, d'intégrer le plus possible l'enseignement de la chimie à la vie active, et, en particulier à la vie industrielle. Un groupe de travail ReCoDiC se consacre activement et exclusivement à cette question. Les résultats concrets de cette activité, s'ils se développaient dans les deux années à venir pourraient aider l'enseignement universitaire de la chimie en 1980 à acquérir une image plus équilibrée, ménageant enfin une place non négligeable aux divers aspects de la vie active, industrielle en particulier.

**5.3. Sur la diffusion et «l'impact» des travaux réalisés**

5.3.1. Diffusion

5.3.1.1. Diffusion écrite
1. Diffusion large :
*L'actualité chimique* (cf. paragraphe 4, relations avec la Société Chimique de France) : 6000 abonnés, dont x (10 %?) lecteurs de la rubrique Enseignement.

2. Diffusion restreinte : ReCoDiC Informations (actuellement 250 destinataires dans 30 universités, dont plusieurs jouent un rôle de relais de diffusion).

5.3.1.2. Diffusion par Congrès, Colloques ou Assemblées.
- Réunions «ReCoDiC» (ReCoDiC 2, nov. 1977)
- Rencontres (annuelles) des enseignants de la chimie dans les Universités. (XVIe Rencontre, juillet 1977)
- Assemblées de la Division Enseignement de la S.C.F.
- Colloques particuliers (par ex. Colloque 1978 sur l'audio-visuel au service de la formation des maîtres)

N.B. Pour 1978 avait été précisément organisée à Poitiers, la «Convergence» de 4 réunions des types ci-dessus, afin d'assurer la diffusion maximum des travaux réalisés.

5.3.1.3. Bilan de la diffusion
Les modalités actuelles (3.1.1. et 3.1.2.) permettent d'estimer que tous les chimistes universitaires qui se sentent concernés par la didactique de la chimie, ou simplement par les problèmes pédagogiques relatifs à l'enseignement universitaire de la chimie, sont touchés par cette diffusion. En particulier l'abonnement à *L'actualité chimique* (ou une bibliographie régulière de cette revue) est à cet égard indispensable.
Les Collègues qui s'affirment actuellement non informés des activités didactiques en France, vraisemblablement, en fait, ne désirent pas l'être.

5.3.2. Impact

5.3.2.1. Impact en France
La diffusion signalée ci-dessus et l'existence du réseau ReCoDiC (plus de 200 universitaires inscrits, en février 1978) permettent d'estimer que l'impact des travaux didactiques s'est considérablement accru, en France, depuis novembre 1976.
Ainsi, depuis cette date, une documentation didactique importante a été diffusée par le secrétariat ReCoDiC. Divers centres de recherches et/ou réalisations en didactique (par ex. le CUDNME, Poitiers) semblent aussi avoir répondu à de nombreuses demandes de documents didactiques. On peut aussi considérer que de nombreux membres ReCoDiC ont été eux-mêmes des «relais» importants, favorisant autour d'eux l'impact des travaux didactiques.

On peut donc estimer que les articles, matériels et auxiliaires didactiques résultant des travaux français, sont de plus en plus utilisés dans l'enseignement universitaire de la chimie en France.

Le rôle de la Division Enseignement de la Société Chimique de France est aussi rappelé ci-dessous (paragraphe 4).

Les activités didactiques ReCoDiC ont aussi été prises en considération par l'Union des Industries Chimiques (cf paragraphe 4) qui paraît les juger comme un facteur important, favorable à l'intégration dans l'enseignement universitaire de la chimie, des considérations d'intérêt industriel, qui retiennent l'attention de l'Union.

Enfin, plusieurs Présidents d'Université (cf. paragraphe 4) ont bien voulu faire savoir qu'ils étaient informés de ce mouvement de rénovation pédagogique et qu'ils y étaient très favorables — souvent activement (participation des Universités, sur leurs crédits au financement de ces travaux didactiques).

N.B. Un exemple particulier de l'impact obtenu en France : une initiative de créer pour l'enseignement universitaire de la minéralogie et la cristallographie, une structure équivalente à ReCoDiC, a été récemment prise et signalée au Secrétariat ReCoDiC.

5.3.2.2. Impact à l'étranger (enseignement francophone)
Des relations étroites se sont établies avec la Belgique où les travaux français récents paraissent connus : les travaux didactiques

** Le film de A. Pacault et collaborateurs «Loin de l'équilibre» (réalisation S.E.R.D.A.V.-C.N.R.S.) projeté au cours de «Convergence-Chimie-1978» a été vivement apprécié.*

réalisés en France font l'objet de nombreuses demandes d'information (et demandes des matériels didactiques créés) de la part de la plupart des Universités belges. (Il faut aussi signaler que des travaux didactiques importants se développent à l'Université de Louvain, avec échange permanent d'informations avec le réseau ReCoDiC).

Une situation analogue s'est développée avec de nombreuses Universités, en Afrique du Nord : les C.R. et les résultats des travaux ReCoDiC ont été diffusés, sur leur demande, vers plusieurs Universités algériennes et tunisiennes qui les exploitent dans l'enseignement universitaire de la chimie, ou qui développent parallèlement des travaux spécifiques en didactique.
Le contact avec la Suisse n'a concerné à cette date qu'une seule Université, à sa demande.

Le contact avec les Universités francophones du Canada s'avère très réduit. Le poids des nombreuses réalisations didactiques des USA voisins doit vraisemblablement polariser l'intérêt.

## 6. Conclusion

Au terme du 1er programme (1976-1978) des Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie, plusieurs constatations s'imposent :

- une activité universitaire nouvelle en France («La Chemical Education») est née et s'est organisée. Cette activité s'avère à la fois efficace et humainement chaleureuse, car elle est coopérative et non compétitive.
- les fruits de cette activité présentent indéniablement un caractère «appliqué». Ils correspondent à un besoin et ils diffusent donc de plus en plus largement en France et à l'étranger, entraînant un changement notable de qualité de l'enseignement universitaire de la chimie (amélioration des méthodes, des «outils» ; intégration didactique du contact avec la vie active, industrielle, en particulier etc.).

Toutefois, il ne faudrait surtout pas déduire des conclusions qui précèdent, que l'essentiel est accompli.
En effet, si (au vu des résultats déjà acquis) le premier «pari» (1976-1978) relatif à la création et l'organisation des activités ReCoDiC paraît avoir été gagné, le second «pari» (1978-1980) consistera à développer encore le nombre et la qualité de ces activités en visant simultanément une extension de leur application à l'enseignement universitaire. A la limite, tout enseignant serait susceptible de devenir alors «membre» des recherches coopératives en didactique de la chimie, que ce soit à titre de «chercheur» ou «réalisateur», ou simplement à titre d'«utilisateur critique».

Compte tenu du travail considérable restant donc à accomplir entre 1978 et 1980, il convient d'être reconnaissant au nouveau Secrétaire général des Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie, André Marchand *, Professeur à l'Université de Bordeaux, d'en avoir accepté la responsabilité. Ces remerciements s'adressent également à tous les membres de l'équipe qui partageront avec lui cette tâche (voir ci-dessous l'article suivant) ; et plus généralement, à tous les membres du «réseau» ReCoDiC, car les résultats acquis et les espoirs permis sont dus à leur activité originale, efficace, et remarquablement désintéressée.

# La recherche en didactique de la chimie au niveau universitaire

On trouve énumérés et classés ci-dessous les bases et les résultats de tous les travaux didactiques répertoriés, analysés ou réalisés dans le cadre du 1er programme d'activités ReCoDiC 1976-1978. Cette synthèse a été présentée au cours des réunions «Convergence-chimie-1978» par Maurice Gomel (23/25 mars 1978 - Poitiers).

Les documents sans indication particulière figurent dans le dossier remis aux participants à Convergence-Chimie-1978.

Les documents signalés ainsi par un astérisque figurent dans le dossier complémentaire de comptes rendus adressés à ces participants.

## Première partie : Présentation synthétique de la situation française

Collecte nationale d'informations sur les réalisations en didactique de la chimie
- Modalités pratiques adoptées
- Un premier bilan
- Essai d'inventaire et de classement des informations collectées :

Recherches sur les méthodes d'enseignement de la chimie
Films de chimie (16 mm - S 8 - Films 16 + diapos)
Séquences de diapositives de chimie
Ensembles «multimedia» (packages) destinés à l'enseignement de la chimie
Utilisation didactique de la simulation
Chimie et docimologie
Autres auxiliaires didactiques (teaching aids) pour la chimie
Quelques ouvrages (chimie 1er cycle) de présentation didactique particulière
Documents video pour l'enseignement de la chimie
Formation des maîtres de sciences physiques

- Essai d'analyse sommaire des informations collectées

1. Sur le nombre de travaux de «Didactique de la chimie» en France
2. Sur la nature des travaux
3. Sur la diffusion et «l'impact» en France et à l'étranger des travaux réalisés.

Annexe : liste d'organismes français mettant partie ou totalité de leur activité au service de travaux de didactique de la chimie au niveau universitaire (Sociétés savantes, Institutions centrales, Institutions universitaires, Autres équipes de recherche en didactique).

## Deuxième partie : Le changement en cours de la situation française

Collecte nationale d'informations sur les réalisations en didactique de la chimie
- Modalités pratiques adoptées
- Essai d'inventaire et de classement

Cf. les 10 catégories d'inventaire énumérées dans la 1e partie. Voir aussi :
Informations «hors collecte nationale» sur la réalisation technique d'auxiliaires didactiques divers
Travaux didactiques sur l'intégration «chimie-vie active»
Travaux de «bibliographie et documentation» sur la didactique de la chimie
Mise en place des «Centres documentaires ReCoDiC»
Fiches descriptives des «Centres Documentaires ReCoDiC».

* *André Marchand, Vice-Président de l'Université de Bordeaux I, Membre du C.C.U., Agrégé de Sc. Phys., Physico-chimiste au Centre de recherches du C.N.R.S. «Paul Pascal», Domaine Universitaire, 33405 Talence.*

● Essai d'analyse sommaire des informations collectées
1. Sur le nombre de travaux de «Didactique de la Chimie» en France depuis 1976
2. Sur la nature des travaux
3. Sur la diffusion et «l'impact» des travaux réalisés
Diffusion (publications, congrès, colloques, assemblées, bilan).
Impact : en France, à l'étranger (enseignement francophone — enseignement anglophone — autres pays).
Le point actuel sur l'image et la place de la «didactique de la chimie» auprès des Institutions (Ministère des Universités, Comité Consultatif des Universités, C.N.R.S., D.G.R.S.T., Union des Industries chimiques, Sociétés savantes (S.C.F., S. Chim. Phys).
Conclusions possibles sur l'image et la place de la «didactique de la chimie» auprès des Institutions.

Annexe :
1. Nouvelles équipes de recherche en didactique (Universités françaises)
2. Liste complémentaire d'organismes français mettant partie ou totalité de leur activité au service de travaux de didactique de la chimie au niveau universitaire.

**Rapports sur divers essais de collecte de matériels divers d'intérêt didactique**

1. Situation de l'enseignement programmé et de l'enseignement assisté par ordinateur
Une synthèse (abrégée) par Alexis Vasseur, informaticien
2. Essai d'organisation d'une exposition de maquettes industrielles d'intérêt didactique
Responsable : B. Martel avec la collaboration de M. Guérin et M.J. Blais.
3. Essai d'organisation d'une présentation de matériels sélectionnés pour leur intérêt didactique
Responsable : M. Guérin
4. Essai d'organisation d'une présentation de livres d'enseignement de la chimie (1er et 2e cycles des Universités)
Responsable : M. J. Blais.

**Informations diverses**

● «Bilan-Perspectives» : Document de travail pour ReCoDiC 3
● Bulletin ReCoDiC Informations n° 3 (30.12.1977), et Bulletin n° 4 * (15-5-78).

## Troisième partie : L'enseignement de la chimie en langue française. Etat des recherches et innovations en Belgique, au Canada, en Suisse et dans divers pays d'Afrique

*par I. de Aguirre, Professeur à l'Université de Louvain, J.M. Cliche, Professeur à l'Université de Sherbrooke, Ph. Rioult, Professeur à l'Université de Caen, J. Thibault, Maître-assistant à l'Université Paris VI et M. Gomel, Professeur à l'Université de Poitiers.*

Collecte d'informations sur les réalisations en didactique de la chimie
● Modalités pratiques adoptées
● Un premier bilan
● Belgique
Ensembles multimedia (packages) destinés à l'enseignement de la chimie
Chimie-docimologie-enseignement par objectif
Recherches sur les méthodes d'enseignement de la chimie
● Québec
Expériences pédagogiques diverses concernant l'enseignement de la chimie
Quelques ouvrages d'origine québecquoise, présentant un intérêt didactique
Chimie-docimologie-enseignement par objectif
Films de chimie 8 et S 8

3 rapports * sur l'état des recherches et innovations en didactique de la chimie en Belgique, au Québec et en Suisse (par I. de Aguirre, J.M. Cliche, M. Geoffroy).

**Rapports * sur les travaux des groupes ReCoDiC, réunis les 23 et 24.3.1978 à Convergence-Chimie-1978**

● Groupe des Responsables de Centres documentaires ReCoDiC
Coordonnateur : J.L. Janier-Dubry
● Groupe de travail n° 1 «Multimedia-chimie»
Coordonnateur : M. Gomel
● Groupe de travail n° 2 «Intégration chimie-vie active»
Coordonnateur : B. Martel
● Groupe de travail n° 3 «Comportements étudiant-enseignant» (chimie)
Coordonnateur : G. Lepoutre
● Groupe de travail n° 4 «Docimologie, chimie et enseignement par objectif»
Coordonnateur : M. Berçot et R. Lefèvre.

**Annuaires ReCoDiC**

Annuaires des membres ReCoDiC (décembre 76 et «compléments mars 78»)
Liste des «correspondants» dépositaires (pour consultation) des documents ReCoDiC.

---

# Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie

## Organisation des activités ReCoDiC 1978-1980 : La nouvelle équipe responsable de la coordination

● Secrétaire général des Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie :
André Marchand, Professeur à l'Université de Bordeaux I
(Centre de recherches CNRS «Paul Pascal», Domaine Universitaire, 33405 Talence)
● Secrétaire général adjoint :
Janine Thibault, Maître assistant à l'Université de Paris VI
(Service Enseignement chimie $SSM_1$-DEUG, Université P.-et-M. Curie, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05).
● Groupe 1 : «Multimedia-chimie»
Coordonnateur : Inaki de Aguirre, Professeur à l'Université de Louvain
(Unité CICH, Bâtiment Lavoisier, Place L. Pasteur, 1 B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique).
● Groupe 2 : «Intégration chimie-vie active»
Coordonnateur : Bernard Martel, Professeur à l'Université de Paris nord
(Institut Universitaire de Technologie de Paris Nord, Département Hygiène et sécurité, place du 8 mai 1945, 93200 Saint-Denis)
● Groupe 3 : «Comportements étudiant-enseignant (chimie)»,

Coordonnateur : Gérard Lepoutre, Professeur à la F.U.P. de Lille (Fédération Universitaire et Polytechnique de Lille, 13, rue de Toul, 59046 Lille Cedex)

● Groupe 4 : «Docimologie-chimie-enseignement par objectif»
Coordonnateur : Marcelle Berçot, Maître assistant au Centre Universitaire de Perpignan
(Centre Universitaire de Perpignan, Laboratoire de synthèse organique, 66025 Perpignan Cedex)

● Groupe 5 : «La formation des maîtres de sciences physiques»
Coordonnateur : Danièle Cros, Maître assistant à l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc
(Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Place E. Bataillon, 34060 Montpellier Cedex)

● Centres documentaires ReCoDiC
Coordonnateur : Jean-Louis Janier-Dubry, Maître assistant à l'Université de Besançon
(Laboratoire de chimie générale 1er cycle, Faculté des Sciences, 25030 Besançon Cedex).

● Responsable du Bulletin «ReCoDiC-Informations» : Jean-Max Dumas, Maître assistant à l'Université de Poitiers.

● En cas d'attribution de la subvention demandée en 1977 pour ReCoDiC au Ministère des Universités, les fonctions de trésorier seront assurées par Maurice Guérin, Maître assistant à l'Université de Poitiers.

Les deux fonctions ci-dessus (Bulletin, Trésorerie) ne seront assurées qu'à titre provisoire, car elles seront transférées dès que possible à des collègues de l'Université de Bordeaux (où siègera jusqu'en 1980, le Secrétariat général).

GMELIN Manuel de Chimie Minérale

# Le Radium et les Actinides

La description du radium et des actinides est poursuivie dans de nombreux volumes nouveaux du »Gmelin« qui tiennent compte, comme d'ailleurs tous les autres tomes du »Gmelin«, des connaissances les plus modernes.

Après avoir décrit les propriétés chimiques et physiques des éléments mentionnés et de leurs composés, on donne des informations détaillées sur les nuclides, l'enrichissement et la séparation des isotopes ainsi que sur les mesures de protection sanitaire, de sûreté et de contrôle que nécessite la manipulation de ces éléments.

**Radium,** tome principal, No. de système 31, 1928
DM 65,—; ca. US $32.50 ISBN 3-540-93268-2

**Radium,** tome supplémentaire 1, No. de système 31, 1977
DM 298,—; ca. US $149.00 ISBN 3-540-93333-6
Histoire, Cosmochimie, Géochimie.

**Radium,** tome supplémentaire 2, No. de système 31, 1977
DM 651,—; ca. US $325.50 ISBN 3-540-93335-2
Elément, Composés.

**Actinium,** No. de système 40, 1942
DM 73,—; ca. US $36.50 ISBN 3-540-93001-9

**Thorium,** tome principal, No. de système 44, 1955
DM 250,—; ca. US $125.00 ISBN 3-540-93227-5

**Thorium,** tome supplémentaire C2, No. de système 44, 1976
DM 343,—; ca. US $171.50 ISBN 3-540-93318-2
Oxydes ternaires et polynaires.

**Proctactinium,** tome principal, No. de système 51, 1942
DM 84,—; ca. US $42.00 ISBN 3-540-93172-4

**Protactinium,** tome supplémentaire 1, No. de système 51, 1977
DM 646,—; ca. US $323.00 ISBN 3-540-93340-9
Elément.

**Protactinium,** tome supplémentaire 2, No. de système 51, 1978
DM 731,—; ca. US $365.50 ISBN 3-540-93355-7
Métal. Alliages. Composés. Chimie en solution.

**Uranium,** tome principal, No. de système 55, 1936
DM 151,—; ca. US $75.50 ISBN 3-540-93231-3

**Uranium,** tome supplémentaire C1, No. de système 55, 1977
DM 521,—; ca. US $260.50 ISBN 3-540-93344-1
Composés avec des gaz rares et l'hydrogène. Le système uranium-oxygène.

**Uranium,** tome supplémentaire C3, No. de système 55, 1975
DM 577,—; ca. US $288.50 ISBN 3-540-93290-9
Oxydes ternaires et polynaires.

**Transuraniens,** tomes d'ouvrage supplémentaire.
Les éléments, tome 7a, partie A1, I, 1973
DM 244,—; ca. US $122.00 ISBN 3-540-93248-8
Les éléments, tome 7b, partie A1, II, 1974
DM 495,—; ca. US $247.50 ISBN 3-540-93276-3
Les éléments, tome 8, partie A2, 1973
DM 569,—; ca. US $284.50 ISBN 3-540-93249-6
Les métaux et les alliages, tome 31, partie B1, 1976
DM 187,—; ca. US $93.50 ISBN 3-540-93308-5
Les métaux et les alliages, tome 38, partie B2, 1976
DM 549,—; ca. US $274.50 ISBN 3-540-93327-1
Les métaux et les alliages, tome 39, partie B3, 1977
DM 617,—; ca. US $308.50 ISBN 3-540-93329-8
Les composés, tome 4, partie C, 1972
DM 386,—; ca. US $193.00 ISBN 3-540-93245-3
La chimie en solution, tome 20, partie D1, 1975
DM 293,—; ca. US $146.50 ISBN 3-540-93286-0
La chimie en solution, tome 21, partie D2, 1975
DM 448,—; ca. US $224.00 ISBN 3-540-93288-7

Ce manuel est publié en allemand.

Des tomes individuels sont en vente.

Nous nous permettons de changer les prix sans préavis. Les prix cités en US $ au cour actuel ne constituent qu'une information. Il faut toujours vérifier le cour de change à la date de vente.

**Sur demande vous pourrez recevoir gratuitement le matériel d'information Gmelin suivant:**
L'affiche **Gmelin** (tableau synoptique alphabétique),
le catalogue d'ensemble **Gmelin,**
notre brochure: This is **Gmelin.**

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
4005 Marketing, Heidelberger Platz 3, D-1000 Berlin 33

# Bibliographie

Nos lecteurs peuvent se procurer les nouveautés présentées dans cette rubrique à la librairie Technisciences, 103, rue Lafayette, 75010 Paris (878.24.39 et 285.50.44) qui a réalisé cette documentation.

## *Analyse. Chimie analytique*

E24. **Radiochromatography. The chromatography and electrophoresis of radiolabelled compounds.**
par T.R. Roberts

L'usage des radiotraceurs en chimie organique et en biologie prend une extension croissante chaque année.
Il en résulte des progrès continuels dans l'efficacité et la sophistication des méthodes chromatographiques. Ainsi, la séparation chromatographique et électrophorétique des composés marqués aux radioisotopes, appelée «radiochromatographie" est maintenant en usage dans la plupart des grands laboratoires du monde.
Le but de ce livre est de décrire et discuter en un seul volume, toutes les méthodes de radiochromatographie et de radioélectrophorèse qui existent. On y explique comment détecter des émetteurs de $\beta$ faibles ($C^{14}$ & $H^3$) après différentes méthodes chromatographiques dont, entre autres, le HPLC et la perméation sur gel.
Dans chaque chapitre, on décrit l'histoire de la technique en question et ses mérites relatifs. Des exemples d'application à des problèmes particuliers sont donnés.
Ce livre est un ouvrage de référence qui permettra même à un chercheur inexpérimenté, de choisir la méthode optimale pour sa situation particulière.
Table des matières : Introduction. Détecteurs de radioactivité utilisés en chromatographie. Radiochromatographie sur papier. Radiochromatographie en couche mince. Radioélectrophorèse. Radiochromatographie en colonne. Radiochromatographie en phase gazeuse. Différentes applications de la radiochromatographie. Appendice. Index des sujets.

*1978, 200 p., F 275.*

A220. **Food analysis, theory and practice**
par Y. Pomeranz et C.E. Meloan

Il s'agit d'une nouvelle édition du livre précédemment intitulé "Food analysis" et dans lequel toutes les méthodes classiques et modernes d'analyse de la nourriture sont présentées.
On y décrit plutôt des principes d'analyse que des méthodes détaillées. Des analyses physiques et chimiques, des analyses enzymatiques et microbiologiques, de même que les techniques utilisées en rhéologie, sérologie, immunochimie et immunoélectrophorèse sont passées en revue.
En plus des méthodes d'analyse de la nourriture, on examine aussi les procédés existant pour tester les papiers, les cartons et beaucoup d'autres produits.
Des exemples de calculs sont donnés, de même que les avantages de chaque méthode et la description des instruments. Ce livre s'adresse aux analyticiens spécialisés dans les techniques alimentaires; il sera pour eux un ouvrage de référence très utile.
Extraits de la table des matières :
Généralités : Revue de la littérature. Préparation des échantillons, etc...
Instruments et méthodes : Théorie de la spectroscopie. Fluorescence et phosphorescence. Rayons X. Conductivité. Radioactivité et techniques de comptage. Chromatographie. Centrifugation, etc...
Applications et composition chimique : Cendres et composants minéraux. Composés azotés. Évaluation sensitive des aliments, etc...

*1978, 608 p., F 150.*

W24. **Colorimetric determination of nonmetals**
par D.F. Boltz et J.A. Howell

Ce livre décrit les principes et les pratiques utilisées pour l'analyse colorimétrique des non-métaux.
Cette nouvelle édition, consacrée exclusivement à la détermination colorimétrique des traces de non-métaux est le résultat d'une large application des données de la première édition, du développement de méthodes améliorées et de l'usage continuel de ces méthodes pour résoudre de nombreux problèmes analytiques pratiques.

Il comporte des chapitres sur le carbone et l'oxygène et le nombre des matières revues montre à quel point l'activité dans ce domaine depuis la première édition, a été importante.
Il s'adresse aux spécialistes de la chimie analytique et inorganique ainsi qu'aux étudiants en chimie.
Table de matières : Bore. Brome. Carbone. Fluor. Iode. Azote. Oxygène. Phosphore. Silicium. Soufre. Index.

*1978, 2e édition, 560 p., F 300.*

W24. EH. **Metal ions in solution**
par J. Burgess

Ce traité reprend les différents aspects de la chimie des ions métalliques en solution. Il passe en revue les cations métalliques de toutes les régions du tableau périodique, depuis les alcalins et les métaux de transition jusqu'aux ions lanthanide et actinide.
Des cations moins connus tels que le $Ti^{++}$aq. transitoire ou le $Pt^{++}$aq. récemment caractérisé sont aussi examinés.
Les milieux aqueux et non aqueux sont décrits de même que des systèmes binaires solvant-eau.
On trouve aussi dans cet ouvrage des tableaux de résultats thermodynamiques relatifs à l'enthalpie et l'entropie des solutions, aux potentiels redox et aux équilibres d'hydrolyse et de polymérisation. Ce livre se présente comme une approche claire et didactique bien adaptée à l'enseignement, mais il contient aussi les résultats détaillés des recherches les plus récentes. Il peut donc servir aux étudiants et aux chercheurs du niveau le plus élevé en chimie physique et inorganique, en biochimie et en chimie industrielle.
Extraits de la table des matières : Techniques spectroscopiques. Méthodes non spectroscopiques. Solvants mélangés et mise en solution sélective. Thermochimie des solutions d'ions métalliques. Cinétique et mécanismes : formation de complexes, etc...

*1978, 560 p., F 330.*

W24. EH. **Laboratory handbook of paper and thin layer chromatography**
par J. Gasparic et J. Churacek

Il s'agit d'un ouvrage utilitaire qui décrit et explique les techniques de chromatographie sur papier et en couche mince.
On y trouve des descriptions d'équipements de laboratoire disponibles dans le commerce ainsi que l'explication de procédés expérimentaux pour des analyses qualitatives et quantitatives.
La première partie du livre est consacrée à des principes théoriques, tandis que la seconde présente des applications à des composés organiques classés d'après leur structure chimique.
Les références y sont nombreuses et comprennent les dernières expériences et résultats venant d'Europe de l'Est.
Cet ouvrage s'adresse tant aux chimistes spécialistes des techniques analytiques qu'à ceux qui travaillent sur les synthèses organiques.
Quelques titres de chapitres :
Généralités : Principes de chromatographie. Technique de la chromatographie sur papier. Technique de la chromatographie en couche mince. Relations entre le comportement chromatographique et la structure chimique, etc...
Applications : Hydrocarbures. Dérivés halogénés. Phénols. Hydrates de carbone. Lipides. Stéroïdes. Amines. Hydrazine. Composés organiques du phosphore. Vitamines. Antibiotiques. Alcaloïdes. Couleurs synthétiques. Composés radioactifs, etc...

*1978, 356 p., F 250.*

## Biochimie. Biologie

A145. **Developments in biodegradation of hydrocarbons. 1**
par R.J. Watkinson

Cet ouvrage décrit les progrès réalisés dans l'étude de la biodégradation des hydrocarbures et des huiles.
Les auteurs sont des spécialistes de la microbiologie des hydrocarbures et le livre reflète leurs centres d'intérêts, leurs travaux et leurs objectifs. On y parle des voies métaboliques et des réactions biochimiques de base que les microorganismes réalisent pour parvenir à la minéralisation totale de certaines structures hydrocarbonées en dioxyde de carbone et en eau. Des aspects fondamentaux de génétique microbienne sont également expliqués en rapport avec les problèmes de biodégradation des hydrocarbures.
Ce livre fournit des informations intéressant tous les chercheurs concernés par les interactions entre les microorganismes et les hydrocarbures (microbiologistes, chimistes industriels, etc...).
Table des matières : Dégradation des hydrocarbures aliphatiques. Dégradation microbienne des hydrocarbures alicycliques. Dégradation microbienne des hydrocarbures aromatiques. Les hydrocarbures polycycliques aromatiques; métabolisme et aspects écologiques. Génétique microbienne en rapport avec la dégradation des hydrocarbures. Dégradation du pétrole en milieu marin. Dégradation des produits industriels à base d'hydrocarbures.

*1978, 232 p., F 235.*

S56. **The ribonucleic acids**
par P.R. Stewart et D.S. Letham

Ce livre donne des informations essentielles et relativement détaillées sur les rôles biologiques de l'ARN.
Il s'adresse à des étudiants ayant une connaissance de base en biochimie et s'intéressant à des domaines comme la physiologie des plantes, la virologie, la biochimie des organelles, la génétique ou la biologie cellulaire.
Il décrit les aspects fondamentaux des fonctions de plusieurs espèces d'ARN.
Les développements des recherches les plus récentes sont présentées de sorte que ce livre peut aussi être utile à des biochimistes ou des microbiologistes chevronnés pour vérifier l'actualité de leurs connaissances.
Quelques têtes de chapitres : La transcription. L'ARN nucléaire. L'ARN messager. L'ARN de transfert et les cytokinines. L'ARN ribosomal. La traduction de l'ARN messager. L'ARN mitochondrial. etc...

*1978, 374 p., F 160.*

P26. **Carbohydrate chemistry. 8**
par K. Onodera

Ce livre contient les 11 conférences plénières présentées au 8e Symposium international sur la chimie des hydrates de carbone tenu en août 1976 à Kyoto (Japon).
Il était organisé par le Conseil de la Science japonais en collaboration avec différentes sociétés scientifiques. Le côté financier de cette réunion était assuré par l'IUPAC.
Cet ouvrage s'adresse aux chercheurs dans le domaine de la chimie et de la biochimie des hydrates de carbone ainsi qu'aux pharmacologistes.
Extrait de la table des matières : La dégradation sélective de polymères hydrocarbonés. Conformations de l'acide uronique contenant des polysaccharides. Aspects récents de la chimie des disaccharides. Études structurelles de quelques polysaccharides de bactéries. Orientation de la recherche sur les hydrates de carbone dans un futur proche, etc...

*1977, 172 p., F 190.*

## Chimie minérale

W24. **Sructure and stability of salts of halogen oxyacids in the solid phase**
par F. Solymosi

Ce livre passe en revue un travail de longue haleine sur la structure et la stabilité thermique des oxacides halogénés et de leurs sels. Dans chaque groupe de composés étudiés, on parle d'abord des propriétés structurelles des substances en question, puis de leurs plus importantes propriétés physiques.
Ensuite, on donne les résultats d'études thermoanalytiques et cinétiques sur la décomposition thermique et sur l'explosion des composés.
Les paragraphes suivants traitent du rôle des additifs et des catalyseurs, ainsi que des réactions de décomposition produites par des radiations. Différentes opinions concernant les mécanismes de conversion sont discutées; des relations sont établies entre la structure des composés et leur stabilité thermique; et enfin, les propriétés décisives pour la stabilité thermique sont discutées.
Quelques têtes de chapitres : Structure et stabilité thermique de l'acide perchlorique. Structure et stabilité thermique du perchlorate d'ammonium. Effets des additifs sur la décomposition thermique du perchlorate d'ammonium. Structure et stabilité thermique des sels d'oxacides de brome. Structure et stabilité thermique de l'acide perbromique et de ses sels, etc...

*1978, 362 p., F 140.*

## Chimie organique

W24. DH. **Chloramination reactions**
par S.E. Frazier et H.H. Sisler

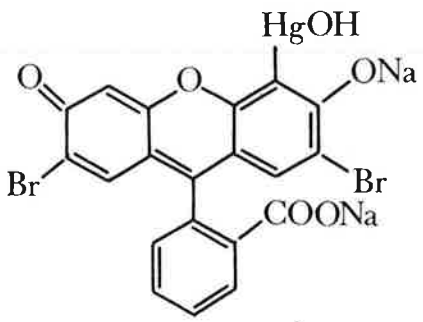
Ce livre contient 36 communications sur la découverte de la chloramine, sur ses propriétés, et sur son utilisation comme agent chimique. Il permet un accès direct à la littérature de base concernant la chimie de la chloramine inorganique.
Extraits de la table des matières : Monochloroamine. Cinétique de la formation de l'hydrazine à partir de chloramine et d'amoniaque. Réactions de la chloramine avec des amines anhydres primaires et secondaires. Triphénylarsinimine, etc...

*1978, 252 p., F 230.*

A paraître
MAI 1978

Volume III du

# LEXIQUE TECHNIQUE DES PRODUITS CHIMIQUES




Cette édition est le complément indispensable aux Volumes I et II du même ouvrage par l'introduction de 8 000 formules chimiques nouvelles.

**Prix (HT) du Volume III : 350 F.**

*
* *

A paraître
SEPTEMBRE 1978

**Réimpression complète des Volumes I et II sous une toute nouvelle présentation identique à celle donnée au Volume III.**

**Prix (HT) de l'ensemble de la Collection sous emboîtage : 1 000 F.**

**Prix de souscription (valable jusqu'au 31 juillet) : 855 F (HT).**

*Adresser vos commandes aux Agences de Diffusion*

**France**

**TECHNISCIENCES**
**103, rue Lafayette**
**75010 PARIS**

**Benelux**

**S.T.B.C.**
**136, Chaussée de Charleroi**
**B-1060 BRUXELLES**

L18. **Spectres d'absorption ultraviolets de composés organiques azotés et corrélations spectrochimiques. Fascicule 1**
par P. Grammaticakis

Cette collection des spectres d'absorption ultraviolets et visibles (5 000 environ) des composés organiques azotés se distingue par sa conception, par le choix des composés, par le mode de présentation des résultats de leur étude spectrale, par son homogénéité, les résultats spectrochimiques ayant été obtenus dans des conditions expérimentales presque identiques.

*1977, 108 p., F 120.*

## *Chimie physique*

D14. **Predicting the properties of mixture : Mixture rules in sciences and engineering**
par L.E. Nielsen

Cet ouvrage s'adresse aux ingénieurs chimistes et aux étudiants qui travaillent avec des mélanges ou avec des matériaux composites; il indique quelles équations et quelles lois doivent être utilisées pour un type donné de mélange. De nombreux exemples pratiques montrent comment utiliser ces lois. En plus des informations sur les mélanges, on trouve dans cette monographie la description des propriétés de produits purs et de leurs diverses concentrations.
L'originalité de cet ouvrage est de fournir des renseignements complets ainsi que des données empiriques sur des types particuliers de mélanges que l'on a classé en trois groupes : les mélanges miscibles à une phase, les systèmes à deux phases dont l'une est continue et l'autre dispersée et les systèmes à deux phases continues.

*1978, 112 p., F 135.*

W24. **Handbook of thermochemical data for compounds and aqueous species**
par H.E. Barner

Dans ce manuel sont réunies des données thermodynamiques pour les ions et les complexes neutres en solutions aqueuses en tant que fonctions de température. Les valeurs thermiques de formation, d'énergie libre de formation, d'enthalpie et d'entropie y sont présentées pour les ions sur une gamme de température s'étendant de 25 à 300 degrés centigrades. Des données similaires y figurent pour des complexes neutres en solution aqueuse sur une gamme de températures de 25 à 200 degrés centigrades. Y sont également incluses des données concernant un grand nombre de composés et de minéraux de telle sorte qu'il suffit d'utiliser un jeu de tables unique pour les applications de la plupart des solutions aqueuses. L'ouvrage contient en outre les programmes ayant permis à l'ordinateur de "générer" les données qui y sont rassemblées.

*1978, 192 p., F 180.*

G48. **Ultraviolette strahlen** **(En langue allemande)**
par J. Kiefer

Quelques experts en la matière passent d'abord en revue les principes fondamentaux physiques des radiations ultraviolettes (formation et mesure), puis traitent de leur action et de leurs multiples applications en physique, chimie, biologie, médecine et d'autres secteurs. Entre autres sujets traités notons : techniques d'irradiation et dosage; sources radioactives de la biosphère; répartition spectrale; lasers; radiations de synchrotron; sélection des longueurs d'ondes; opérations de prises de mesures; diverses techniques d'analyse faisant appel à la fluorescence; désactivation de l'énergie lumineuse absorbée; spectres d'absorption; filtres; monochromateurs; lampes à arc avec électrodes consumables; sommes quotidiennes des radiations solaires, etc...

*1977, 650 p., 246 ill., 113 Tab., F 600.*

## *Eau potable*

W24 A. **Drinking water quality enhancement through source protection**
par R.B. Pojasek

Ce livre examine les possibilités d'améliorer les qualités de l'eau potable en protégeant les sources.
Les usines de retraitement de l'eau doivent actuellement faire face aux nouveaux standards de qualité pour l'eau potable qui sont entrés en application en juin 1977.
Ce livre montre qu'un programme de protection des sources peut éliminer la nécessité de frais d'adaptation très coûteux. On y invoque le fait qu'il est moins coûteux et plus efficace d'extraire les contaminants à la source plutôt que de l'ensemble du système.
Des cas précis de réalisations dans ce sens sont présentés.
Extraits de la table des matières : Programmes de contrôle des dépôts souterrains et effets potentiels sur l'eau souterraine. Contamination de l'eau potable souterraine dans les régions rurales. Protection des marécages et des réserves d'eau communales. Pollution par les algues et eau potable. Identification de composés organiques dans les effluents d'origine industrielle. Mobilisation des contaminants métalliques dans les apports aux eaux de surface, etc...

*1978, 614 p., 255 F.*

W24. A. **Water chlorination : Environmental impact and health effects. Volume 1**
par R.L. Jolley

Cet ouvrage examine les effets de la chloration de l'eau sur l'environnement. Depuis plusieurs années l'intérêt général s'est porté sur des phénomènes comme la formation de composés organo-chlorés lors de la stérilisation par le chlore des eaux potables, sur les procédés utilisés pour le rafraîchissement de l'eau, et sur le traitement et la désinfection des eaux d'égout. Ce livre présente l'état actuel des connaissances sur la chloration de l'eau en insistant sur les composés organochlorés et sur leurs effets biomédicaux et écologiques.
Il permettra une meilleure compréhension des aspects théoriques et pratiques de la chloration de l'eau tout en établissant des bases pour la solution des problèmes posés par ce procédé.
Quelques titres de chapitres : Chimie aqueuse du chlore. Effets biomédicaux des composés organo-chlorés. Transport dans l'environnement et effets, etc...

*1978, 500 p., F 175.*

## *Industrie*

W24. **Lead-acid batteries**
par H. Bode

Il s'agit d'une importante monographie sur les accumulateurs au plomb qui sont les piles les plus courantes quoique concurrencées par de nombreux nouveaux systèmes.
Ce livre résume toutes les connaissances théoriques et techniques sur ces piles, il en décrit les principes fondamentaux, les opérations pratiques, la thermodynamique, la cinétique électrochimique et les structures moléculaires.
Il reflète les connaissances les plus récentes sur les matériaux actifs de ces piles, examine des problèmes colloïdaux et statistiques, et stimulera des recherches ultérieures.
Table des matières : Base de la préparation des matériaux actifs. Fabrication des matériaux actifs. Évaluation électrique des masses actives, des cellules et des piles. Bibliographie. Index.

*1977, 416 p., F 245.*

G31. **Metallic effluents of industrial origin in the marine environment**

Il s'agit d'un rapport commandé par la commission des Communautés européennes sur le problème de la détérioration de l'environnement marin à cause de certains polluants métalliques.
Parmi les questions envisagées, on examine les techniques utilisées pour l'établissement de normes et pour la mesure des polluants métalliques dans les mers, les techniques préventives proposées pour minimiser les effets de ces polluants métalliques et aussi les possibilités d'exiger des usines, polluantes elles-mêmes, de contrôler leurs propres déchets.
Résumé de la table des matières : 1. Nécessité de l'étude et choix des objectifs. 2. Origine, forme et caractéristiques d'une pollution due au chrome. 3. Origine: forme et caractéristiques de pollutions dues au zinc et au cadmium. 4. Origine, forme et caractéristiques d'une pollution due à des composés cyanométalliques. 5. Techniques utilisées pour la mesure et l'établissement de normes pour des éléments ou des composés polluants dans des cas connus de pollution : paramètres qui déterminent les qualités de l'eau (oxygène, eutrophisation, huiles minérales et phénols, métaux traces, micropolluants organiques...), techniques analytiques pour l'analyse de l'eau (commentaires sur l'eau de mer, dosage du chrome, du zinc, du cadmium, du cyanure et de ses composés...); données économiques. 6. Risques écotoxicologiques : apports et sel-frégulation des concentrations dans l'environnement marin; transferts vers la faune et la flore marines; mécanismes biologiques d'absorption, de distribution et de fixation. Interactions; toxicité des éléments étudiés dans ce rapport; phénomènes d'adaptation; impact de la pollution des mers sur l'homme. 7. Conclusions et recommandations.

*1978, F 250.*

# Appareils et produits

## La bouteille en Rhodester (R)

Actuellement, 2 grandes sortes de bouteilles transparentes sont utilisées pour le conditionnement des liquides alimentaires : la bouteille en verre et celle en PVC. Cette année, une nouvelle génération a fait son apparition en Europe : la bouteille en Rhodester.
Bien plus légère que le verre, résistant parfaitement aux chocs et offrant une excellente tenue à la pression, cette nouvelle bouteille convient particulièrement bien dans des domaines spécifiques d'application et en particulier pour le conditionnement des boissons gazeuses.
Le Rhodester mis au point par les chercheurs de Rhône-Poulenc permet la fabrication de bouteilles répondant aux caractéristiques réglementaires françaises et étrangères. En outre, sur le plan économique, ces bouteilles sont largement compétitives avec les autres types de conditionnement.
Le Rhodester est un polyester du type polyéthylène téréphtalate. Le polyéthylène téréphtalate a reçu aux U.S.A. un agrément de la Food and Drugs Administration pour les denrées alimentaires repris, dans le document 38 FR 13557 du 23/5/73 et modifié par le document 41 FR 9544 du 5/3/76.
En France, ce produit répond aux critères exigés pour les hauts polymères mis en contact avec des denrées alimentaires. (décret du 12/2/1973 et circulaire n° 159 du 23 juin 1950, concernant la composition et l'inertie du matériau).
Le Rhodester est fabriqué par Rhône-Poulenc dans son usine de Belle-Etoile à Saint-Fons près de Lyon.

## Nouveaux colorants d'ICI

Deux nouvelles classes de colorants, Dispersol T et Procion T, ont été créées par ICI. Ces colorants révolutionneront la teinture en continu des tissus de polyester/cellulose, utilisés de plus en plus dans l'industrie textile mondiale.
Les Procion T, première sélection complète de colorants réactifs sous forme liquide sont une nouvelle gamme de colorants réactifs pour cellulose.
Les ICI, inventeurs des premiers colorants réactifs (Procion) en 1954 et leaders mondiaux en cette matière ont développé les Procion T, découverte brevetée et dont l'exclusivité a été réservée aux ICI par Burlington Industries, le plus grand groupe de l'industrie textile américaine.
Les Dispersol T sont basés sur une nouvelle classe de colorants dispersés inventés et développés par ICI pour les fibres de polyester.
Dans ce système de colorants intégrés les Dispersol/Procion T, utilisables dans les teintureries disposant de matériel conventionnel, offrent pour la première fois dans le monde, un procédé en une seule étape pour la teinture en continu des tissus de polyester/cellulose, et ce, avec toutes les nuances avec un maximum d'économie d'énergie et un prix de revient moindre en produits chimiques. Ils offrent également des avantages techniques significatifs comparés aux systèmes existants.

Renseignements : I.C.I. France S.A., 8, avenue Réaumur, 92142 Clamart, Tél. : 630.23.30.

## Produits chimiques en grands conditionnements

Avec des conditionnements non récupérables d'une contenance de 1000 kg, la Division Produits Chimiques de la Degussa de Francfort, offre depuis peu aux gros acheteurs de paraformaldéhyde en granulés, Granuform (R), pentaérythrite R et D et formiate de calcium une variante de conditionnement qui facilite considérablement la manutention des produits par rapport aux sacs de 25 kg. Les emballages se composent d'un intérieur en polyéthylène revêtu d'une enveloppe extérieure très solide en polypropylène qui permet un transport sans le moindre risque par le chemin de fer ou par camions. Pour utiliser ces grands conditionnements il est nécessaire que l'utilisateur opère par charges d'au moins 1000 kg ou dispose de récipients de stockage dotés d'un dispositif de dosage.

Renseignements : Degussa - France, 157, av. Ch.-de-Gaulle, 92203 Neuilly-sur-Seine. Tél. : 747.51.00.

## Nouveaux produits Bayer

### Nouveau type de polycarbonate

Le (R) Makrolon, polycarbonate de Bayer, donne depuis des années des résultats très convaincants comme matériau pour corps creux. Ses applications, qui vont du biberon de 250 ml jusqu'aux bouteilles et nourrices à eau potable de 20 l, ne cessent de s'étendre. En ce qui concerne la fabrication, notamment des corps creux de petite taille, on note un intérêt croissant pour l'injection-soufflage.
On dispose maintenant d'un type spécialement mis au point pour ce procédé : le Makrolon produit d'essai KL 1-1136. Celui-ci est homologué par l'Office fédéral allemand de la Santé et la FDA, et répond aux prescriptions du Service de la Répression des Fraudes du Ministère

français de l'Agriculture sur les produits venant au contact des aliments. Comparativement aux autres types de Makrolon utilisables jusqu'ici, il se caractérise par une meilleure aptitude au démoulage.
Les principaux avantages du Makrolon pour la fabrication de corps creux sont au nombre de trois : stabilité dimensionnelle, transparence et résistance à la rupture. Ce polymère est en outre indéformable à la chaleur.

**Alliage de polymères galvanisable**

Le (R) Bayblend T 45 MN de Bayer est un nouvel alliage «polymérique» composé de polycarbonate et d'ABS, en l'occurence de (R) Makrolon et de (R) Novodur. Ce matériau se prête à la métallisation par galvanoplastie tout comme l'ABS, mais, comparativement à celui-ci, offre une meilleure résistance aux variations de température et une résilience supérieure tout en possédant une bonne résistance à la déformation à chaud.
Le Bayblend T 45 MN métallisé est employé dans l'automobile et le sanitaire, pour des applications où l'on impose des exigences particulières en ce qui concerne la résistance aux variations de température, la résilience et la déformation à chaud.

Renseignements : Bayer France S.A., 49-51, quai National, 92806 Puteaux Cedex.

## Le chromatographe CLHP, modèle 850, de Du Pont

Le nouveau chromatographe en phase liquide à haute performance (CLHP) de Du Pont de Nemours, le modèle 850, a été récemment présenté pour la première fois, à la conférence de Pittsburgh, aux U.S.A. (27 février - 3 mars 1978). C'est un ensemble modulaire qui permet l'analyse rapide et reproductible de séparations difficiles ou la mise au point de méthodes d'analyse. Il comprend quatre modules : le programmateur, la pompe, le détecteur et le four.
Cet appareil, qui est maintenant commercialisé en France, présente un certain nombre d'améliorations dont la programmation par microprocesseur, la précision de pompage, l'étendue des possibilités du gradient, le contrôle de la température des colonnes et la sensibilité des détecteurs. Il assure un contrôle précis des paramètres de séparation (débit, composition du solvant, temps d'analyse, température du four, sensibilité des détecteurs). Même pour les séparations en gradient complexe, une reproductibilité meilleure que 0,3 % a été observée en utilisation courante. Des limites de détection de l'ordre du nanogramme ou du picogramme peuvent être obtenues avec le 850.

En résumé, le modèle 850 présente les originalités suivantes :
- une pompe à trois têtes,
- le gradient engendré en basse pression,
- le fait d'avoir un gradient souple et programmable, découpé en cinq segments différents et pouvant être programmés séparément,
- l'autotest en CLHP.

Du Pont prévoit d'organiser un certain nombre de séminaires de présentations du modèle 850 à travers la France, et en tous cas participera activement au Colloque de biologie prospective à Pont-à-Mousson.

Renseignements : Du Pont Instruments, av. du Pacifique, Z.A. Courtabœuf, B.P. 91403 Orsay. Tél. : 907.78.72.

## Dosage des aromatiques dans les essences

L'OSHA (Occupational Safety and Health Administration) vient de proposer une norme au sujet de l'exposition des travailleurs aux vapeurs de benzène. Comme le benzène est présent dans la plupart des essences, son dosage ainsi que celui des autres composés aromatiques l'avère très utile. Une nouvelle note d'applications de 4 pages de Hewlett-Packard décrit un chromatographe entièrement automatique, qui fournit un dosage rapide et précis de ces composés dans l'essence.
Le système utilisé est un chromatographe de la série 5700 équipé d'une vanne à dix voies (chauffée) de deux colonnes et d'un intégrateur 3385A pour la commande automatique de l'injection et la commutation de la vanne. L'intégrateur enregistre le chromatogramme, calcule et rédige le rapport d'analyse. Un résumé de la méthode, la préparation des échantillons, la détermination du temps de commutation, l'étalonnage et l'analyse de l'échantillon sont décrits sur la note. Tables, schéma et chromatogramme complètent le texte.
Cette note est disponible gratuitement : Hewlett-Packard, Z.I. Courtabœuf, B.P. 70, 91401 Orsay Cedex. Tél. : 907.78.25.

## Enregistreur-imprimant pour la chromatographie

Développé autour d'un nouveau type de micro-processeur, cet appareil est le seul enregistreur-imprimant capable de tracer les contours d'intégration des pics exactement comme l'ICAP les définit lors du traitement des chromatogrammes.
Outre les tracés du chromatogramme et des contours d'intégration des pics, cet enregistreur-imprimant gradue également l'axe des temps en unité de largeur de pic à mi-hauteur LP. Ainsi, l'opérateur peut vérifier à tout moment le bon réglage de l'ICAP et, si nécessaire, agir immédiatement sur les paramètres d'intégration.

Il délivre un bulletin d'analyse complet comprenant :
- les paramètres d'intégration et de calcul,
- le chromatogramme avec impression des temps de rétention au sommet de chacun des pics
- le tracé des contours d'intégration des pics : correction de ligne de base tangentielles ou trapézoïdales, séparations verticales,...
- les résultats d'intégration et de calcul
- en option, les noms des différents constituants.

D'un prix relativement réduit, l'enregistreur-imprimant sera un complément indispensable pour tous les services d'analyses qui ont équipé ou équiperont leurs laboratoires avec les intégrateurs-calculateurs de la série des ICAP.

Renseignements : M. Swarg, Société L.T.T. Tél. : 504.45.50.

## Intersmat/C.V.C. : Couplage C.P.G.-S.M.

Dans le cas de programmes de recherche très élaborés sur substances inconnues, le couplage d'un spectromètre de masse à un chromatographe en phase gazeuse reste le moyen d'analyse le plus puissant.
Cependant pour des raisons de haute technicité et de prix de revient élevé, cette technique décourageait jusqu'à présent nombre d'utilisateurs potentiels.
Aujourd'hui, en collaboration avec la Société américaine C.V.C., Intersmat propose une réponse à ces différents problèmes.
Le spectromètre de masse est du type «à temps de vol» à sortie analogique à canaux multiples. Ce modèle présente de nombreux avantages :
- stabilité remarquable de l'échelle de masse,

●excellente sensibilité,
●rapidité de réponse.
La séparation des ions ne s'effectuant pas par dérive magnétique, il n'est pas utilisé d'électro-aimant. Ceci permet une grande compacité ainsi qu'un abaissement très important du coût.
La simplicité d'utilisation alliée à une remarquable fiabilité du système, la puissance d'analyse propre aux spectromètres de masse, ainsi que le prix très abordable de ce modèle, doivent permettre à de nombreux utilisateurs de choisir cette technique comme système de détection spécifique.

Pour tous renseignements : C.V.C. Equipements, 24, rue de la Gare, 78370 Plaisir (Tél. : 055.40.45) ou Intersmat, Zone Industrielle de Courtry, 77490 Chelles les Coudreaux (Tél. : 421.18.36 + ).

## Analyseur d'amplitude multicanaux TN 2000

Successeur de l'analyseur NS 880, le TN 2000, spécialement conçu pour la spectrométrie X dispersive d'énergie est sans conteste le plus performant de tous les analyseurs d'amplitude multicanaux.
Le système est géré par deux microprocesseurs, dont le LSI 11 (l'un des plus puissants sur le marché) pilote l'acquisition et le traitement des données acquises tandis que l'autre est spécialement affecté à la visualisation sophistiquée des spectres et des paramètres.
Les caractéristiques principales de cet analyseur sont les suivantes :
●visualisation orientable en châssis séparé sur oscilloscope 22 cm,
●clavier indépendant à touches sensitives éclairées proportionnellement à la lumière ambiante,
●microprocesseur LSI II avec mémoire de 4096 mots de 16 bit de programmes,

●codeur d'amplitude 4096 canaux 100 MHz,
●baie Nim 5 unités pour amplificateur, polarisation du détecteur et codeur d'amplitude,
●programmes standards qualitatifs et semi-quantitatifs en mémoire ROM,
●visualisation des raies, K, L, M avec rapport d'intensités et recherche automatique d'identification,
●repère par les deux premières lettres de l'élément au-dessus de chaque raie,
●lissage de spectre, transfert, multiplication, division par une constante,
●addition et soustraction d'une constante
●impression des résultats
●images X pour 4 éléments
●sorties sur enregistreur graphique point par point du spectre et des paramètres.
En option, le système TN 2000 peut évoluer vers un système quantitatif.
Du fait que tous les paramètres avec identification des éléments sont visibles simultanément sur l'écran, l'appareil de prises de vues type TN 1155 procure à l'utilisateur une sortie de résultats ultra rapide.

Pour tous renseignements : M. Coissac, Société Tracor, Tél. : 686.15.66.

## Détecteur électrochimique de chromatographie liquide

Princeton Applied Research Corporation commercialise un détecteur polarographique de chromatographie liquide à très haute sensibilité.
Le détecteur, modèle 310, utilise la nouvelle électrode mixte à goutte de mercure statique, modèle 303, pour atteindre des sensibilités de l'ordre du ppb dans le domaine des médicaments, pesticides, vitamines, additifs, polluants et bien d'autres composés. 10 ng d'acide ascorbique (vitamine C) ou 50 ng d'acide maléique peuvent être mesurés sans difficulté.
Le détecteur 310 comprend une cellule de verre spécialement conçue, à volume mort minimal, s'adaptant directement au bout du capillaire de l'électrode à goutte de mercure. L'éluat de chromatographie est dirigé, à l'intérieur de la cellule, vers et autour de la goutte de mercure. Toutes les substances donnant une réponse polarographique (le champ d'application est très grand) peuvent être détectées par le modèle 310. Ce détecteur peut être adapté à tout chromatographe en phase liquide, sans modification préalable. Il nécessite le raccordement au polarographe à impulsion, version économique simplifiée 364, ainsi qu'à un enregistreur, pour obtenir un système de détection de chromatographie en phase liquide complet.

Renseignements : SSR Instruments Co., av. de la Baltique, Z.A. de Courtabœuf, B.P. 93, 91403 Orsay Cedex. Tél. : 907.17.48

## Nouvelle thermobalance

Une nouvelle thermobalance référence TG 770 vient d'être mise au point par Stanton Redcroft (Grande-Bretagne). Cet analyseur reprend les caractéristiques de base de la TG 750 mais permet d'effectuer des mesures de variation de poids sur des substances portées jusqu'à 1 500 °C. Cet équipement est constitué d'une part, par l'unité de mesure comprenant une microbalance électronique à fléau asservi (maintenu constamment en position horizontale), un four de petite dimension à refroidissement par circulation d'eau, un système de débitmètre et circuit pour travaux en atmosphère contrôlée, et d'autre part par un module de commande permettant le tarage électronique de la balance et la lecture directe des variations de poids. Cette seconde unité comporte également le programmateur linéaire de température.
Les atouts de cette thermobalance sont les suivants : température maximale 1500 °C, sensibilité 40 µg, pleine échelle pour 10 mV, sortie enregistreur, très bonne régulation en température du four et refroidissement rapide grâce à la circulation d'eau permanente.
Parmi les nombreuses applications, il faut citer l'étude de la corrosion, de l'oxydoréduction, des propriétés d'inflammabilité ou de stabilité thermique des matériaux ou substances.

Renseignements : Verfilco, 30, rue du Rendez-vous, 75012 Paris. Tél. 628.38.00

## Analyseur de dimensions de particules HC 15, Système «Karlsruhe»

Basé sur un brevet de l'Institut du Génie Chimique de l'Université de Karlsruhe

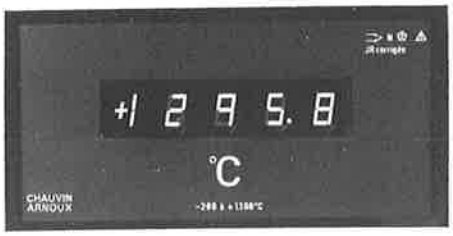
(R.F.A.), cet analyseur de dimensions de particules HC 15, de Gertsch (Zurich) est destiné à la détermination rapide de la distribution des dimensions et des vitesses de particules dans des jets d'aérosols aussi bien que dans des liquides transparents à haute concentration en particules.
Les applications sont multiples :
- en laboratoire : comme analyseur rapide
- en recherche appliquée : comme appareil de mesure rapide, employé avec des phases dispersées,
- en fabrication : en surveillance et comme capteur dans les appareillages de régulation automatique.

Comme chaque particule reste dans le volume de mesure pendant un temps très bref, on peut mesurer un nombre suffisant de particules en un temps relativement court. Les petites dimensions du volume de mesure permettent une analyse sans erreur jusqu'aux concentrations supérieures de $10^5/cm^3$ sans dilution d'aérosols ou hydrosols.
Le volume de mesure est éclairé par la lumière blanche d'une lampe halogène. Ceci a pour conséquence une caractéristique définie pour la relation entre la dimension d'une particule et l'impulsion de lumière diffuse.
La tête de mesure peut être fournie avec des volumes de mesure de diverses dimensions. Ceci permet son emploi pour diverses gammes de dimensions et de concentrations de particules.
Pour les canalisations à grand diamètre, on emploie un by-pass.
La tête optique contient la source lumineuse, les systèmes optiques générateurs d'images et le photodétecteur (contenus dans un coffret moulé robuste, compact et étanche aux poussières). Ceci garantit, non seulement une haute stabilité mécanique et, par conséquent une très grande fidélité des mesures mais aussi rend le HC 15 utilisable dans des conditions difficiles c'est-à-dire dans des applications en ligne. On peut changer facilement et rapidement la source lumineuse et le photodétecteur.
Le HC 15 est étalonné en usine. On emploie comme étalons des particules de latex ou de paraffine. Pour mesurer des particules d'une forme inconnue ou de propriétés inconnues, on peut étalonner l'appareil au moyen de méthodes de références telles que le microscope lumineux ou électronique.

Renseignements : R. Morin, B.P. 1, 92310 Sèvres. Tél. : 027.37.95.

## Indicateur numérique de température

Les thermomètres Nuta L.S.I., qui sont présentés dans deux formats (48 x 96 et 72 x 144), sont les premiers indicateurs de température réalisés à partir d'un circuit à haut niveau d'intégration (L.S.I.) de conception et de fabrication française et fonctionnant suivant le cycle «quadrimodal». D'autres versions sont destinées à la mesure des températures à partir de couples thermo-électriques de toutes natures.




Ces indicateurs numériques de tableau L.S.I. couvrent toute la plage utile d'utilisation des sondes à résistance thermométrique usuelles de type Pt (platine 100Ω à 0 °C suivant norme DIN 43760).
- de − 200 °C à + 200 °C avec résolution 0,01 °C ou 0,1 °C.
- de − 200 °C à + 850 °C avec résolution 0,1 °C ou 1 °C.

De − 200 °C à + 200 °C, l'utilisateur peut choisir la résolution optimale (0,01 ou 0,1 °C) avec les meilleures caractéristiques de reproductibilité.
La non linéarité des sondes à résistance thermométrique est corrigée continuellement sur toute l'étendue de mesure par un procédé électronique de calcul qui permet, en positif, d'annuler complètement l'erreur de linéarisation.
Les mesures sont réalisables selon deux montages :
3 fils pour les cas généraux (l'influence des lignes est négligeable jusqu'à 2,5Ω),
4 fils pour les cas particuliers de lignes de liaison longues et pour les mesures de haute précision.

Renseignements : Chauvin-Arnoux, 190, rue Championnet, 75018 Paris. Tél. : 252.82.55.

## Mesure des traces d'oxygène

Orbisphere Laboratories spécialiste de la mesure des traces d'oxygène, de l'ordre du ppb, c'est-à-dire de γ ( µg/l) d'oxygène dissous. Ces appareils sont une nouveauté sur le marché de l'instrument de l'oxygène :
- Ils peuvent aussi bien mesurer l'oxygène dissous sur une gamme de 0 à 10γ, que des ppm sur une gamme de 0 à 30 ppm, c'est-à-dire 30 000γ !Ceci représente une «gamme dynamique» unique à ce jour.
- Ces appareils permettent une mesure rapide de l'oxygène, même à 10γ déjà 5 minutes après avoir branché l'instrument sur la ligne à mesurer.
- La fiabilité et la stabilité des appareils permettent de les monter «en ligne» pour des mesures en continu. Pourtant, leur encombrement réduit et leur rapidité de mesure permettent tout aussi bien de les utiliser pour des mesures ponctuelles.

Renseignements : Orbisphere Laboratories, 5, rue Gustave Moynier, CH - 1202 Genève. Tél. 19.41.22.321935.

## Le viscoélasticimètre de Métravib

Ce nouvel appareil apporte une réelle innovation dans le domaine des instruments de rhéologie puisqu'il serait à la connaissance de Métravib, le seul capable de suivre en dynamique une cinétique de polymères et de donner des informations valables en ce qui concerne les modules de cisaillement dynamique de ces mêmes polymères.

Outre le calcul du module d'Young dynamique (en complexe), il peut :
- calculer la viscosité dynamique et le module de cisaillement dynamique d'un liquide ou d'un produit pâteux,
- et suivre une cinétique de réaction chimique (réticulation, polymérisation, etc.).

Après avoir sélectionné les différents paramètres : fréquence, température, excitation (force ou déplacement au choix) et contrainte statique, on obtient par affichage numérique le module et l'argument de la raideur.
En option, un enregistreur potentiométrique à quatre voies indépendantes est disponible.
Caractéristiques techniques :
- force maximale : 40 N,
- déplacement dynamique maximal : 500 µm,
- fréquences extrêmes : 7,8 Hz et 1 000 Hz,
- contrainte statique maximale : 200 µm,
- température, en variation continue de −70 °C à 130 °C, et en option jusqu'à 180 °C, 300 °C et 1 000 °C.

Renseignements : Métravib, 24 bis, chemin des Mouilles, 69130 Ecully. Tél. (78) 33.22.53.

## Le contrôleur d'ozone portable, Modèle 2000

Dans la gamme des appareils de Colombia Scientific Industries, la société Coultronics propose le contrôleur d'ozone, Modèle 2000 qui utilise le principe de détection photométrique de la lumière chimiluminescente.
Il a été spécialement conçu pour permettre une mesure très précise d'ozone même en présence de gaz traditionnellement interférents, tels que les oxydes d'azote et l'anhydride sulfureux, pendant une période allant jusqu'à 30 jours, sans recalibration.
Le fonctionnement stable sur une gamme large de température ambiante est obtenue par la régulation en température de la chambre de réaction du tube photomultiplicateur.
Les résultats sont fournis par un enregistrement des données en continu.
Le modèle 2000 propose une méthode pratique et sûre pour contrôler le niveau d'ozone dans les examens de sécurité professionnelle, les vérifications en périphérie et dans le cas d'applications aéroportées.
Chaque modèle est pourvu d'un système d'alarme automatique.
Le contrôleur d'ozone portable, modèle 2000 est utilisable soit dans le laboratoire, soit en extérieur grâce à son autonomie créée par sa batterie alimentant à la fois l'appareil et l'enregistreur.
Principales caractéristiques :
- peut fonctionner sur courant alternatif ou sur batterie,
- couvre les gammes requises par l'EPA de 0,1, 0,2, 0,5 et 1 ppm,
- signal sonore à un point fixé,
- haute précision ± 1 %,
- calibration du zéro interne,
- tube photomultiplicateur à température contrôlée et refroidi thermo-électriquement.

Renseignements : Coultronics S.A., 14 rue Eugène-Legendre, Margency, 95580 Andilly. Tél. 989.90.30.

## Broyeur rapide à planétaires

Le broyeur rapide à planétaires possède 4 postes de broyage indépendants et simultanés. Chaque poste peut contenir un bécher de capacité 50 ml, 250 ml ou 500 ml.
Le système de rotation inverse des béchers par rapport à la rotation du disque principal, confère à ce broyeur une grande efficacité de broyage. La vitesse de rotation du disque support est réglable en continu de 60 à 340 t/mn, celle des béchers varie de 120 à 680 t/mn. L'accélération obtenue est d'environ 12 g (1 g pour les broyeurs à mortier). Un couvercle de protection permet à ce broyeur de travailler en toute sécurité.
Les béchers et boulets sont disponibles en corindon fritté, en acier spécial, en acier inoxydable, en agate ou en carbure de tungstène.

Renseignements : Labo-Moderne, 37 rue Dombasle, 75015 Paris. Tél. 532.62.54 +.

# Communiqués *


| | |
|---|---|
| **Analyse spectrale 15** | **Electrochimie 6** |
| **Appel d'offres 35** | **Energie 1, 10, 11, 16** |
| **Biochimie, biologie 2, 3, 5, 8, 15, 18, 23, 26** | **Formation continue 34** |
| **Catalyse 2, 20, 21, 22** | **Industrie 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 19, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33** |
| **Chimie analytique 5 bis** | **Pollution 5, 7, 17** |
| **Chimie minérale 6, 17, 19** | **Polymères 9, 13, 15, 28** |
| **Chimie organique 6, 18** | **Prix 21, 22, 23, 24, 25, 26** |
| **Commémoration 12** | **Publications 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33** |
| **Documentation 14** | **Toxicologie 5** |


** 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 les rubriques S.C.P., S.C.F., S.C.I.*

## 1. Semaine scientifique de l'INSA

Traditionnellement le CAST (Centre d'Actualisation Scientifique et Technique) de l'INSA (Institut National des Sciences Appliquées) de Lyon-Villeurbanne organise, durant la 3e semaine de septembre, diverses manifestations :

● **Colloque : Le devenir des résidus industriels non valorisés**

Ce colloque, placé sous le patronage du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, se déroulera du 18 au 20 septembre 1978.
Quatre thèmes ont été retenus :
*Connaissance des résidus industriels,*
*Traitement physico-chimique,*
*L'incinération,*
*La mise en décharge.*
Une table ronde sur la synthèse de l'élimination des déchets clôturera le colloque.

● **13 stages de perfectionnement.**

● **2e Rencontres internationales sur la recherche**

● **Colloque : Aspects systémiques de la gestion des ressources énergétiques et naturelles**
(20-22 septembre 1978), sous le patronage de l'IIASA.

● **Journée sur le contrôle automatique industriel, facteur de qualité** (21 septembre 1978),
et remise du Prix de Chimie analytique 1978 de la Société de Chimie Industrielle.
Pour cette journée, se reporter à la rubrique «Société de Chimie Industrielle», en fin de revue.

Renseignements : CAST, INSA, 20 av. Albert-Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex.

## 2. 1er Congrès européen de biotechnologie

C'est la Dechema Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen de Francfort, qui organisera à Interlaken (Suisse), du 25 au 29 septembre 1978, le 1er Congrès européen de biotechnologie.
La langue officielle du Congrès est l'anglais, sans traduction simultanée.
Trois thèmes ont été retenus par les organisateurs :
● les bioréacteurs,
● les biocatalyseurs immobilisés,
● la régulation et le contrôle en biotechnologie.
Plusieurs visites d'usines seront organisées :
● Ciba-Geigy, à Bâle : des unités chimiques pilotes et une usine de production industrielle.
● Hoffmann-La Roche, à Grenzach (en Allemagne) : une usine de fabrication, une unité de traitement biologique des eaux usées.
● Sandoz, à Bâle : une usine de fabrication de peinture, les entrepôts automatisés, un aperçu d'un complexe moderne de génie chimique.
● Chemap, à Männedorf.
● La centrale hydroélectrique d'Oberhasli.
● L'Institut de recherche du lac de l'Institut Fédéral de Technologie (ETH, Zurich).

A l'occasion de ce 1er Congrès, la Fédération Européenne de Biotechnologie

sera créée. Le lundi 25 septembre 1978, se tiendra la 1ère Assemblée générale.

Renseignements : Dechema, POB 97 01 46, D-6000 Frankfurt/M. 97.

## 3. 3e Congrès international sur le bruit et la santé publique

La Commission internationale sur les effets biologiques du bruit organise le 3e Congrès international sur le bruit et la santé publique : effets biologiques et de comportement. Parmi les thèmes qui seront abordés, on étudiera les effets des interactions entre le bruit et les agents physiques ou chimiques.
Le congrès aura lieu du 25 au 28 septembre 1978, à Fribourg (R.F.A.).

Renseignements : International Commission on Biological Effects of Noise, Johannes Gutenberg Universität, Obere Zahlbacher Strasse 67, D 6500 Mayence.

## 4. Colloque sur la sécurité dans l'industrie chimique

Ce colloque, organisé par l'E.N.S. de Chimie de Mulhouse et l'Université de Haute-Alsace, se tiendra à Mulhouse, du 27 au 29 septembre 1978. Il réunira plus de 250 personnes, dont la moitié en provenance de l'étranger. Des visites d'usines sont prévues le 28 septembre.

Pour tous renseignements : Comité d'organisation du colloque, 3 rue Alfred Werner, 68093 Mulhouse Cedex. Tél. : (89) 42.70.20.

## 5. 3e Symposium sur la toxicologie aquatique

Le 3e Symposium de l'A.S.T.M. (American Society for Testing and Materials) sur la toxicologie aquatique se tiendra les 17 et 18 octobre1978 à la Nouvelle-Orléans (Louisiane). Il est organisé par le Comité E-35 et le Sous-comité Sécurité de l'homme et du milieu, en coopération avec le Sous-comité Contrôle des effluents du Comité D-19 sur l'eau de l'A.S.T.M.

Renseignements : Rod Parris, Bionomics Marine Research Laboratory, Route 6, Box 1002, Pensacola, Fl 32507, ou Al Hendricks, Dept. of Biology VPI, 1020 Derring Hall, Blacksburg, Va 24061.

## 5 bis. Journées d'information sur la chromatographie liquide préparative

La Société Waters organise gratuitement des journées d'information sur la chromatographie liquide préparative dans différentes villes de France.
Voici le calendrier : Grenoble 17.10.78 ; Lyon 19.10.78 ; Marseille 24.10.78 ; Montpellier 26.10.78 ; Bordeaux 7.11.78 ; Strasbourg 21.11.78 ; Nancy 23.11.78.
Les personnes désirant participer à l'un de ces stages recevront le programme ainsi qu'une carte d'invitation en écrivant à Waters S.A., «La Chromatographie Liquide», 18 rue Goubet, 75940 Paris Cedex ou en téléphonant à 200.60.08, 200.10.76 et 200.20.82.

## 6. Colloque «Chimie moléculaire du fluor»

Organisé par la D.G.R.S.T., ce colloque se tiendra, le vendredi 20 octobre 1978, dans l'amphithéâtre Langevin (escalier Mou N, 2e étage) de l'Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles, 10, rue Vauquelin, Paris (5e).
Le programme est le suivant :

9 h 20, Ouverture de la séance par M. Lichtenberger, Président de l'Action concertée «Chimie moléculaire du fluor».

### I.1. Réactifs et agents de fluoration

9 h 30, *Réactions du fluor élémentaire avec les complexes organométalliques des hydrocarbures insaturés* (CMF/P.60)
par M. Mathey (IRCHA)

### I.2. Utilisations des groupements perfluoroalkyles

10 heures, *Synthèse de composés carbonyles substitués par une chaîne perfluoroalkylée* (CMF/P.70)
par M. Wakselman (CNRS)
10 h 30, *Synthèse et réactivité d'énamines et énaminocétones fluoroalkylées* (CMF/P.59)
par M. Riess (Univ. de Nice)
11 h 15, *Synthèse d'alcools polyfluorés de formule générale* $CF_3\ (CF_2)n\ (CH_2)m\ OH$ *avec n de 1 à 12 et m de 1 à 2* (CMF/P.66)
par M. Foulletier (P.C.U.K.) et M. Commeyras (Univ. de Montpellier II)
11 h 45, *Synthèse et étude d'oligomères perfluorés* $\alpha\omega$ *difonctionnalisés* (CMF/P.74)
par M. Béguin (Univ. de Grenoble)

### II.1 et II.2. Matériaux pour laser

14 heures, *Développement de nouveaux verres fluorés pour l'optique laser, le traitement des surfaces (émaillage et revêtement antiadhésif) réalisation d'une vaisselle en verre fluoré* (CMF/P.68)
par M. Lucas (Univ. de Rennes)
14 h 30, *Composés d'insertion graphite-fluorures métalliques et leurs applications en électrochimie ; synthèse organique et séparation isotopique* (CMF/P.62)
par M. Bonnetain (I.N.P. Grenoble)

### III.1. Électrochimie

15 heures, *Préparation de fluoro - 2 amines et de composés difluoro 1,2. Electrochimie : ouverture des aziridines en présence de* $F_4H_3$ (CMF/P.71).
par M. Laurent (Univ. de Lyon I)
15 h 30, *Mécanisme de la fluoration électrochimique des composés organiques dans le fluorure d'hydrogène : rôle de l'adsorption* (CMF/P.73)
par M. Mollard (P.C.U.K.) et M. Cauquis (CEA-CENG)

### III.3. Liaison fluor

16 h 15, *Synthèse sélective de fluotungstates polynucléaires à structure métatungstate par application de la R.M.N. comme principale technique d'investigation* (CMF/P.69)
par M. Lefebvre (Univ. Paris VI)
16 h 45, *Spectroscopique et cinétique de l'influence du groupe* $SO_2\ CF_3$ *sur la structure et la réactivité de molécules aromatiques et hétéroaromatiques* (CMF/P.61)
par M. Schaal (Univ. Paris VI)
17 h 15, *Etude structurale et thermodynamique du comportement de l'ion fluorure en solution fluorhydrique* (CMF/P.72)
par M. Mérachon (NSA de Lyon).

## 7. 3e Symposium sur la recherche en matière de pollution atmosphérique et 1er Symposium «ATP pollution-énergie des véhicules»

Le Comité scientifique «Pollution atmosphérique» du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, organise le troisième symposium sur la recherche en matière de pollution atmosphérique en octobre prochain (23-26 octobre 1978) à Bordeaux-le Lac. Cette manifestation scientifique sera jumelée avec le premier symposium de l'action thématique programmée «Energie-nuisances des véhicules» (25-26 octobre 1978) au même lieu, sous la responsabilité de l'Institut de Recherche des Transports (I.R.T.). Ainsi, ces deux réunions permettront de faire le point sur les études menées pour lutter contre la pollution de l'air.
Ces manifestations font suite aux deux premiers symposiums : celui de Bischenberg en janvier 1975, celui des Arcs en novembre 1976. Depuis, certaines études sont terminées, d'autres ont été prolongées. Enfin, de nouvelles recherches ont été lancées et un appel d'offres a été diffusé en juillet 1977.
Le principe de ces deux réunions concertées repose sur l'organisation de tables rondes successives, au cours desquelles chaque contractant exposera brièvement et avec précision, les résultats de ses travaux effectués soit dans le cadre de l'action concertée «Pollution atmosphérique», soit dans le cadre de

l'action thématique programmée «Energie - nuisances des véhicules». A la suite de ces exposés, un large débat sera ouvert, destiné à aborder tous les aspects du secteur scientifique et technique correspondant au thème discuté. Le programme des tables rondes correspondra aux thèmes de l'appel d'offres de 1977 et portera sur les études en cours, et sur les études terminées durant l'année 1977.

Renseignements : GERP, 40 rue du Colisée, 75008 Paris. Tél. : 225.37.76 et 359.42.50.

---

## 8. Conférence mondiale sur les protéines végétales alimentaires

Les principaux organisateurs de cette manifestation, qui se tiendra du 29 octobre au 3 novembre 1978, à Amsterdam aux Pays-Bas, sont : l'American Oil Chemists' Society, le Conseil sur les protéines alimentaires des États-Unis et le Comité européen Eetbaar Plantaardig Eiwit.
Des conférences, tables rondes, démonstrations et expositions sont prévues. La langue officielle est l'anglais avec la traduction simultanée en français.
Déjeuners : les participants auront la possibilité de déjeuner sur place. Il leur sera proposé, au choix, des menus incluant des plats contenant des protéines végétales !

Renseignements et inscription : CEPE, Raamweg 44, La Haye, Pays-Bas.

---

## 9. Symposium «Polymères à hautes performances et leurs applications récentes»

Ce prochain Symposium de la Société des Ingénieurs Plasticiens SPE France aura lieu à Paris, le mardi 7 novembre 1978, de 9 à 18 heures.
Après un exposé introductif sur la place de ces polymères à hautes performances dans l'industrie des plastiques, six conférences présenteront les caractéristiques et les emplois déjà industriels ou en cours de développement de quelques-uns d'entre eux : le polytéréphtalate de butylène (PBT), les polyimides, le polyphénylène oxyde (PPO), le polyphénylène sulfone (PPS), le polyfluorure de vinylidène, le polyéther sulfone.
Un dernier exposé traitera, avant la synthèse-débat de la journée, des utilisations des polymères performants dans une industrie particulièrement concernée, l'aéro-spatiale.
Le programme détaillé de ce Symposium et les conditions de participation sont à demander au secrétariat de la Société des Ingénieurs Plasticiens SPE France (65, rue de Prony, 75854 Paris Cedex 17), où ils seront disponibles début octobre).

---

## 10. Réunion annuelle de la Section française du Combustion Institute

La réunion aura lieu le mardi 14 novembre 1978, à 9 h 30, dans la salle du C.N.R.S., 15 quai Anatole-France, Paris (7e).
Le thème retenu est le suivant :
*Valorisation énergétique du charbon et des déchets industriels.*

Toute demande de renseignements doit être adressée à Mme Ivernel, Secrétariat de la Section française du Combustion Institute, c/o l'Air Liquide, BP 126, 78350 Jouy en Josas. Tél. : 956.80.20.

---

## 11. Progrès récents en chimie appliquée et en génie chimique

Le cours de clôture de la Chaire d'actualité scientifique de la Faculté des sciences appliquées de l'Université de Liège sera consacré au thème : *Evolution de l'industrie du raffinage et de la pétrochimie face aux problèmes de l'énergie.*
Il sera présenté les 28 et 29 novembre 1978 par MM. Limido, Durandet, Jacques, Leprince et Rojey de l'Institut Français du Pétrole.
Les thèmes traités sont les suivants :
- *Nature des mesures à prendre pour économiser l'énergie dans l'industrie pétrolière.*
- *Utilisation optimale de l'énergie dans un ensemble pétrolier ou pétrochimique.*
- *Conversion d'énergie en raffinerie.*
- *Influence des économies d'énergie sur le dessin de nouvelles unités de raffinage.*
- *Incidence de la situation énergétique sur le choix des procédés et des produits.*

Toute information complémentaire peut être obtenue auprès du Prof. G. L'Homme, Président de la Section de chimie, Laboratoire de génie chimique, Institut de Chimie-Métallurgie, 2 rue A. Stévart, 4000 Liège (Belgique).

---

## 12. Commémoration de Gay-Lussac
Paris 10-13 décembre 1978

A l'occasion du bicentenaire de la naissance du chimiste français Joseph-Louis Gay-Lussac (1778-1850), l'Ecole Polytechnique et le Centre Alexandre Koyré organisent un colloque international qui se tiendra du 11 au 13 décembre dans les nouveaux locaux de l'Ecole Polytechnique à Palaiseau, sous l'égide de l'Association française pour les Célébrations nationales et du Comité national d'Histoire et de Philosophie des Sciences. Cette commémoration débutera le 10 décembre au Palais de la Découverte par une conférence publique au cours de laquelle le Pr Fétizon évoquera la vie, la carrière et l'œuvre de Gay-Lussac. Elle sera complétée par une exposition de manuscrits et de documents concernant le chimiste et son époque, présentée à l'Ecole Polytechnique puis au Musée national des Techniques à Paris.
Sur le plan international, le colloque français est coordonné avec la célébration du bicentenaire du chimiste anglais Sir Humphry Davy (1778-1829), organisée à Londres, du 7 au 9 décembre 1978, dans les locaux de la Royal Institution.

Renseignements :
Colloque Gay-Lussac : Mme Coyac, Bibliothèque Centrale, Ecole Polytechnique, 91128 Palaiseau Cedex.
Colloque Davy : Mrs Phyllida Lindsay, Executive Secretary Davy Bicentenary Symposium, The Royal Institution of Great-Britain, 21 Albemarle Street, London W1X (Grande-Bretagne).

---

## 13. Journées sur la mécanique de la rupture appliquée aux polymères

Sous le patronage de SPE France (Section Française de la Society of Plastics Engineers), le Centre d'Etudes des Matières Plastiques, en collaboration avec l'Ecole d'Application des Hauts Polymères de Strasbourg, organise deux journées à Paris, les 12 et 13 décembre 1978, pour faire le point sur les problèmes de fracture et de propagation de fissures, essentiellement dans le domaine des polymères thermoplastiques non chargés.
Le programme comporte 8 conférences de 1 heure, suivies de 20 minutes de discussion. Le lieu de la rencontre est aux Ingénieurs Civils de France, 19 rue Blanche, 75009 Paris.
Les textes des conférences seront proposés unitairement, sur commande, à l'issue des journées.

Renseignements et inscription : Centre d'Etude des Matières Plastiques, 65 rue de Prony, 75854 Paris Cedex 17. Tél. : 763.12.59.
Participation aux frais : 600 F h.t., à régler lors de l'inscription (450 F pour membres SPE). Ces frais comprennent les déjeuners et pauses-café.
Délai d'inscription : le 15 novembre 1978. Nombre de places limité.

---

## 14. 3e Congrès national français sur l'information et la documentation

L'Association Française des Documentalistes et des Bibliothécaires Spécialisés (A.D.B.S.) et l'Association Nationale de

la Recherche Technique (A.N.R.T.) organiseront, les 15 et 16 mars 1979, à Paris, le 3e Congrès national sur l'information et la documentation.
Huit thèmes de travail ont été retenus :
- *la documentation audiovisuelle,*
- *les gros serveurs,*
- *les bases de données économiques, juridiques, politiques,*
- *les barrières psychologiques et techniques s'opposant à la compatibilité des systèmes,*
- *les centres de documentation face à l'évolution des méthodes,*
- *la formation des utilisateurs de réseaux,*
- *l'information sur les recherches en cours,*
- *l'accès aux documents primaires.*

Afin de répondre aux vœux de nombreux documentalistes, le Comité scientifique a choisi de réduire la part des exposés généraux et de consacrer une part prépondérante du temps disponible à des tables rondes sur chacun des thèmes précités.

Renseignements : T.F.I. Congrès, Mme Wagner, 9 rue Théodore de Banville, 75017 Paris. Tél. : 720.70.50.

## 15. 4e Séminaire RMN Bruker

Le 4e séminaire RMN-Bruker aura lieu du 23 au 27 avril 1979, au Liebfrauenberg.
Le sujet retenu est le suivant : *Polymères de structures et biopolymères. Apport de la RMN à leur étude conformationnelle et dynamique.*
Les différentes conférences plénières auront pour thème :
I. *Polymères synthétiques et polymères naturels de structure.*
- Propriétés générales et possibilités d'étude par RMN
- Analyse structurale
- Polysaccharides
- Mouvements intramoléculaires en solution
- Etudes en phase solide. Transitions.

II. *Acides nucléiques. Protéines.*
- Analyse conformationnelle
- Développements récents sur le plan expérimental
- Mouvements intramoléculaires
- Transconformations
- Interactions macromolécule-petite molécule
- Exemple d'étude d'interaction enzyme-substrat.

III. *Systèmes supra-moléculaires*
- Etude par RMN des histones
- Etude par RMN du $^{31}P$ de muscles vivants.

Des communications se rapportant au thème général du séminaire, sont également envisagées.
Les personnes désirant recevoir les fiches d'inscription et le programme complet peuvent s'adresser dès à présent au Secrétariat du Séminaire Sadis Bruker Spectrospin, BP N, 67160 Wissembourg.

## 16. ENC'79 et 7e Foratom

L'European Nuclear Society, en coopération avec l'American Nuclear Society et Foratom (le Forum Atomique Européen) organisent du 6 au 11 mai 1979, à Hambourg (R.F.A.) les Conférences nucléaires européennes (ENC' 79) et Foratom 7, le 7e Congrès Foratom.
Le thème du congrès est «L'énergie nucléaire, option pour le monde». Tous les aspects pacifiques de l'énergie nucléaire seront couverts. Le président du Comité scientifique est M. André Gauvenet du Commissariat à l'Energie Atomique.

Renseignements : The Executive Office ENC' 79, c/o Deutsches Atomforum e.V., Heussallee 10, D 5300 Bonn 1 (R.F.A.).

## 17. Symposium international sur les émissions de soufre et sur l'environnement.

La société anglaise The Society of Chemical Industry organise, par l'intermédiaire de son groupe «Eau et environnement», un symposium international, du 8 au 10 mai 1979, sur les émissions de soufre et sur l'environnement.
Le programme préliminaire porte sur les émissions et la distribution du soufre, du sort de ces émissions, de leurs effets, et des règlements, des normes, du contrôle et des coûts.

Renseignements : The Conference Secretariat, Society of Chemical Industry, 14, Belgrave Square, Londres, SW1X 8PS, G.-B.

## 18. Conférence EUCHEM sur l'emploi des sucres pour la synthèse chirale organique

Une conférence EUCHEM intitulée *«Uses of carbohydrates as starting material for chiral organic synthesis»* se tiendra, du 3 au 6 juin 1979 à Belle-Ile-en-Mer (France).
Les professeurs S. Hanessian (Canada) et G. Stork (U.S.A.) ainsi que le Dr. T. Ogawa (Japon) ont donné leur accord pour prononcer des conférences principales.
Comme d'habitude pour les conférences EUCHEM, le nombre des participants est limité.
Pour tous renseignements : Prof. Pierre Sinaÿ, Laboratoire de biochimie structurale, U.E.R. de Sciences Fondamentales et Appliquées, 45045 Orléans Cedex.

## 19. Deuxième Congrès international sur les composés phosphorés

Ce congrès scientifique et technique, organisé par IMPHOS (Institut Mondial du Phosphate), en avril-mai 1980 aux U.S.A., traitera des multiples aspects du sujet suivant : *La séparation des éléments accompagnant le phosphore dans les phosphates naturels et dans l'acide phosphorique industriel : voie de progrès dans le développement des usages des composés phosphorés.*
Les conférences et communications seront groupées autour des 5 thèmes selon le schéma de principe ci-dessous :
- Thème I (1 demi-journée) : Substituants dans les apatites et autres impuretés : relations entre la structure des apatites et leurs propriétés, ...
- Thème II (1 demi-journée) : Séparation des impuretés dans le phosphate naturel : recherches de base, idées nouvelles, ...
- Thème III (3 demi-journées) : Purification de l'acide phosphorique industriel : précipitation des impuretés, extraction par solvants, échange d'ions, électrolyse, électrodiffusion, électrophorèse,...
- Thème IV (1 demi-journée) : Récupération d'éléments accompagnants : fluor, uranium, vanadium, lanthanides, ...
- Thème V (1 demi-journée) : Perspectives nouvelles d'emploi pour l'acide phosphorique purifié.

Tous les spécialistes intéressés qui souhaitent présenter une communication sur l'un des thèmes peuvent obtenir les informations nécessaires auprès de : IMPHOS, 8 rue de Penthièvre, 75008 Paris. Tél. : 266.05.62.

## 20. VIIe Congrès international de catalyse

Le VIIe Congrès organisé par la Société Chimique et la Société de Catalyse du Japon aura lieu du 30 juin au 4 juillet 1980 à Tokyo. Le thème du Congrès est «Horizons nouveaux en catalyse», en reconnaissance du fait que l'avenir et même la survie du genre humain dépendent largement du progrès dans la science et la technologie de la catalyse associée avec les problèmes du contrôle de la pollution et de l'économie d'énergie et de ressources naturelles. L'accent sera porté sur la catalyse hétérogène : élucidation de sa nature et de ses applications. Le Comité encourage la soumission des contributions d'un haut niveau scientifique qui décrivent des faits nouveaux concernant non seulement la compréhension des problèmes fondamentaux de la catalyse hétérogène mais également de la catalyse industrielle.
A côté de quelques conférences plénières, le programme comporte des contributions et des communications. La

sélection des contributions sera faite à partir des résumés de 800 mots (maximum) qui devront parvenir avant le 31 juillet 1979. Les auteurs seront ensuite informés s'ils doivent soumettre (ou non) les textes complets. Les manuscrits des contributions acceptées devront alors parvenir avant le 12 janvier 1980. Les communications auront comme objectif de rendre compte des résultats importants et récents. La sélection des communications sera faite à partir des résumés de 800 mots (maximum) qui devront parvenir avant le 12 janvier 1980.
Les conférences plénières et les contributions seront fournies aux participants sous forme de prétirages complets alors que les communications seront distribuées sous forme de résumés. La langue officielle du congrès sera l'anglais.

Pour tout renseignement concernant le congrès et pour obtenir la 2e circulaire, prière de s'adresser au Professeur Iwao Yasumori, Seventh International Congress on Catalysis, Department of Chemistry, Tokyo Institute of Technology, Ookayama, Meguro-Ku, Tokyo 152, Japon.

---

## 21. Prix Paul Emmett en catalyse fondamentale

Un prix de $ 2 000 et une médaille seront attribués tous les deux ans (années impaires) par les soins de la Société de Catalyse de l'Amérique du Nord à un lauréat qui, dans le domaine de la catalyse, a découvert des phénomènes catalytiques ou a contribué à leur compréhension, ou encore qui a proposé des mécanismes de réactions catalytiques avec l'identification et la description des sites catalytiques et des espèces réagissantes. La sélection des candidats (de moins de 45 ans au 1er avril de l'année de distribution du prix) sera faite sans considération de leur nationalité ou appartenance à divers organismes. Le comité de sélection est nommé par le Président de la Société de Catalyse. Les propositions de candidature (en six exemplaires) pour le prix, doivent être adressées au Président de la Société, avant le 1er septembre (années paires) et doivent comporter la biographie du candidat, ses qualifications et la description des travaux réalisés et doivent inclure deux lettres de parrainage.

---

## 22. Prix Eugène Houdry en catalyse appliquée

Un prix de $ 2 500 et une médaille seront attribués tous les deux ans (années impaires) par les soins de la Société de Catalyse de l'Amérique du Nord à un lauréat qui, dans le domaine de la catalyse, a développé des catalyseurs ou des procédés nouveaux ou améliorés.
La sélection des candidats sera faite sans considération de leur âge, nationalité ou appartenance à divers organismes. Le comité de sélection est nommé par le Président de la Société de Catalyse. Les propositions de candidature (en six exemplaires) pour le prix doivent être adressées avant le 1er septembre (années paires) et doivent comporter la biographie du candidat, ses qualifications et la description des travaux réalisés et doivent inclure deux lettres de parrainage.

---

## 23. Prix de chimie des glucides Benjamin Delessert 1978 et 1979

Le jury du Prix de Chimie des glucides 1978 (Prix Benjamin Delessert) s'est réuni le 28 juin.
Le lauréat désigné est Monsieur Michel Richard pour sa thèse de Doctorat ès-sciences :
*Contribution à l'étude de glycosyltransférases de diverses cellules eucaryotes.*
Une mention très honorable a été décernée à Monsieur J.P. Robin pour son ouvrage :
*Comportement du grain d'amidon à l'hydrolyse acide ménagée. Etude physicochimique et enzymatique de la fraction insoluble. Contribution à la connaissance de la structure de l'amylopeptine.*

La Fondation Benjamin Delessert récompensera cette année une thèse de Doctorat (Doctorat ès-sciences, Doctorat-ingénieur chimiste, Doctorat 3e cycle) ayant trait aux problèmes concernant :
- la biochimie des glucides
- leur métabolisme normal et pathologique
- leur utilisation en technologie

Les ouvrages devront parvenir à la Fondation Benjamin Delessert avant le 31 mars 1979.
Le montant du Prix sera de 4 000 francs.
Ce prix sera attribué par un jury exclusivement scientifique composé de quatre spécialistes.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser à : Fondation Benjamin Delessert, 30 rue de Lübeck, 75116 Paris. Tél. : 727.24.02.

---

## 24. Prix Lucien Chatin 1978

Un prix, institué par la Fondation Scientifique de Lyon et du Sud-Est, est attribué annuellement par l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon pour récompenser des travaux effectués par de jeunes chercheurs dans le courant des six dernières années, dans le domaine de la chimie et de la métallurgie pures et appliquées, au sens le plus large. Son montant sera de vingt mille francs en 1978.
Le prix pourra être attribué soit à des individus, soit à des équipes. Le dossier sera transmis par le ou les candidats ou par leur Chef de service ou Directeur scientifique.

Les conditions à remplir sont les suivantes :
1. Avoir accompli l'essentiel des travaux dans le Sud-Est français ; le Sud-Est étant défini par les dix-sept départements suivants : Haute-Savoie, Ain, Rhône, Loire, Savoie, Isère, Haute-Loire, Hautes-Alpes, Drôme, Ardèche, Alpes-de-Haute-Provence, Vaucluse, Gard, Hérault, Alpes-Maritimes, Var et Bouches-du-Rhône.
2. Etre de nationalité française.

Le dossier à fournir devra comprendre les pièces suivantes :
1. Dans tous les cas :
- une notice dactylographiée, d'une page ou deux, concernant uniquement les travaux présentés pour le Prix et effectués, dans les lieux à préciser, dans le courant des années 1971 à 1978.
- une liste des publications correspondantes avec références bibliographiques. Les travaux n'ayant pas fait l'objet d'une publication seront présentés dans un rapport dactylographié.

2. Dans le cas de candidatures individuelles :
- un curriculum vitae, avec adresse personnelle, date et lieu de naissance et photographie récente d'identité, précisant les Prix et récompenses déjà éventuellement obtenus.

3. Pour les équipes :
- une liste des membres de l'équipe, précisant leur âge et leurs fonctions, avec une photographie récente jointe.

Ce Prix sera remis en séance publique de l'Académie, par le Président de la Fondation Scientifique de Lyon et du Sud-Est, le mardi 19 décembre 1978.
Adresser les candidatures et toute correspondance à M. Jean-Eugène Germain, Rapporteur du Prix, membre titulaire, au siège de l'Académie, Palais Saint-Jean, 4 avenue Adolphe-Max, 69005 Lyon.

---

## 25. Prix Lever Industriel 1979 d'encouragement à la recherche

Le Prix Lever Industriel d'encouragement à la recherche récompense, tous les ans, les deux meilleurs mémoires contribuant à l'amélioration des conditions d'hygiène dans la vie collective.
Deux prix sont attribués chaque année :
- un premier prix de 10 000 F. récompensant un travail couronné par une thèse scientifique pharmaceutique, médicale ou vétérinaire concernant l'hygiène.
- un deuxième prix de 2 000 F. destiné à un étudiant n'ayant pas encore soutenu de thèse, pour un travail original consacré à l'hygiène.

Les mémoires devant faire l'objet de candidature doivent être parus entre septembre 1977 et septembre 1978.
Les dossiers, en huit exemplaires, devront parvenir avant le 1er novembre 1978, à Lever Industriel, 56 rue de Paris, 93130 Noisy le Sec, qui les soumettra au jury.
Le jury se réunira pendant le mois de décembre et les examinera.
Les prix seront remis officiellement au mois de janvier 1979.

## 26. Prix du Groupe Français des Glucides

Le Groupe Français des Glucides a décidé d'attribuer un prix annuel, le «Prix du Groupe Français des Glucides», destiné à récompenser un jeune chercheur (35 ans au plus) dont les travaux portant sur les glucides méritent d'être mis en valeur. Les candidats doivent avoir accompli leurs recherches en France.
La Commission du «Prix des glucides» est chargée de recueillir les candidatures et les suggestions éventuelles de personnalités compétentes, et finalement de désigner le ou les lauréats.
Pour 1978 et 1979, la Commission est composée de M. Monsigny, Président du G.F.G. (en exercice), J. Defaye, Président du G.F.G. (précédent exercice), P. Louisot, P. Sinaÿ, J.E. Courtois, représentant la Société de Chimie Biologique, S. David, représentant la Société Chimique de France.
Les candidats devront adresser, avant le 15 septembre 1978, une courte notice individuelle en sept exemplaires ainsi qu'un exemplaire de chacune de leurs publications et éventuellement de leur(s) thèse(s) au Secrétariat du G.F.G., Centre de Biophysique Moléculaire, 1A, avenue de la Recherche Scientifique, 45045 Orléans Cedex.

## 27. Nouvelle revue internationale du froid

L'Institut International du Froid édite une nouvelle revue intitulée *«Revue internationale du froid»* (International Journal of Refrigeration) qui sera publiée par IPC Science and Technology Press ; le premier numéro est sorti en mai 1978, les numéros suivants paraissant tous les deux mois.
Cette revue publiera essentiellement les rapports les plus originaux présentés aux réunions de Commissions de l'I.I.F., ainsi que des études d'actualité préparées par des experts mondiaux. Elle comprendra des informations, des renseignements sur les produits nouveaux, des comptes rendus de conférences, des analyses d'ouvrages, etc. Les rapports seront soit en anglais, soit en français, les résumés, légendes de figures, titres de rapports et informations sur l'I.I.F. étant publiés dans les deux langues.
IPC Science and Technology Press Ltd, IPC House, 32 High Street, Guildford, Surrey GU1 3EW, Angleterre.

## 28. Techniques d'agitation et de mélange dans les industries chimiques

Les comptes rendus du Symposium international de génie chimique : les techniques d'agitation et de mélange dans les industries chimiques et connexes, qui s'est tenu à la Faculté Polytechnique de Mons, du 21 au 24 février 1978, sont maintenant édités.
Ces comptes rendus (33 communications, 3 contributions, plus de 300 questions, commentaires et remarques) peuvent être commandés aux adresses suivantes : Service de Génie chimique de la Faculté Polytechnique de Mons, rue de l'Epargne, B-7000 Mons (Belgique) et Branche Belge de la Société de Chimie Industrielle, Square Marie-Louise, 49, B-1040 Bruxelles. Le prix de cet ouvrage relié (210 x 297 mm) de 850 pages est de 1 600 F.B.

## 29. Le tableau mural Rhodorsil EVC

Pour tous les ingénieurs et les techniciens qui utilisent journellement les élastomères silicones vulcanisant à chaud, le Département Silicones de Rhône-Poulenc vient d'éditer un tableau très clair, donnant les principales caractéristiques des Rhodorsil élastomères utilisables pour la fabrication de caoutchouc technique de haute performance.
Ce tableau mural peut être fixé au mur des bureaux d'études, comme des ateliers. D'un seul coup d'œil, il sera facile de connaître la résistance Zwick ou la constante diélectrique du Rhodorsil RP 60 ou du Rhodorsil RP 70 THT. De même, un temps précieux sera gagné pour trouver la référence du produit répondant le mieux à telle caractéristique exigée.
Ce tableau mural sera envoyé gracieusement sur simple demande, adressée sur papier à en-tête au Département Silicones, Rhône-Poulenc, 33, rue Jean-Goujon, 75008 Paris.

## 30. Deux nouvelles études Frost and Sullivan

Frost and Sullivan, Inc., société new yorkaise d'études de marché a réalisé deux nouvelles études concernant :
- le marché européen des produits pharmaceutiques en doses unitaires,
- la consommation des aérosols en Europe.

Chloe Haslam, Frost and Sullivan, Ltd, 104-112 Marylebone Lane, Londres W1M 5FU, Grande-Bretagne.

## 31. Dictionnaire des peintures (AFNOR)

Près de 800 termes relatifs à l'industrie des peintures, des vernis et produits connexes et à leur mise en œuvre, sont répertoriés par ordre alphabétique, avec leur définition, dans une nouvelle norme enregistrée (T 30-001) «Dictionnaire technique des peintures et des travaux de peinturage».
Version révisée d'une norme expérimentale plus ancienne, la norme publiée par l'AFNOR est présentée sous forme d'un volume de manipulation aisée, à l'usage des bibliothèques techniques et des centres de documentation, comme des laboratoires de contrôle et des industries.

Références : NF T 30-001, juin 78. Enr. «Dictionnaire technique des peintures et des travaux de peinturage» ; prix : 108 F HT (frais de préparation et TVA 17,60 % en sus).
Pour tout renseignement, s'adresser à l'AFNOR, tour Europe, Cedex 7 92080 Paris La Défense. Tél. : 778.13.26, poste 4148 (service de Presse).

## 32. Fiches techniques de Beers pour l'usinage des métaux

La De Beers Industrial Diamond Division a récemment publié deux nouvelles fiches techniques portant sur l'usinage des métaux.
La première est consacrée au nouvel abrasif diamant synthétique CDA-M (Carbide Diamond Abrasive - Multigrain), spécialement mis au point pour la rectification à sec des carbures cémentés à l'aide de meules à liant résinoïde.
La deuxième fiche comporte un tableau synoptique des applications de sept grains synthétiques «résinoïdes» pour l'usinage de matériaux ultra-durs. Chaque abrasif, illustré en couleurs, est brièvement présenté en fonction de ses possibilités optimales d'utilisation.

Ces deux publications peuvent être obtenues gracieusement, sur simple demande, auprès du Bureau d'information de la De Beers Industrial Diamond Division en France, 7 rue Emile Cossonneau, 93360 Neuilly Plaisance.

## 33. Manuel pour l'examen par ultrasons des soudures

Cet ouvrage a été préparé par la Commission V «Essais, mesures et contrôle des soudures» de l'Institut International de la Soudure (IIS).
Il constitue une règle de bonne pratique du contrôle par ultrasons des différents types de soudures réalisées au moyen des procédés classiques de soudage (électriques et aux gaz), sur des maté-

riaux tels que les aciers ordinaires ou faiblement alliés et les alliages légers.
Les recommandations énoncées, qui tiennent compte des principaux codes ou documents existants, sont susceptibles d'être révisées périodiquement, en raison des développements en cours dans un certain nombre de domaines (étalonnage, évaluation des défauts.. ).

Publications de la Soudure Autogène, 32, bd de la Chapelle, 75880 Paris Cedex 18 (Prix : 65 F. TTC, frais d'envoi en sus).

## 34. Stages de formation continue

**Stage organisé par l'Institut National Agronomique**

Techniques récentes au service de l'analyse chimique
Deux sessions du 7 au 9 novembre et du 13 au 15 novembre 1978.
Renseignements : A.D.E.P.R.I.N.A., 16, rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : 570.15.50 et 337.96.34. Responsable de l'Administration : Mme Ewald.

**Stages de l'Université de Bordeaux I**

Spectrométries infrarouge et Raman
Du 15 au 26 janvier 1979
pour les membres du CNRS, des Universités, des ingénieurs et des techniciens.
Renseignements : M. Jean Derouault ou Mme Monique Fouassier, Laboratoire de spectroscopie infrarouge, 351, cours de la Libération, 33405 Talence Cedex. Tél. : (56) 80.69.50, poste 340.

**Stages du Centre de Perfectionnement Technique**

Génie chimique
Du 16 au 20 octobre 1978 et du 4 au 8 décembre 1978.

Etude de la pollution atmosphérique
Deux stages : I. du 9 au 13 octobre 1978. II. du 13 au 17 novembre 1978.

Etude des problèmes de déchets
du 16 au 20 octobre ; du 20 au 24 novembre 1978 ; du 5 au 9 février ; du 4 au 8 mars et du 2 au 6 avril 1979.

La lyophilisation
du 27 au 30 novembre 1978.

Renseignements : Centre de Perfectionnement Technique, 9, avenue Alexandre-Maistrasse, 92500 Rueil-Malmaison. Tél. : 749.79.13.

**Stages de l'Université de Haute-Alsace**

Adhésion
Propriétés des surfaces et interfaces. Caractéristiques et utilisation des adhésifs.
Mulhouse du 27 au 30 mars 1979.
Renseignements : CERFA Université de Haute-Alsace, 61, rue Albert Camus, 68093 Mulhouse Cedex. Tél. : (89) 42.71.87 ou M. Jacques Schultz, responsable pédagogique, Centre de recherches sur la physico-chimie des surfaces solides du CNRS, 25, av. Présid. Kennedy, 68200 Mulhouse. Tél. : (89) 42.01.55.

**Stages de l'I.U.T. d'Orsay**

L'I.U.T. d'Orsay organise d'une part la préparation au DUT-Chimie et d'autre part des stages d'une durée variable de novembre 1978 à juin 1979.
Renseignements et inscriptions au Centre de Formation Continue, I.U.T. d'Orsay, BP 23, 91406 Orsay Cedex. Tél. : 941.00.40, poste 24.

**Stages de l'Institut National Polytechnique de Grenoble**

● Piles et accumulateurs
Du 9 au 11 octobre 1978.
● Méthodes électriques d'étude des réactions électrochimiques
Du 17 au 19 octobre 1978.
● Propriétés électrochimiques des sels fondus
Du 20 au 24 novembre 1978.
Renseignements : Institut National Polytechnique de Grenoble, Division formation professionnelle continue, 46, avenue Félix Viallet, 38031 Grenoble Cedex. Tél. : (76) 96.98.55, poste 605.

## 35. Appel d'offres «Médicaments nouveaux» 1978

Les secteurs «Biomédecine» et «Chimie» de la D.G.R.S.T. se sont associés pour créer, parallèlement aux actions concertées existant déjà, une action destinée à favoriser la découverte et le développement de nouveaux produits pharmaceutiques.

Le Comité examinera exclusivement les projets associant des laboratoires privés et publics. Le rôle de chaque partenaire devra être défini avec précision, le coordonnateur étant industriel. Ces regroupements généralement spontanés, pourront aussi être suggérés par la D.G.R.S.T. à la demande du laboratoire industriel. Les projets devront faire l'objet d'accords précis entre partenaires, y compris sur les questions de propriété industrielle.

Les critères de jugement seront :
1) l'importance du sujet pour la santé publique.
2) l'originalité scientifique (le désir du Comité étant de développer la véritable innovation).
3) la concertation (déjà évoquée) coordonnée par le partenaire industriel.
4) la compétence et la complémentarité des équipes.

Tous les sujets pourront être proposés au Comité quels que soient les axes thérapeutiques (maladies infectieuses, maladies du système nerveux central, cancer, etc...) et les stades de la recherche (chimie, biochimie, pharmacologie, etc...).

Toutes les étapes de la recherche d'un médicament nouveau pourront être envisagées (préparation des substances actives, essais biologiques, biochimiques, pharmacotechniques, cliniques...). Toutefois, les projets présentés devront avoir reçu un commencement d'exécution démontrant leur intérêt.

Les projets devront être présentés sous deux formes :
● une déclaration d'intention, forme concise de rédaction destinée à être diffusée aux membres du Comité (dix exemplaires),
● une demande d'aide complète, selon formulaire normalisé, en trois exemplaires, l'un destiné au secrétaire scientifique du Comité, les deux autres aux rapporteurs assermentés.

Les financements de la D.G.R.S.T. ne peuvent être utilisés, dans le secteur public, pour rémunérer les contractuels à plein temps à l'exception des personnels hors statut, payés sur l'enveloppe recherche au 31 décembre 1975. D'autre part, les vacations sont strictement limitées à 7 500 F (hors charges sociales) par personne et par an.

Toute demande non signée par l'autorité responsable (Président d'Université - Directeur d'organisme) ne sera pas reçue.

Les projets devront être adressés, avant le 15 octobre 1978, à : Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, A.C. «Médicaments nouveaux», 35, rue Saint-Dominique, 75700 Paris, à l'attention de M. Fleury, Chargé de mission ou de Madame Vallet, Assistante, auxquels des renseignements complémentaires peuvent être demandés.

## Situation de l'industrie chimique de l'Europe de l'Ouest

### Assemblée générale du CEFIC*

Le «Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique» - CEFIC, représentant l'industrie chimique de quinze pays d'Europe, a tenu son Assemblée générale, le 24 mai 1978 à Zurich, à l'invitation de la Société Suisse de l'Industrie Chimique (Sweizerische Gesellschaft für Chemische Industrie).
Monsieur Kurt Lanz (Allemagne, Hoechst A.G.) a été élu en tant que nouveau Président du CEFIC, succédant à Monsieur Jean Couture (France, Société Générale et Rhône Poulenc) qui, au cours de son mandat de deux ans, vit s'étendre les activités du CEFIC et son rôle de porte-parole de l'industrie chimique européenne. Monsieur Jacques Solvay (Belgique, Solvay et Cie) a été appelé à la Vice-Présidence du CEFIC.
En vue de renforcer la position du CEFIC au sein de l'industrie chimique, l'Assemblée générale a décidé l'inauguration d'un Comité de politique générale, dont les membres seront des personnalités à haut niveau appartenant à des entreprises parmi les plus importantes de l'industrie chimique européenne, elles-mêmes membres des fédérations affiliées au CEFIC. Étant donné le nombre sans cesse croissant des problèmes auxquels l'industrie chimique se trouve confrontée, au niveau international, le Comité de politique générale viendra compléter les activités de l'Assemblée générale et du Conseil d'administration du CEFIC en vue de sauvegarder les possibilités pour l'industrie chimique de rester un secteur d'industrie solide et sain.
Rapport a été fait également à l'Assemblée générale au sujet de la constitution du Centre d'Écologie et de Toxicologie de l'Industrie Chimique Européenne (European Chemical Industry Ecology and Toxicology Centre) (ECETOC). Quelques 40 entreprises de l'industrie chimique européenne intéressées à la recherche créèrent cet organisme scientifique le 6 mars 1978, dans un but de coordination des problèmes afférents aux méthodes d'essai en matière de toxicologie, de documentation, d'épidémiologie industrielle et d'information au sujet des risques potentiels des produits chimiques. ECETOC, en étroite collaboration avec le CEFIC, s'occupera de l'aspect scientifique de la discussion de ces sujets avec les diverses branches de l'industrie chimique ainsi qu'avec les organisations internationales telles que l'O.C.D.E., les Nations Unies et la C.E.E. Le siège social d'ECETOC est à Bruxelles, à l'adresse du CEFIC.
L'Assemblée générale a également approuvé le rapport annuel d'activités du CEFIC pour l'année 1977 et a pris connaissance d'une étude statistique concernant la position de l'industrie chimique européenne dans le monde (cf. ci-dessous).

### Note de conjecture

Plus que jamais, depuis la seconde guerre mondiale, le devoir de l'industrie chimique est de se pencher sur sa situation. Ceci n'implique pas l'examen des problèmes actuels et généraux que doivent résoudre les économies ouest-européennes, comme la faiblesse conjoncturelle, le chômage, l'insécurité monétaire, le protectionnisme, etc.

L'étude des évolutions des dernières années, dont les effets sont de plus en plus discernables, peut se révéler, en fait, plus décisive. La croissance spectaculaire des années 50 et 60 a été suivie de nombreuses modifications.

Une partie non négligeable des produits de l'industrie chimique s'est standardisée et est fabriquée en quantités énormes. Les méthodes de fabrication n'étant plus le monopole exclusif de certaines entreprises chimiques, elles sont désormais considérées internationalement comme des produits d'échanges à des prix de marché mondial. C'est ainsi que les avantages de coûts comparatifs acquièrent de plus en plus d'importance. La chimie européenne a, par voie de conséquence, perdu les avantages dont elle jouissait auparavant, soit totalement soit partiellement.

Rien n'est encore dit au sujet des autres régions qui peuvent être comparées, dans ce contexte, lorsque l'on tente d'instaurer une relation entre les industries chimiques européenne et nord-américaine.

Les caractéristiques des industries chimiques nationales ne feront pas l'objet d'études détaillées. Nous nous pencherons davantage sur l'industrie chimique ouest-européenne, dans son ensemble. Sa situation, ses difficultés, ses forces et ses faiblesses, en particulier lorsqu'on la compare au niveau mondial avec celle d'autres blocs économiques, sont plus facilement perçus que lorsqu'on pro-

cède à une comparaison d'un pays à un autre.

Si l'on partage en 5 blocs les plus gros producteurs, les chiffres suivants sont obtenus :
Europe de l'Ouest : env. 30 %, Europe de l'Est : env. 22 %, Amérique du Nord : env. 25 %, Japon : env. 20 %, Divers (Australie, Afrique du Sud) : env. 13 %.
Aujourd'hui (comme il y a 10 ans) les pays industrialisés de l'Europe de l'Est et de l'Ouest, les États-Unis et le Japon, sont responsables de 85 à 90 % de la production chimique mondiale. Cette situation ne changera pas au cours des années à venir. A ne pas négliger cependant sont les glissements d'importance de ces blocs entre eux. Au cours des 10 dernières années, l'Europe Occidentale (en tant que force motrice de la C.E.) a proportionnellement dépassé les États-Unis, grâce aux importants investissements étrangers de la chimie U.S. en Europe. Toutefois, les taux les plus élevés de croissance qui, au départ, étaient plus faibles, ont été enregistrés par le Japon et l'Europe de l'Est. Les 10 années à venir seront caractérisées par le renforcement de l'expansion au-delà de la moyenne des industries chimiques est-européennes. Il en résulte que la production de l'Europe de l'Est dépassera celle des États-Unis vers 1985 et qu'elle atteindra le même niveau que celle de l'Europe occidentale. Après 1985, les industries chimiques de l'Europe de l'Ouest et de l'Est ainsi que des États-Unis seront également fortes et représenteront respectivement un quart de la production chimique mondiale.

Les avantages des autres régions sont-ils responsables de la perte d'importance relative de l'industrie chimique européenne ou l'Europe Occidentale en est-elle le responsable ? La réponse se trouve sans nul doute dans l'étude des économies des différents pays.

Les reculs de croissance ne sont prévus que pour certains producteurs européens, par exemple : la R.F.A., la Suisse et les Pays-Bas. L'industrie chimique ouest-européenne constitue un bloc nettement moins homogène que celle des États-Unis, du Japon ou de l'Europe de l'Est. Même au sein de la C.E.E., qui ne connaît plus de droits de douane internes, des barrières tarifaires commerciales persistent. Les différences de langues, de mentalités, des politiques monétaires, salariales, fiscales, sociales et de protection de l'environnement, ainsi que le climat politique en général, constituent des entraves majeures à une activité commerciale cohérente au niveau européen.

Aux écarts, entre autres, des forces financières et des structures du commerce extérieur, il faut ajouter l'influence, différente d'un pays à l'autre, qu'exerce l'Etat et qui peut prendre la forme de simples directives ou de nationalisation.

Ceci nous amène au problème essentiel de l'industrie chimique de l'Europe Occidentale : les surcapacités dans le domaine des fibres et des matières synthétiques.

Il ne s'agit pas uniquement d'une réduction mondiale de la demande et des importations exerçant une influence sur les prix des pays à faibles salaires et du bloc de l'Est. Si la chute des prix et les pertes massives qui en résultent ne s'expliquent pas toujours par les décisions politiques des différents pays de l'Europe de l'Ouest, ces dernières ont néanmoins renforcé le marasme. Les pertes des industries subissant une forte influence de l'Etat pouvant être équilibrées par des subventions de la caisse d'Etat, on remarque dans ces pays un manque de réaction aux conditions du marché.

D'autre part, des fermetures d'industries étant difficilement réalisables et pratiquement impossibles dans de nombreux pays, la solution réside dans l'augmentation des ventes sur le marché interne et dans l'accroissement des exportations vers les marchés extra-européens. Les avantages et les pratiques commerciales des autres gros producteurs chimiques rendent néanmoins l'application de cette solution plus compliquée.

En plus des avantages structurels connus (en particulier les bas prix de l'énergie pétrochimique et des matières premières), la chute du dollar des dernières années a favorisé l'industrie chimique U.S. C'est ainsi que le coût de la main d'œuvre est moins élevé aux États-Unis que dans de nombreux pays de l'Europe de l'Ouest. La concurrence qu'exercent les U.S.A. est nuisible non seulement à eux-mêmes ou aux marchés ouest-européens, mais à tous les marchés du monde.

Les importations de produits chimiques standards de l'Europe de l'Est à des prix artificiellement bas, inondent le marché ouest-européen, très ouvert, des produits chimiques. Les accords de compensation ne facilitent pas notre situation. La concurrence japonaise se fait moins ressentir en Europe Occidentale mais perturbe, par contre, très désagréablement les marchés tiers, par exemple, lorsque des quantités «spot» au Japon conduisent à des chutes légales des prix.

Il ne faut pas, finalement, ignorer les Etats membres de l'OPEC et perdre de vue qu'ils offrent, à moyen terme, de considérables capacités pour les produits chimiques de base et qu'ils rechercheront un débouché pour leur production, principalement à l'étranger, et donc en Europe.

Il n'y a dès lors pas lieu de s'étonner, en considération de ces problèmes et de la faiblesse conjoncturelle générale, que l'industrie chimique européenne soit actuellement sous pression. Le redressement espéré pour 1977 ne s'est pas produit et la croissance de 3 % de l'industrie chimique est restée bien inférieure à la tendance de croissance à long terme.

Les enquêtes menées par les instituts prévoient une légère amélioration des affaires. Il n'y a néanmoins pas lieu d'espérer de grandes améliorations pour 1978 ou 1979.

Une augmentation de 4 % des quantités de production pour cette année semble réaliste, si l'on tient compte des circonstances actuelles. Les prix stagnant et, dans certains cas, régressant, ne permettent pas de s'attendre à une croissance substantielle du volume des ventes. Même si l'on espère un redressement de la demande en produits chimiques pour le 2e semestre de cette année, rien ne laisse prévoir une amélioration spectaculaire de la chimie pour l'année 1979. Tout au plus peut-on prévoir que le redressement économique se poursuivra péniblement.

Notre branche d'industrie n'est toutefois pas pessimiste. L'industrie chimique ouest-européenne devra certes relever les défis qui lui seront lancés en ce qui concerne son rendement, sa créativité et son dynamisme au cours des années à venir. Elle est suffisamment efficace pour satisfaire aux demandes qui lui seront imposées, à la condition d'utiliser pleinement l'atout que représentent ses collaborateurs hautement qualifiés, de rejeter les importations à des prix de dumping, de respecter la liberté du commerce mondial et de l'imposer à ses partenaires commerciaux.

L'industrie chimique de l'Europe de l'Ouest dépend du Marché Commun. Elle espère arriver à éliminer les barrières nationales, à créer des conditions politiques cohérentes en Europe et valides à long terme et à instaurer une politique de concurrence qui sauverait la CEE de l'effondrement. Ainsi l'industrie chimique ouest-européenne, traditionnellement ouverte, comptera-t-elle parmi les industries de croissance et contribuera-t-elle avec autant de succès qu'auparavant à résoudre les nombreux problèmes économiques et techniques qui sont actuellement posés.

* CEFIC, 250 avenue Louise, Bte 71, B 1050 Bruxelles. Tél. 02.640.20.95.

## Les matières plastiques et leur avenir

A l'occasion du Salon Europlastique-Eurocaoutchouc 78, qui s'est tenu du 13 au 21 juin 1978 au Parc des Expositions de la Porte de Versailles, à Paris, et de la 5e Conférence européenne des plastiques et des caoutchoucs, organisée par la Société de Chimie Industrielle au Centre International de Paris, l'A.P.M.E., l'Association Européenne des Producteurs de Matières Plastiques (Association of Plastics Manufacturers in Europe) s'est réunie en Assemblée générale annuelle, le 16 juin dernier, et a tenu une conférence de presse au sujet de la situation actuelle de l'industrie des matières plastiques en France et dans les autres pays de l'Europe, ainsi que de l'environnement général de cette industrie dans la Communauté Économique Européenne.

En Europe, comme en France, l'industrie des matières plastiques a bénéficié jusqu'en 1973 d'un taux de croissance supérieur à celui des autres industries et qui, en moyenne, a été de 16 % par an. Mais aujourd'hui, et depuis 4 ans, la situation s'est profondément modifiée, comme l'a souligné M. Paul Viollet, Vice-Président de l'A.P.M.E. et Président du Syndicat Professionnel des Producteurs de Matières Plastiques (S.P.M.P.) et administrateur de Rhône-Poulenc. La France, comme le reste de l'Europe, souffre des conséquences des surcapacités et des prix de ventes insuffisants.

Ainsi, pour l'année 1977, la consommation pour l'ensemble des matières plastiques et pour les grands thermoplastiques (PVC, polyéthylène, polypropylène, polystyrène) a été la suivante :

| | Ensemble des matières plastiques (en tonnes) | Grands thermoplastiques (en tonnes) |
|---|---|---|
| Consommation de l'Europe de l'Ouest | 16 300 000 | 11 500 000 |
| Consommation de la C.E.E. | 12 900 000 | 9 500 000 (Production 11 500 000) |
| Consommation française | 2 550 000 | 1 700 000 (Production 2 030 000) |

En moyenne, les installations n'ont fonctionné qu'à 70 %. (Ce taux de marche n'est pas identique pour tous les produits, il est plus faible pour le polypropylène : 55 %, et plus fort pour le PVC : 72 %).

Si aucune capacité actuellement en marche n'était arrêtée, c'est seulement vers 1982-1983 que ces capacités seraient pratiquement saturées. Or, des projets existent et des installations sont en cours de construction et doivent être mises en activité avant cette date.

Par habitant et par an, la consommation apparente des matières plastiques se répartit pour l'année 1977 :

- Europe de l'Ouest 42 kg
- C.E.E. 50 kg
- France 48 kg
- U.S.A. 57 kg
- Japon 48 kg

Dans une économie générale en moindre développement, de l'ordre de 3 % en moyenne, les experts estiment que les matières plastiques trouveront, après une période de réadaptation, un développement de l'ordre de 5 à 6% dans l'hypothèse d'une croissance moyenne de 3 % des productions intérieures brutes des pays européens. Ce développement sera variable suivant les produits : les produits plus techniques ou plus jeunes, comme les polyamides, le polypropylène, le polyéthylène haute densité, auront sans doute un taux de développement supérieur, et dans certains cas, ils déplaceront partiellement d'autres matières plastiques. Au contraire, les polymères plus anciens : thermodurcissables, polystyrène, PVC, polyéthylène basse densité, se développeront un peu plus lentement. En effet, les marchés auxquels s'adressent les matières plastiques ne sont pas en récession, sauf la construction en Europe.

Par ailleurs, un danger extérieur guette à l'avenir les matières plastiques : ce sont les importations venant des pays situés à l'est de l'Europe (dans 2 à 3 ans) et des pays producteurs de pétrole (dans 5 à 10 ans), ces derniers désirant avoir leur propre production.

Les importations des Pays de l'Est ne représentent aujourd'hui que 1 % du marché de l'Europe, mais ces pays s'équipent avec l'aide des pays occidentaux et en imposant la reprise d'une partie de leur production qui, au départ, est disproportionnée avec leur marché intérieur.

Quelles sont les solutions préconisées par l'A.P.M.E. ? En premier, il importe d'abord que les États ne subventionnent plus la construction de nouvelles capacités qui ne seraient pas justifiées par le marché, et que les Etats accordent la liberté totale et irréversible des prix ; M. Viollet note, avec satisfaction, la promesse que vient de faire à ce sujet le gouvernement français.

En outre, l'A.P.M.E. demande une meilleure concertation et la disponibilité de renseignements et de statistiques précis et rapides permettant à chaque producteur de mieux orienter ses politiques commerciale et industrielle.

Le président de l'A.P.M.E., M. Meiner, a lancé un appel pour une législation raisonnable.

Des délégués A.P.M.E. participent déjà aux activités de divers groupes de travail à la Commission Européenne. L'A.P.M.E. coopère avec l'Eutraplast, le comité des fédérations de transformateurs de matières plastiques en Europe, dans le but de trouver un consensus avec les autorités au sujet des emballages perdus pour boissons.

Le Dr Günter Metz (Hoechst AG) a présenté l'évolution de la situation de l'industrie des matières plastiques lors d'une conférence de presse organisée par Hoechst : pour l'ensemble de l'année 1978, il prévoit une légère amélioration de la conjoncture qui devrait se traduire par une croissance du produit national brut de 2 à 3 %, alors qu'elle n'était que de 2 % l'an dernier.

Comme pour l'ensemble de l'économie, la consommation de matières plastiques au cours des premiers mois de l'année a connu une faible progression et demeure peu satisfaisante. Comparés à l'excellent premier trimestre 1977, les besoins en matières plastiques de grande consommation pendant les trois premiers mois de 1978 ont légèrement regressés (environ moins 2 %). Les PEBD, PP et PEHD ont enregistré une diminution par rapport au même trimestre de l'année précédente. Les PS et PVC par contre, sont restés stables. Toutefois une comparaison avec le dernier trimestre 1977, particulièrement mauvais, fait ressortir une légère augmentation des besoins qui est évaluée, en tenant compte des achats provisionnels (stocks de sécurité) à environ 3%.

Hoechst est également inquiet de la situation de surcapacité, en particulier dans le cas du polypropylène où le taux d'utilisation moyen des capacités installées actuellement en Europe de l'Ouest est de 45 à 50 %. Cette surcapacité pèse encore plus lourdement sur le marché français où les producteurs nationaux ne fournissent que 60 % des besoins, le reste étant réparti entre 13 sociétés dont certaines préfèrent encore vendre au détriment de toute rentabilité, entraînant ainsi des baisses de prix pouvant conduire, comme en fin 1977, à vendre le PP à un prix inférieur au seul coût proportionnel de fabrication. Les prix se sont heureusement raffermis au début 1978 et il paraît important que chaque producteur continue d'adopter une attitude responsable et ferme dans leur maintien sous peine d'aller vers la catastrophe au plan financier.

## La production de l'industrie chimique en Suisse

L'indice de production de l'industrie chimique, calculé trimestriellement par la Société Suisse des Industries Chimiques, a atteint la valeur de 219,3 points (1965 : 100). Ceci équivaut à une augmentation de 11,1 % par rapport au premier trimestre de l'année écoulée ou à une augmentation de 5,8 % par rapport au trimestre précédent. La production des produits phytosanitaires et celle des produits pharmaceutiques ont sensiblement augmenté, ce qui a permis de combler le retard enregistré il y a un an. Les matières synthétiques ont également enregistré une légère augmentation, en retrait de celle des savons et détergents.
Les colorants ont subi un fléchissement certain de la production, alors qu'il y a un an les résultats étaient encore meilleurs. En ce qui concerne la production des produits organiques et inorganiques, ainsi que celle des parfums et arômes et des laques et vernis elle a été en légère régression.
L'indice du chiffre d'affaires de l'industrie chimique s'est établi pour le premier trimestre 1978 à 129,2 points (moyenne de 1975 : 100), soit en légère augmentation de 2,7 % par rapport à la période correspondante de 1977. La tendance à la baisse qui avait prévalu à partir du printemps dernier semble donc se redresser.
Il faut toutefois noter qu'il ne s'agit là d'une part que du chiffre d'affaires obtenu sur les transactions effectuées en Suisse et que la valeur des exportations, une fois reconvertie en francs suisses, a souvent été diminuée des pertes de change, et que finalement le chiffre d'affaires ne donne pas d'indication sur le rendement, alors que ce dernier est l'indicateur le plus significatif de la santé des entreprises.

Le commerce extérieur de la chimie au cours du premier trimestre 1978 a suivi un développement peu satisfaisant. En effet, alors qu'au cours de la même période de l'an dernier les importations avaient augmenté de 17,8 % et les exportations de 8,2 %, cette année les taux de croissance ont fortement régressé : les importations ont diminué en un an de 7,8 %, tandis que les exportations n'ont augmenté que de 1,1 %. En chiffres absolus, les importations ont représenté 1,08 milliards de francs et les exportations 2,17 milliards de francs.

## Premier trimestre 1978 record pour Eastman Kodak

Les résultats financiers de la Société Eastman Kodak, pour le premier trimestre 1978, font apparaître un chiffre d'affaires record de 1.377.691.000 dollars en hausse de 15 % par rapport au même trimestre 1977.
Les bénéfices nets ont pour leur part subi un redressement spectaculaire : + 50 % par rapport à la même période 1977, et s'établissent à 141.011.000 dollars.

## Les résultats du groupe Solvay

En 1977, le chiffre d'affaires du groupe Solvay, en atteignant FB 92,9 milliards, a augmenté de 6 % par rapport à l'année précédente. Cette hausse est due essentiellement à l'inclusion dans ce groupe de filiales nouvellement acquises, principalement en Allemagne Fédérale.
La répartition géographique des ventes par grands marchés s'est présentée comme suit : R.F.A. 24 %, France 19,5 %, Benelux 11,5 %, Italie 8,5 %, Royaume-Uni 2 % (soit en tout 66 % pour la C.E.E.), autres pays d'Europe occidentale 15,5 %, reste du monde 18,5 %.
Par grands groupes de produits, le chiffre d'affaires consolidé s'est réparti approximativement de la manière suivante :

| | |
|---|---|
| Alcalis et dérivés | 20 % |
| Sels, engrais et produits calciques | 8,5 % |
| Chlore et dérivés | 8,5 % |
| Produits peroxydés | 6,5 % |
| Matières plastiques | 26 % |
| Matières plastiques - transformation | 16 % |
| Industrie du médicament | 4,5 % |
| Autres activités | 10 % |

## Agfa-Gevaert en 1977

En 1977, Agfa-Gevaert, le géant germano-belge de la photographie, a réalisé un chiffre d'affaires avec des tiers de FB 51,3 milliards, ce qui constitue par rapport à 1976 (48,3 milliards de FB) un accroissement de 6,1 %.
Comparée à l'année passée, la croissance du chiffre d'affaires est moins forte. Ce ralentissement s'explique par le fait qu'en 1977 la consommation mondiale de produits photographiques a augmenté moins que les années précédentes. D'autre part, le groupe a encore souffert de l'érosion des cours de la plupart des monnaies étrangères face à la solide position du DM et du FB.
Le bénéfice net de 1977 a cependant été plus élevé qu'en 1976 : FB 881 millions contre FB 611 millions. Cette amélioration est due surtout à l'utilisation optimale des capacités de production et à l'augmentation modérée des coûts.
Les investissements en moyens de production durables et en participations sont passés de FB 2,4 milliards en 1976 à FB 3,2 milliards en 1977. Le budget pour la recherche et le développement des produits s'est élevé à FB 3,4 milliards, contre 3,2 milliards en 1976. Le groupe attache une grande importance à la créativité de ses services de recherche et de développement et à la rapidité avec laquelle les produits, nouveaux ou améliorés, peuvent être mis sur le marché.
Le programme d'investissement pour 1978 porte sur 4,3 milliards de FB, ce qui représente le montant le plus élevé dans l'histoire du groupe.
Agfa-Gevaert occupait en 1977 31.884 personnes. Outre de nombreuses unités de production, le groupe dispose de 22 filiales et d'un réseau de ± 150 représentations qui couvre le monde entier.

## La BASF au 1er trimestre

Pour le 1er trimestre 1978, le chiffre d'affaires du groupe BASF a diminué de 5,3 %, avec un montant de 5 243 millions de marks contre 5 536 millions pour la période correspondante de 1977. Pour la BASF Aktiengesellschaft, la diminution du chiffre d'affaires pour cette période a atteint 7,9 % (2 413 millions de marks contre 2 620 pour la même période de 1977).
La diminution du chiffre d'affaires du groupe, par rapport au premier trimestre 77, concerne principalement les activités à l'étranger. Pour le marché intérieur allemand, c'est avant tout le recul à BASF Aktiengesellschaft qui se fait sentir, tandis que le Groupe Wintershall et le département pharmacie ont enregistré une progression de leur chiffre. Au total, le chiffre d'affaires est sensiblement égal à celui du quatrième trimestre 77.
La diminution des résultats est la plus sensible pour les affaires intérieures ; pour les activités à l'étranger, la situation est plus nuancée. C'est en Europe, avant tout, qu'une baisse des résultats a dû être enregistrée ; elle a été par contre moins prononcée outre-mer et à la grande exportation du fait de la conjoncture favorable en Amérique du Nord. Les investissements ont augmenté ; leur accroissement concerne principalement le site de Ludwigshafen et les unités de production à l'étranger.
Le chiffre d'affaires et les résultats de BASF Aktiengesellschaft au premier trimestre 78 se sont maintenus aux niveaux du dernier trimestre de l'exercice précédent. Par rapport à la période correspondante de 1977, qui avait été relativement satisfaisante, apparaît cependant un important recul du chiffre et des résultats.
Le marché intérieur allemand connaît toujours une vive concurrence et une forte pression sur les prix. La diminution des ventes y est essentiellement imputable à la baisse des prix. Les quantités vendues à l'étranger ont augmenté, mais des pertes de change et des diminutions de recettes du fait des variations monétaires ont été enregistrées. Le taux d'utilisation des capacités de production s'est légèrement amélioré par rapport à la situation de fin d'années, mais il reste inférieur à celui du premier trimestre de l'année écoulée.

## Bayer UK Ltd en 1977

La Bayer UK Limited, une société en participation de Bayer AG, Leverkusen, a enregistré pour l'exercice 1977 un chiffre d'affaires s'élevant pour le groupe à 97 millions de livres (contre 75 millions de livres pour l'exercice précédent), ce qui correspond à un taux de progression d'environ 33 pour cent. En tenant compte des opérations de commission, on atteint le seuil des 100 millions de livres. Le bénéfice du groupe après impôts s'est élevé à 726.798 livres, ce qui représente une légère régression par rapport à l'exercice précédent (749.201 livres).

## Nouvelles de la Degussa

Pendant la première moitié de l'exercice commercial 1977/1978 (du 1.10.1977 au 31.3.1978) de la Degussa, les chiffres d'affaires ont été supérieurs de 12 % à ceux du premier semestre 1976/1977 tandis que les chiffres d'affaires du Groupe Degussa ont dépassé de 13 % ceux de la période comparable de l'exercice précédent. Toutefois, en ce qui concerne la Degussa, ces chiffres ne peuvent fournir à eux seuls une idée correcte de l'évolution des affaires. En effet, pour une juste appréciation, il convient d'éliminer l'influence des affaires de métaux précieux qui ont abouti à un accroissement relativement élevé du chiffre d'affaires en raison de l'augmentation des quantités vendues et du relèvement des cotations de l'or et du platine pendant la période qui fait l'objet du présent rapport.
Le chiffre d'affaires apuré après élimination des recettes des métaux précieux est inférieur de 7,3 % à celui de la période comparable de l'exercice précédent, ce qui est dû à un accroissement de 0,8 % des ventes sur le marché intérieur et à une régression des exportations de 13,3 %. Cette régression du chiffre d'affaires a moins affecté le secteur Métaux que le secteur Produits Chimiques dont la dépendance à l'égard des exportations est beaucoup plus forte.
Les grands investissements envisagés pour l'exercice commercial 1977/1978 concernent une installation de production de silicates de sodium et d'aluminium qui doivent remplacer en partie dans des détergents les phosphates qui sont contestés pour des raisons de protection de l'environnement, de nouvelles rationalisations dans le secteur des noirs, une installation de production de cyanure de benzoyle (matière première pour les herbicides) ainsi qu'une installation de production de cyanates alcalins (produits intermédiaires pour des spécialités chimiques).

## Accords entre CdF Chimie et Nippon Zeon

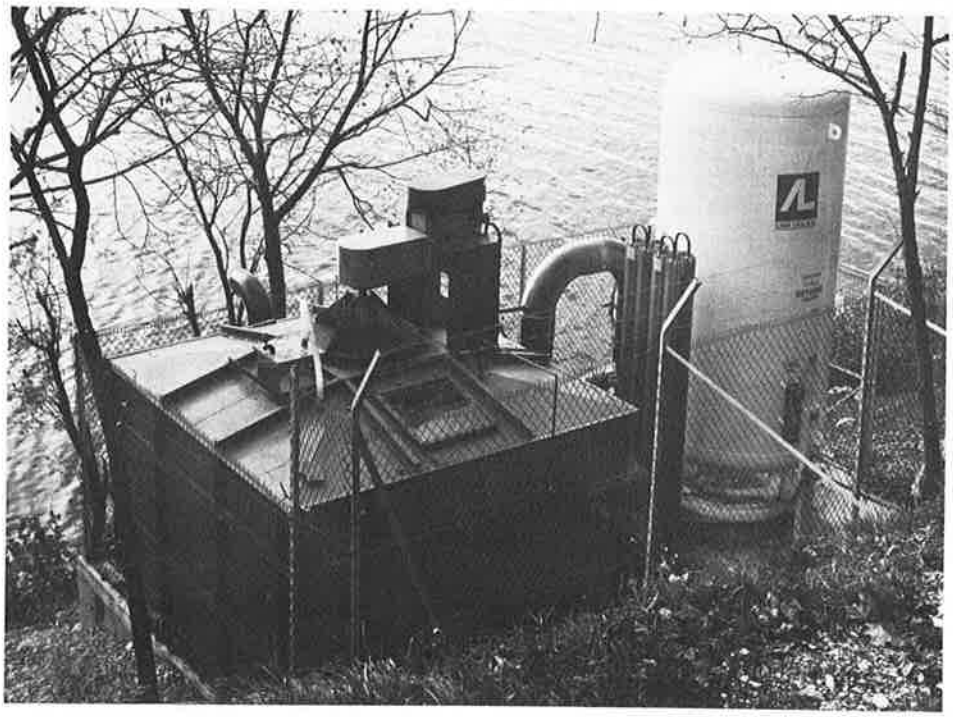
CdF Chimie a concédé à Nippon Zeon Co Tokyo, la distribution exclusive de son élastomère de polynorbornène au Japon, en République de Corée et à Taïwan. La commercialisation se fera sous la marque Norsorex, propriété de CdF Chimie.
Les accords signés entre CdF Chimie et Nippon Zeon prévoient dans un premier temps la commercialisation de Norsorex importé de France et dans un stade ultérieur la production au Japon suivant le procédé utilisé par CdF Chimie dans son unité de Carling.
En mai 1977, CdF Chimie avait passé des accords similaires avec American Cyanamid pour l'ensemble de l'Amérique du Nord.
Il convient de rappeler que grâce à ses propriétés mécaniques à très basse dureté (15 – 40 Shore A) et à son pouvoir amortissant, l'élastomère de Norsorex trouve des applications de plus en plus nombreuses, particulièrement dans les articles moulés et les profilés destinés à l'industrie des transports, l'électro-ménager, l'électro-technique et le génie civil.

## Accord entre Liquid Air Corp. of North America et Allegheny Ludlum

Un accord a été passé entre Liquid Air Corp. of North America, filiale americaine du Groupe de l'Air Liquide, et Allegheny Ludlum pour la vente de la Division Gaz industriels, à l'exception du gaz carbonique, de Chemetron Corp., filiale de Allegheny Ludlum, à Liquid Air Corp. of North America, en échange de 3 335 000 actions ordinaires de Liquid Air Corp. et de la prise en charge d'un certain passif de la Division de Chemetron. Cet accord permettra à Liquid Air Corp. de servir l'ensemble des clients du territoire des Etats-Unis avec ses propres usines.
A l'issue de cette opération, le Groupe de l'Air Liquide conservera environ 53 % des actions ordinaires de Liquid Air Corp. of North America et la totalité de ses actions de préférence.

## Oxygénation des rivières : les procédés Enval

La pollution, et particulièrement celle créée par les matières organiques, provoque une importante consommation d'oxygène consécutive à la production de micro-organismes liée à sa dégradation. Quand la quantité de pollution dépasse les possibilités d'autorégulation du milieu récepteur, ce dernier consomme tout l'oxygène qu'il contient et les conditions d'anaérobiose sont alors réunies, d'où fermentation, dégagement d'odeurs nauséabondes, prolifération des germes pathogènes, etc.
Pour palier cet inconvénient, il faut transférer l'oxygène manquant en amont du rejet ou, quand cela n'est pas possible, réoxygéner le milieu récepteur.
Pour ce faire, l'Air Liquide a mis au point des matériels de transfert d'oxygène pur originaux dont les caractéristiques les plus intéressantes sont un rendement avoisinant les 100 % et une consommation d'énergie nettement moins importante que le transfert d'oxygène à partir de l'air.
Ces matériels sont de trois types :
- Le Bicone : dans lequel l'oxygène pur est transféré directement dans l'effluent à réoxygéner. Cet appareil, utilisé pour les débits relativement faibles, est peu sophistiqué et ne comporte pratiquement aucune pièce en mouvement, d'où un coût d'entretien très faible.



**Turboxal situé sur berge**

● Le Turboxal : dans lequel l'oxygène enrichi un ciel gazeux dans une cuve fermée par laquelle transite l'effluent. Cet air enrichi à l'oxygène dans des proportions qui peuvent atteindre 100 % est transféré dans l'effluent à l'aide d'une turbine de faible puissance.
Le rendement de transfert d'oxygène dans cet appareil avoisine également les 100 %. Les débits d'effluents qu'il réoxygénise sont plus importants que ceux traités par le Bicone.
Une version flottante et autonome de ce Turboxal a été mise au point par l'Air Liquide à la demande du Ministère de l'Environnement et de la Culture : les «Poséidonie» C.500 et C.1 000.
● Le Ventoxal : qui est construit sur le principe du venturi. Extrêmement simple, ce matériel permet de traiter des débits plus importants que les matériels précités et, de par son faible encombrement, peut être utilisé dans des endroits où l'on ne pourrait installer un Bicone ou un Turboxal.
Avec ces matériels de transfert, L'Air Liquide peut apporter une solution partout où il y a déficit en oxygène et permettre de résoudre des problèmes très divers, tels la désodorisation des effluents, le dopage des stations d'épuration, la réoxygénation des lacs et des rivières, la diminution de la DCO, etc.
Ces matériels peuvent également être utilisés pour le transfert d'autres gaz tel que le $CO_2$, par exemple, pour la régulation du pH des eaux résiduaires basiques, où des eaux potables.

## CdF Chimie : cession de procédé au Brésil

CdF Chimie vient de céder son procédé de fabrication de résines de pétrole à la société brésilienne Petroquimica Uniao SA filiale de Petrobras Quimica SA, d'Unipar et d'International Finance Corporation. Petroquimica Uniao SA utilisera le procédé CdF Chimie dans une unité de 10 000 t/an qui sera construite à São Paulo en aval de son vapocraqueur actuellement en service.
CdF Chimie, leader sur le marché français des résines de pétrole, exploite sur sa plate-forme de Carling/Saint-Avold (Moselle) une unité de 10 000 t/an dont les produits sont commercialisés sous la marque Norsolène ; une nouvelle unité de même capacité, actuellement en construction, portera à 20 000 t/an en 1979 la capacité de production de CdF Chimie et renforcera sa position dans ce domaine qui intéresse les industries du caoutchouc, des peintures et vernis, des encres et des adhésifs.

## Fermeture provisoire d'unités aux U.S.A.

International Minerals and Chemical Corporation (IMC) a annoncé, en juin, la suspension provisoire des activités de l'une de ses deux usines d'ammoniac situées à Sterlington en Louisiane.
M. R.E. Jones, Jr., Directeur Général de Sterlington a souligné que la surproduction continue d'ammoniaque aux Etats-Unis s'est aggravée par suite de la médiocre saison de printemps pour les engrais et des importations en provenance d'U.R.S.S. et du Mexique.
«Nous avons l'intention», a ajouté M. Jones, «de poursuivre nos activités dans notre unité la plus moderne, entrée en service en 1977 et de reprendre nos activités dans l'usine plus ancienne quand la situation du marché se sera améliorée. Il est impossible à l'heure actuelle de dire quand cette reprise aura lieu. Mais nous espérons que la situation actuelle sera de courte durée».
Les usines d'ammoniaque et de nitroparaffine qu'IMC possède à Sterlington emploient plus de 450 personnes au total.
Plus de vingt grosses unités de production d'ammoniaque appartenant à diverses sociétés américaines sont actuellement fermées ou tournent bien en dessous de leur capacité de production.

## Une unité de cumène pour les I.C.I.

Dans son usine de North Tees, Comté de Cleveland, une unité de cumène de capacité 125 000 t/an a été mise en route avec succès par la Division Pétrochimique des ICI. Cette unité fournit la matière première pour l'unité de phénol/acétone de Billingham dont la production est de 85 000 t/an.
U.O.P. Inc. a fourni la licence et la technique de base du procédé de condensation catalytique pour produire le cumène. Badger Limited s'est chargé des études de détail et des approvisionnements. La construction a été supervisée par la Division Agricole de ICI.
Les matières premières nécessaires à la production du cumène, benzène et propylène, sont fournies par les unités de produits aromatiques et de craquage de la Division Pétrochimique. Jusqu'ici, le cumène était importé du continent européen.

## Une unité de caoutchouc synthétique en Yougoslavie

Ina Industrija Nafte (Zagreb) a confié à Badger la réalisation d'une unité de production de caoutchouc synthétique (SBR) à la raffinerie Ina, de Sisak (Yougoslavie). Badger est chargé de la conception, de l'ingénierie et de la fourniture des équipements principaux pour cette unité de 40 000 tonnes/an. Les services compétents d'Ina se chargeront du montage de l'installation.
Cette unité, dont l'achèvement est prévu en 1980, mettra en œuvre la technologie BFGoodrich, sous licence de la Division Chimique de BFGoodrich.
Badger a récemment terminé à Formose la construction pour la société Taiwan Synthetic Rubber Corp. d'une unité similaire, utilisant également la technologie de BFGoodrich.

## Gazoduc autrichien

Le gazoduc BOG (Autriche ouest), qui doit acheminer du gaz soviétique et iranien vers l'Allemagne fédérale et la France, fonctionnera dès l'automne 1979, ont déclaré les responsables de la société autrichienne pour l'exploitation des produits pétroliers (OeMV). Ce gazoduc, qui emprunte le territoire autrichien sur 245 km, aura une capacité annuelle de 5 milliards de $m^3$.

## PEC-Engineering Contrat d'engrais complexes en Grèce

PEC-Engineering, Société d'ingénierie et d'entreprise générale du groupe EMC (Entreprise Minière et Chimique) a été choisie par la Société anonyme Hellénique de Produits et Engrais Chimiques pour réaliser la modernisation d'un atelier d'engrais complexes NP et PK, afin de permettre une protection de l'environnement, compte tenu de la situation de l'usine à Drapetsona (Le Pirée).
Cette réalisation s'inscrit dans le programme d'innovation du complexe chimique susmentionné.

## Unité autrichienne de production d'acrylonitrile

Chemie Linz AG vient d'annoncer l'achèvement et le démarrage de sa nouvelle unité de production de 75 000 tonnes/an d'acrylonitrile à Enns (Autriche).
C'est Badger qui a été chargé de l'ingénierie et des services d'approvisionnements pour cette unité. Construite sur terrain nu elle met en œuvre le procédé Sohio, de renommée internationale.
Chemie Linz AG, anciennement Oesterreichische Stickstoffwerke AG (OESW), firme d'État, est l'entreprise chimique la plus importante d'Autriche.

## Implantation d'une unité d'Aromizing ® (procédé I.F.P.) pour la R.D.A.

Le procédé Aromizing (procédé pour une fabrication optimale d'hydrocarbures aromatiques, constituant de base pour la pétrochimie) développé par l'Institut Français du Pétrole, a été récemment choisi pour un complexe pétrochimique qui sera construit à Schwedt, République Démocratique Allemande, pour le VEB Petrol-

chemisches Kombinat. Ce procédé est à la base de la production de benzène et d'un mélange de xylènes à partir d'essences de distillation directe légère et moyenne. Le démarrage est prévu pour 1981/1982.

## Procédé APC-Cogema pour l'extraction de l'uranium

Les recherches poursuivies conjointement depuis 1975 par la Cogema et APC, filiale de CdF Chimie pour l'extraction de l'uranium de l'acide phosphorique entrent dans une nouvelle phase.
En effet, après le succès confirmé des essais en pilote du procédé qu'ils ont breveté en 1977, les partenaires ont conclu un nouvel accord aux termes duquel une unité industrielle sera édifiée sur la plateforme APC de Grand-Couronne pour y traiter la totalité de l'acide phosphorique produit.
Une étape intermédiaire, d'une capacité de 40 $m^3$/jour d'acide phosphorique est d'ores et déjà lancée par Cogema à Grand-Couronne et sera opérationnelle dès décembre 1978.
L'étape industrielle qui suivra devrait permettre de produire une centaine de tonnes par an d'oxyde d'uranium de qualité commerciale, à partir de 1981.
Le procédé ainsi développé intéresse également plusieurs sociétés étrangères qui sont à la recherche d'une technologie éprouvée pour la valorisation de leurs ressources potentielles en uranium.

## Nouvelles de Stauffer

La société Stauffer Chemical Europe S.A. a annoncé que sa société a doublé sa capacité de production d'hydrate double de phosphate bicalcique, qualité alimentaire non broyée (NF) dans son usine de Chicago Heights (Illinois).
L'augmentation de la capacité de Chicago Heights va assurer un approvisionnement régulier qui permettra de faire face aux besoins croissants de la clientèle à travers toute l'Europe.
L'hydrate double de phosphate bicalcique est utilisé dans l'industrie pharmaceutique comme excipient pour la production de comprimés.

D'autre part, la société indique qu'une nouvelle usine de plusieurs millions de dollars pour la fabrication de l'anhydride phosphorique ($P_2O_5$), en cours de construction à Nashville (Tennessee), va doubler la capacité totale de sa société-mère pour la porter à plus de 10 000 tonnes par an.
Cette usine, qui devrait être terminée en décembre 1978, utilisera un procédé exclusif Stauffer qui a été exclusivement utilisé à Nashville pendant des années. Ce procédé produit un $P_2O_5$ de haute qualité, qui ne colle absolument pas et dont les granulés ont une dimension on ne peut plus régulière.
L'approvisionnement en anhydride phosphorique a été insuffisant depuis 1973 et est actuellement contingenté à partir des 2 unités de production de Stauffer aux Etats-Unis, à Nashville et à Morrisville (Pennsylvanie). En Europe, on peut s'approvisionner par l'intermédiaire de la Division industrielle de Stauffer Chemical Europe S.A.
Selon les responsables de la société, cet agrandissement, une fois terminé, permettra de satisfaire l'accroissement prévu de la demande en $P_2O_5$ et d'approvisionner les clients avec régularité.
L'anhydride phosphorique est utilisé comme agent de dessiccation, comme catalyseur dans la synthèse de divers produits chimiques organiques et dans la fabrication de plusieurs esters phosphorés en vue d'applications telles que les agents ignifugeants.

## A la Société Française Hoechst

Une Assemblée générale extraordinaire de la Société Française Hoechst a décidé la transformation du régime de gestion de la société. Elle est désormais régie par un Conseil de surveillance et un Directoire.
Le Conseil de surveillance est présidé par M. K. Lanz et a nommé MM. F. Donnay président du Directoire et H. Monod vice-président.

## Comité Consultatif de la Recherche Scientifique et Technique

Placé auprès du Ministre chargé de la recherche, le Comité Consultatif de la Recherche Scientifique et Technique (C.C.R.S.T.), constitue l'instance de consultation du Gouvernement pour tous les problèmes généraux de la politique nationale de la recherche.

Il donne son avis sur les orientations de cette politique et sur les rapports dont il est saisi par le ministre chargé de la recherche, en particulier ceux portant sur les structures, l'emploi, les programmes et les budgets. Le Comité Consultatif se compose de seize personnalités nommées par décret, choisies en raison de leurs compétences en matière de recherche scientifique et technique ou en matière économique et sociale. La durée de leur mandat est fixée à deux ans. Il est renouvelable une fois.

Par décret en date du 21 mars 1978 (J.O. du 23 mars) sont nommés membres du C.C.R.S.T. pour une durée de deux ans :
M. Balaceanu (Jean-Claude), Directeur général de l'Institut Français du Pétrole.
M. Blamont (Jacques), Professeur à l'Université de Paris VI.
M. Boudon (Raymond), Professeur à l'Université de Paris V.
M. Bouvarel (Pierre), Inspecteur général de la recherche agronomique à l'Institut National de Recherche Agronomique.
M. Chavance (Pierre), Directeur du développement de la Compagnie Générale d'Electricité.
M. Feneuille (Serge), Directeur de recherche au Centre National de la Recherche Scientifique.
M. Fillet (Pierre), Directeur général adjoint de la Division Chimie fine de la société Rhône-Poulenc.
M. Frejacques (Claude), Directeur de la division de chimie au Commissariat à l'Energie Atomique.
M. Freville (Yves), Professeur à l'Université de Rennes I.
M. Friedel (Jacques), Professeur à l'Université de Paris-Sud.
M. Guieysse (Louis), Directeur général adjoint de la Régie Autonome des Transports Parisiens.
M. Guillemin (Claude), Directeur du Service Géologique National au Bureau de Recherches Géologiques et Minières.
Mme Le Douarin (Nicole), Directeur de recherche au Centre National de la Recherche Scientifique.
M. Louisot (Pierre), Professeur à la Faculté de médecine de Lyon-Sud.
M. Meyer (Philippe), Professeur à l'Université de Paris V.
M. Vigneaux (Michel), Professeur à l'Université de Bordeaux I.

Au cours de sa première réunion, le 10 mai 1978, le Comité consultatif a élu comme Président M. Jacques Friedel et comme Vice-Président M. Claude Guillemin.

## Le GECOM communique

Faisant suite à une information imprécise provenant des Communautés européennes sur la réglementation des emballages non toxiques, parue dans *L'actualité chimique* d'avril, le GECOM (Groupe d'Etude pour le Conditionnement Moderne) nous signale que la production française de PVC respectait, avant la lettre, les limites proposées par la Communauté Européenne. Les analyses réalisées dans des laboratoires hautement spécialisés dans le dosage des traces extrêmement faibles, font toutes apparaître qu'on ne détecte aucune trace de chlorure de vinyle monomère dans les liquides conservés dans des bouteilles en PVC, avec une méthode de recherche dont le seuil de détection varie entre 0,005 et 0,002 mg/kg (selon les liquides analysés). Le projet de directive présenté par la Commission européenne, adopté en janvier 1977 et entrant en vigueur au plus tard en novembre 1979 indique que le kg de produit fini ne doit contenir pas plus de 1 mg de chlorure de vinyle monomère (CVM).

# La page du C.N.R.S.

## Nominations

A la suite de la réunion du Directoire du C.N.R.S. qui s'est tenue les 4 et 5 juillet derniers :

**● ont été nommés Directeur de recherche :**

Section X (Physico-chimie des interactions et des interfaces),
Mme M. Pages, Laboratoire de physique et chimie de l'Institut de Radium, Paris (LA 198).

Section XI (Chimie et physico-chimie des matériaux solides),
M. J. Galy, Laboratoire de chimie de coordination, Toulouse (LP 8241),
M. G. Urbain, Directeur du laboratoire des ultra-réfractaires, Font-Romeu (LP 8511).

Section XVIII (Chimie organique biologique et chimie thérapeutique),
M. S. Gero, Institut de chimie des substances naturelles, Gif-sur-Yvette (LP 2214).

Section XIX (Physico-chimie des polymères et des molécules biologiques),
M. J. Berteaud, Directeur du groupe de recherche «Organisation moléculaire et macromoléculaire», Thiais (GR 35).

**● ont été nommés Maître de recherche :**

Section IX (Structure et dynamique moléculaire, chimie de coordination),
M. Goulon, Laboratoire des interactions moléculaires (ERA 22),
Mme Kochanski, Laboratoire de chimie quantique, (ER 139),
M. Morizur, Laboratoire de chimie structurale et photochimie organique (ERA 557).

Section X
M. Andrieux, Laboratoire d'électrochimie organique (ERA 309)
M. Ben Taarit, Institut de recherche sur la catalyse (LP 5401),
M. David (IN2P 3).

Section XI
M. Blanzat, Laboratoire de chimie métallurgique ; physico-chimie et spectroscopie des matériaux à base de terres rares (ER 209),
Melle Lejus, Laboratoire de matériaux de haute température et désordre structuraux (ERA 387).

Section XVII (Synthèse organique et réactivité),
M. Cazaux, Laboratoire de structure et réactivité nucléophile des dérivés magnésiens (ERA 686),
M. Majoral, Université de Toulouse.

Section XVIII
Mme Langlois, Institut de chimie des substances naturelles (LP 2214),
M. Luche, Laboratoire d'étude chimique, physico-chimique et biologique de prostaglandines naturelles et modifiées (ERA 478),
M. Luu Bang, Laboratoire de chimie organique des substances naturelles, (LA 31).

Section XIX
M. Flandrois, Centre de recherche de chimie structurale «Paul Pascal» (LP 8641),
M. Francois, Centre de recherche sur les macromolécules (LP 6401).

## Colloque sur l'épargne d'énergie

Ce colloque s'est tenu le 28 avril 1978. Il constituait la dernière des trois réunions destinées à faire le point sur la première série d'A.T.P. lancée en 1975 sur les problèmes d'économie de l'énergie en chimie. Il portait essentiellement sur les traitements des coupes lourdes de pétrole, la chimie des petites molécules et les opérations chimiques industrielles.
Cette réunion a rassemblé, outre les contractants de la première A.T.P., ceux des deux autres séries ainsi que des membres du Comité Scientifique.
A la suite des travaux suscités par ces A.T.P., deux ensembles scientifiques se sont constitués : l'un porte sur les techniques pétrolières et consolide ainsi en amont quelques grands problèmes industriels, l'autre sur la chimie des oxydes de carbone, qui a donné lieu à la mise en place d'un GRECO.

## A.T.P. « Épargne d'énergie dans les opérations chimiques industrielles »*

Cette A.T.P., dont l'objectif essentiel demeure la promotion de recherches *fondamentales* de chimie et de génie chimique, situées en amont des procédés de l'industrie chimique organique et minérale, se propose également d'apporter une contribution, de même nature, à une meilleure utilisation des matières premières mises en œuvre dans cette industrie. Elle est divisée en trois A.T.P.

dont les objectifs sont complémentaires :
- connaissance et valorisation des matières premières carbonées,
- opérations chimiques industrielles,
- économie des matières premières minérales.

Compte tenu de la motivation rappelée plus haut, les projets devront préciser clairement la *finalité* des recherches à entreprendre et comporter tous les éléments susceptibles de montrer que ces dernières relèvent bien du domaine des sciences de transfert.

**I. A.T.P. «Connaissance et valorisation des matières premières carbonées»**
Thèmes :
1. Connaissance et valorisation des coupes lourdes :
- contribution à la connaissance des structures des produits lourds,
- contribution à la valorisation des coupes lourdes.

2. Valorisation chimique des petites molécules :
recherche de nouvelles voies de synthèse à partir des hydrocarbures légers ($C_1$ à $C_4$). On s'intéressera particulièrement aux méthodes sélectives de fonctionnalisation faisant intervenir des processus peu énergétiques.

**II. A.T.P. «Opérations chimiques industrielles»**
Thèmes :
1. Procédés :
- modélisation : recherche des techniques de modélisation applicables à des problèmes d'intérêt industriel,
- acquisition, stockage et traitement des données thermodynamiques, cinétiques et de transfert devant être introduites dans les modèles.
- génie chimique : nouvelles méthodes de séparation utilisant des sources d'énergie à bas niveau thermique.

2. Conditions réactionnelles :
recherche d'optimisation des conditions réactionnelles dans les opérations chimiques industrielles : les projets devront s'appliquer à des réactions concrètes et bien définies et présentant un intérêt dans le cadre des économies d'énergie et de matières premières :
- recherche de réactions sélectives réalisées dans des conditions douces,
- activation des catalyseurs, vieillissement en cours de réaction, prévention.

**III. A.T.P. «Économie des matières premières minérales»**
Les recherches viseront la compréhension des phénomènes physico-chimiques accompagnant les traitements de minerais et de résidus. Les principaux thèmes concernent :
- la flottation (mécanismes d'adsorption de réactifs à l'interface minéral/solution aqueuse ; analyse des constituants de surface et d'interface, identification des modes de liaison et mesure des énergies),
- l'hydrométallurgie (physico-chimie des solutions concentrées ; cinétique de réactions dans les milieux dilués ; équilibre entre solutions et solides),
- les traitements permettant la récupération des métaux en solution diluée,
- la mise en solution sélective des minerais disséminés.

Une réunion d'information sur l'A.T.P. III aura lieu au C.N.R.S., le 13 octobre 1978. Date limite de dépôt des dossiers (en 30 exemplaires) : 1er novembre 1978.

* Le texte complet de cet appel d'offre est paru dans «La lettre d'information du CNRS» du mois d'août 1978.

## Service central de microanalyse du C.N.R.S.

Dans le cadre de sa décentralisation et de son regroupement dans la région lyonnaise, le Service central de microanalyse a pris en charge une activité de service en spectrométrie de masse. Il dispose d'un spectromètre de masse VG Micromass 70-70F : double focalisation, haute résolution, source multiionisation (impact électronique, ionisation chimique, ionisation par effet de champs ou désorption de champs), systèmes d'introduction classiques et couplage CPG-SM. Cet appareil bénéficie de l'utilisation d'un système d'acquisition et de traitement des données VG Datasystem 2050.

L'appareil et son équipe sont actuellement hébergés, dans le Département de chimie analytique pharmaceutique de l'UER de Pharmacie, par le Centre de spectrométrie de masse qui, lui-même, dispose d'un spectromètre de masse AEI MS 902 et d'un spectromètre de masse VG Micromass 30F.

Les offres de service sur le plan de l'analyse concernent plus particulièrement :
- l'analyse basse ou haute résolution : identification et détermination de structure à partir de microquantité d'échantillons (produits de synthèse, organométalliques, produits d'origine biologique, ....),
- la détermination de la masse exacte des ions et des formules élémentaires sur l'ensemble des ions d'un spectre de masse,
- l'analyse par couplage CPG-SM : identification et détermination quantitative spécifique par détection d'ions multiples en basse ou haute résolution,
- les études des fragmentations et des transitions métastables,
- l'analyse multiionisation en particulier la désorption de champs.

Pour tous renseignements, prière de contacter MM. D. Fraisse ou K.N. Suon : S.C.M. ; Service de spectrométrie de masse, Domaine Universitaire Rockefeller, 8 avenue Rockefeller, 69373 Lyon Cedex 2. Tél. (78) 75.81.14 (poste 331).

# FÉDÉRATION FRANÇAISE DE CHIMIE

Société Chimique de France Société Chimique de France Société Chimique de France Société Chimique de France Société Chim
Union des Industries Chimiques Union des Industries Chimiques Union des Industries Chimiques Union des Industries Chimiques
Société de Chimie Physique Société de Chimie Physique Société de Chimie Physique Société de Chimie Physique Société de C
Société de Chimie Biologique Société de Chimie Biologique Société de Chimie Biologique Société de Chimie Biologique Société
Société Française de Chimie Thérapeutique Société Française de Chimie Thérapeutique Société Française de Chimie Thérapeutiq
G.A.M.S. G.A.M.S. G.A.M.S. G.A.M.S. G.A.M.S. G.A.M.S. G.A.M.S. G.A.M.S. G.A.M.S. G.A.M.S. G.A.M.S. G.A.M.S. G.A.M
Société Française de Métallurgie Société Française de Métallurgie Société Française de Métallurgie Société Française de Métallur
Société des Hautes Températures et des Réfractaires Société des Hautes Températures et des Réfractaires Société des Hautes Te
Société de Chimie Industrielle Société de Chimie Industrielle Société de Chimie Industrielle Société de Chimie Industrielle Société

# machevo-milieu '78

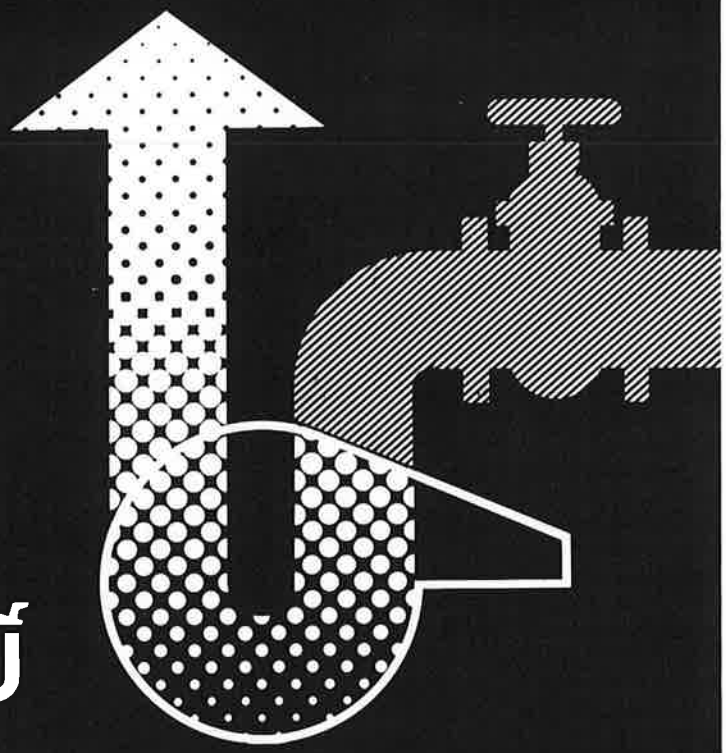
**du 30 octobre au 4 novembre dans les halls de la foire royale néerlandaise à utrecht, tous les jours de 9-17 h. samedi 4 novembre de 9-15 h.**

un salon hautement spécialisé pour techniciens très qualifiés dans les industries chimique, pétrochimique, pétrolière, alimentaire et des boissons, ainsi que ceux chargés dans l'industrie laitière, des techniques de procédé, de la construction d'appareils et de la protection de l'environnement.

entrée libre et catalogue gratuit pour les visiteurs étrangers ou centre de réception des étrangers.

envoi du catalogue après versement bancaire de hfl. 10,– au compte no. 45.60.80.252 auprès de la AMRO-BANK à utrecht, avec mention „catalogue machevo-milieu '78".

**renseignements:**
foire royale néerlandaise
boîte postale 8500, 3503 RM utrecht - pays-bas
téléphone: (30) 914 914 - télex: 47132



Patronage: COCEMA (Comité des Constructeurs Européens de Matériel Alimentaire)

***Emission ou absorption atomique ?***
***Analyse séquentielle ou multi-élément ?***

**AVANT DE CHOISIR, je demande ce que propose**

**SPECTRAMETRICS,**

**pionnier de l'émission atomique à plasma.**

- ***Présentation collective le 26 septembre 1978 (Programme sur demande)***
- ***Démonstration privée sur rendez-vous, à***

TECHMATION 20 Quai de la Marne 75019 PARIS
Tel 200 11 05 Telex

# Union des Industries Chimiques

## Allocution du président, M. J.-C. Achille, à l'Assemblée générale *

Je ne reviendrai pas sur les caractéristiques de l'année 1977, deuxième année encore médiocre après la chute mémorable de 1975. Le rapport du Délégué général les évoque en soulignant toutefois les bons résultats dans le domaine des exportations **.

J'insisterai essentiellement sur l'insuffisance des résultats financiers du plus grand nombre des sociétés car la modification de cet état est indispensable pour que notre industrie affronte avec succès tous les combats qu'elle doit livrer, pour elle et pour le pays.

L'industrie européenne, principal acteur du commerce mondial des produits chimiques, voit et va voir naître des concurrences de plus en plus importantes quant aux volumes et disposant d'atouts, économiques ou autres, de grand poids : pays de l'Est qui ont décidé d'utiliser les produits chimiques comme moyen de se procurer des devises fortes et pratiquent largement les accords dits de compensation ; pays en voie de développement qui chercheront à valoriser leur gaz naturel en fabriquant ces mêmes produits. Toutes ces productions viendront sur le marché européen plus facilement que sur le marché américain, qui dispose de matières premières à moindre coût, ou sur le marché japonais qui est plus solidement «organisé».

Le marché européen, qui avait pris depuis la guerre l'habitude d'un rythme de développement très rapide, doit donc s'adapter à un rythme plus lent pour nombre des produits les plus courants et faire face, en attendant, à de difficiles problèmes de surcapacités.

La prise de conscience des industriels et celle des Pouvoirs Publics doivent aller de pair : l'industrie chimique française, encore jeune par de nombreux aspects, sait qu'il lui appartient de faire un énorme effort d'adaptation aux temps nouveaux.

Mais la première condition pour y parvenir est qu'elle dispose de résultats meilleurs, nécessaires pour la recherche, le développement et l'investissement ; à ce titre, la politique des prix, qui sera définie prochainement, jouera un rôle décisif. Si celle-ci est satisfaisante, je veux dire si la liberté nous est enfin définitivement donnée, il nous restera à poursuivre l'amélioration du financement de l'industrie en espérant que se traduiront dans les faits les intentions que manifestent nos interlocuteurs du Gouvernement et de l'Administration.

Monsieur Pierre Massé, dans un récent article, dénonçait le mal venu du dehors depuis 1973 et proclamait qu'il y avait un «grand défi à relever» par la promotion des «activités de haute technologie..., la fourniture de biens d'équipement au Tiers Monde..., la valorisation de notre potentiel agro-alimentaire, l'industrie anti-pollution, les innovations innombrables et minuscules qui facilitent la vie dans une société rendue comme à plaisir de plus en plus complexe». Qui ne voit la place que peut occuper notre industrie chimique dans un tel programme et l'évolution qualitative, mais aussi quantitative, qui devrait s'en dégager ?

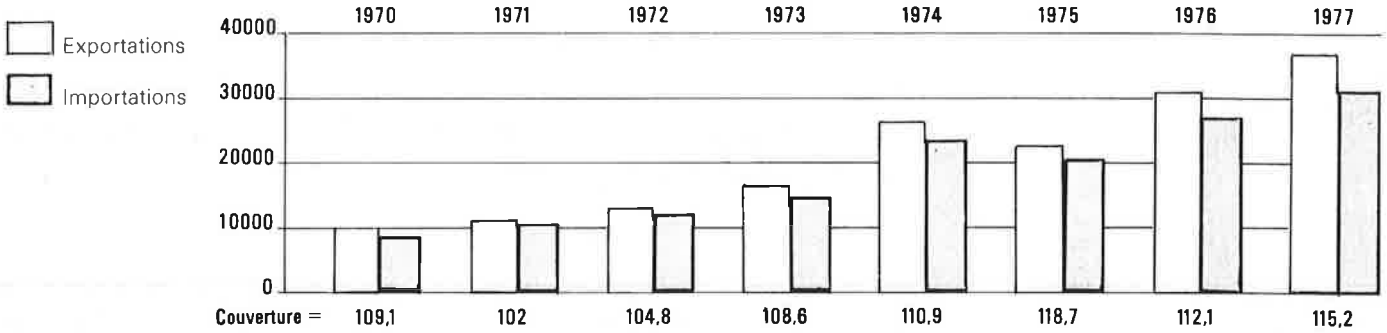
Nous savons bien, en outre, que des progrès solides ne pourront être réalisés que si un climat de compréhension existe à l'intérieur des entreprises ; l'Union y contribuera par des discussions claires et constantes avec les organisations syndicales représentant le personnel.

Dans un intérêt commun, celui des entreprises comme celui de leur personnel, je veux espérer que dans les mois qui viennent l'activité de toute notre organisation professionnelle permettra d'aider nos adhérents à surmonter collectivement les difficultés qu'ils rencontrent dans un environnement social et économique, dont les exigences accrues sont finalement la rançon du progrès.

** Les personnes intéressées peuvent se procurer le rapport annuel complet de l'Union des Industries Chimiques, comportant notamment le rapport du Délégué Général à l'Assemblée générale du 6 avril 1978, l'évolution de l'industrie chimique en 1977, et un grand nombre de données statistiques sur la production et le commerce intérieur et extérieur des produits chimiques, en s'adressant à l'Union des Industries Chimiques, 64 av. Marceau, 75008 Paris. Tél. 720.56.03.*

*** Nous donnons, ci-après, un tableau illustrant, pour la France, l'évolution du commerce extérieur des produits chimiques, de 1970 à 1977.*

**Évolution de 1970 à 1977 (en millions de francs)**




---

COLLECTION
LES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES DE DEMAIN

# ÉCONOMIES ET CONVERSIONS D'ÉNERGIE

**par Roger Dumon**
*(Directeur des Développements et Relations extérieures de la S.A. Heurtey)*

Comment se présentera au plan économique notre Société en l'an 2000 ?

Cela dépendra, en grande partie, du coût de l'énergie, des progrès réalisés dans les techniques d'économies et de conversions de cette énergie, voire des découvertes de «nouvelles» sources d'énergie.

Roger Dumon a le mérite, dans son livre, de présenter très complètement, par grands secteurs industriels, les solutions à adopter pour économiser l'énergie, réduire les pertes énergétiques au cours des transformations et des conversions.

En fait, pour ingénieurs et universitaires, un livre indispensable pour bien comprendre ces importantes questions d'actualité.

165 pages 16 x 24 ; 78 F.

Masson, 120, boulevard Saint-Germain, F. 75280 Paris Cedex 06.

# Société de Chimie Biologique

## Groupe thématique « Protéines »

### Réunion du vendredi 22 septembre 1978

La réunion se tiendra à l'Université René Descartes - Paris V, 45 rue des Saints-Pères, Paris (6e), dans la Salle Lavoisier (P 306) au 3e étage.

**Programme**

9 h 15, *Le système lipase-colipase,*
par M. Charles, M. Sémériva, M. Rovery, L. Sarda, H. Sari, C. Chapus, P. Cozzone et P. Desnuelle (Centre de biochimie et de biologie moléculaire du C.N.R.S., Marseille).
10 h 15, *Structure primaire de la protéine ribosomique S7,*
par J. Reinbolt et D. Tritsch (Institut de biologie moléculaire et cellulaire du C.N.R.S., Strasbourg).
10 h 45, Pause.
11 h 15, *Structure et fonction des protéines contractiles musculaires et cytoplasmiques,*
par N. van Thoai (Centre de recherches de biochimie macromoléculaire du C.N.R.S., Montpellier).
12 h 15, *α-Clostripaïne. Caractérisation chimique, activité et contenu en thiol d'une forme hautement active de la clostripaïne,*
par J.M. Imhoff, A.-M. Gilles et B. Keil (Institut Pasteur, Service de chimie des protéines, Paris).

14 h 30, *Prédiction des structures secondaires dans les protéines. Rôle des coudes β,*
par M.-H. Loucheux-Lefebvre (Institut de recherches sur le cancer, Lille).
15 h 30, *Études structurales des protéines par diffraction X et spectroscopie d'absorption X. Possibilités actuelles et perspectives,*
par R. Fourmes (LURE, Orsay).
16 h 30, Pause.
17 heures, *Le problème de l'autostructuration des protéines en solution : approches expérimentales,*
par J. Léonis (Université libre, Bruxelles).
Pour tout renseignement, s'adresser au Prof. P. Jollès, Laboratoire des protéines, Université de Paris V, 45 rue des Saints-Pères, 75270 Paris Cedex 06. Tél. 260.37.20.

## Groupe thématique « Biosynthèse des protéines »

### 1ère Rencontre, Strasbourg, 16 et 17 octobre 1978

Une réunion du Groupe thématique «Biosynthèse des protéines» sur le thème *«Ribosomes»* est organisée à Strasbourg les 16 et 17 octobre 1978 par MM. J.P. Ebel et G. Dirheimer.
La réunion comportera des exposés généraux de mise au point, des communications sous forme d'affiches et des tables rondes.
Tous les membres de la Société intéressés par cette réunion sont invités à envoyer leur nom et adresse aux organisateurs et à leur préciser le titre de leur communication éventuelle, avec un résumé d'une page avant le 15 septembre 1978.

La réservation des chambres devra être faite par les participants qui s'adresseront *le plus tôt possible,* (au plus tard début septembre) au service «Organisation des Congrès» du Palais des Congrès, 67082 Strasbourg.

Pour tout renseignement complémentaire, s'adresser à M. J.P. Ebel ou à M. G. Dirheimer, Institut de Biologie Moléculaire et Cellulaire du CNRS, 15 rue René Descartes, 67084 Strasbourg. Tél. : (88) 61.02.02.

## Groupe thématique « Lipides »

### Réunion des 20 et 21 octobre 1978, à Toulouse

**Programme**

Les séances se dérouleront à la Faculté de Médecine Toulouse-Rangueil, 133 route de Narbonne, dans la Salle du Conseil de la Faculté.

**Vendredi 20 octobre**

9 h 15, Ouverture de la réunion par le Professeur Desnuelle, Président.
9 h 30, Conférence du Professeur R.M.C. Dawson (Cambridge) :
*Lipids and their matebolism in butyrivibrio sp.*
11 heures, Communications.

13 heures, Lunch (dans les locaux de la Faculté).

14 h 30, Conférence de M. R. Verger (Marseille) :
*Etude du mode d'action des phospholipases et des lipases par la technique des films monomoléculaires.*
16 heures, Communications orales et par affiches.

20 h 30, Dîner (dans un restaurant de la ville).

**Samedi 21 octobre**

9 h 30, Communications orales.
11 heures, Communications par affiches.

13 heures, Déjeuner (au C.H.U.).

21 heures, Spectacle au théâtre du Capitole.

## Colloque sur les ATPases membranaires

### 30 novembre et 1er décembre 1978, à Grenoble

Les réunions se tiendront à l'Institut des Sciences Nucléaires, avenue des Martyrs, à Grenoble.
Le colloque portera sur les ATPases membranaires (Mitochondriale, Chloroplastique, Bactérienne, Sarcoplasmique et Périplasmique). Les trois thèmes retenus sont les suivants :
- *mécanisme des ATPases ; interaction ATPase - ligands,*
- *structure des ATPases ; modifications chimiques,*
- *génétique et ATPase bactérienne.*

Le programme comporte des exposés sur invitation, quelques communications et une table ronde.
Les membres de la Société, intéressés par cette réunion, sont invités à envoyer leur nom et adresse avant le 15 octobre 1978 à l'adresse suivante : Prof. P.V. Vignais, Laboratoire de biochimie, Centre d'Etudes Nucléaires, 85 X, 38041 Grenoble Cedex.

## Journées sur la chimie et la biochimie des glucides

Ces VIIIe Journées se tiendront près d'Orléans, les lundi 18, mardi 19 et mercredi 20 décembre 1978, au Centre de séminaires «Chamerolles», Chilleurs-aux-Bois à Neuville-aux-Bois (45170).
Comme à l'habitude, la réunion comprend :
- plusieurs conférences données par des personnalités scientifiques (universitaires et industrielle(s)) françaises et étrangères.
- des communications orales.
- des communications par affiches.
- des tables rondes.

Afin de pouvoir distribuer le recueil des résumés des conférences et des communications, au plus tard au moment de la réunion, les résumés devront parvenir au Secrétariat du G.F.G., Centre de Biophysique Moléculaire, 1A, avenue de la Recherche Scientifique, 45045 Orléans Cedex, avant le 12 septembre 1978.
Les fiches d'inscription accompagnées d'un versement correspondant aux frais de séjour devront parvenir au Secrétariat du G.F.G. avant le 20 septembre 1978.

**Résumés**
Le titre de la communication sera suivi du nom des auteurs. L'adresse du laboratoire sera indiquée à la fin du résumé. Le résumé peut inclure des formules (tracées à l'encre de Chine) ainsi que des références bibliographiques. Cependant le résumé ne devrait pas excéder une page 21 x 29,7 cm. L'épaisseur des traits et des lettres dans les formules ne doit pas être, après réduction, inférieure à 0,2 mm, sous peine de ne pas pouvoir être reproduites.

**Communications**
Toutes les communications seront présentées par affiche. Un certain nombre de communications, regroupées autour d'un thème, seront présentées oralement. La présentation proprement dite sera limitée à 20 mn et sera suivie de 5 mn de discussion. Le choix des communications orales sera effectué par le Comité d'Organisation compte tenu des impératifs horaires et d'un souci d'homogénéité de thèmes, essentiellement.

**Programme définitif**
Le programme définitif et les détails pratiques concernant l'accès, le séjour et l'excursion seront communiqués dans le courant du mois d'octobre.

**Comité d'Organisation**
S. David, J. Defaye, F. Delmotte, B. Gross, P. Louisot, M. Monsigny, J. Montreuil, A.C. Roche, P. Sinaÿ.

# Société de Chimie Physique

## 33e réunion internationale de la S.C.P.

### Comportements non-linéaires des molécules, atomes et ions dans les champs électriques, magnétiques ou électromagnétiques

**Centre culturel de l'ouest, 25-28 septembre 1978**

Organisée conjointement avec les Associazione Italiana di Chimica Fisica, Deutsche Bunsengesellschaft für Physikalische Chemie, Faraday Division of the Chemical Society, cette 33e Réunion se tiendra à l'Abbaye de Fontevrault (Centre culturel de l'ouest) près de Saumur (Maine-et-Loire).

Le Comité d'organisation est ainsi composé :
L. Néel, prix Nobel, Président
A.D. Buckingham (F.D.C.S.), M. Davies (F.D.C.S.), G. Giacometti (A.I.C.F.), F.P. Schäfer (D.B.G.), S. Califano (A.I.C.F.), E.U. Franck (D.B.G.), P. Rigny (S.C.P.), J.P. Taran (S.C.P.), J. Bourdon et D. Troyanowsky, secrétaires généraux (S.C.P.).

Pour tous renseignements, s'adresser à C. Troyanowsky, Secrétaire général, Société de Chimie physique, 10, rue Vauquelin, 75231 Paris Cedex 05.

Le programme est le suivant :

**Lundi 25 septembre (après-midi)**

14 heures, Ouverture de la réunion par le Président de la Société de Chimie physique.

1. N. Bloembergen (45 mn) : *Nonlinear optical response of atoms, ions and molecules : a survey* (Div. of Applied Science, Harvard U., Cambridge, Mass., USA).
2. A.H. Piekara (20 mn) : *Nonlinear electric permittivity as a tool for investigating structure and interaction* (Lab. of Nonlinear Optics, Univ. of Warsaw, Poland).
3. J.P. Galaup, H.P. Trommsdorf (20 mn) : *Mesures par spectroscopie optique sous champ électrique des moments dipolaires et des polarisabilités des états excités de molécules en phase cristalline* (Spectrométrie physique, Univ. de Grenoble).
4. P. Van Pelt, E.E. Havinga (20 mn) : *Electrochromism of organic dyes at high electric fields* (Philips Research Laboratories, Eindhoven, The Netherlands)
5. G. Abend, R.G. Abitz, J.H. Block (20 mn) : *Influences of high electric fields on surface reactions of sulfur on metals, investigated by field desorption* (Fritz-Haber-Institut der Max Planck Gesellschaft, Berlin).

18 heures, Visite guidée de l'Abbaye de Fontevrault.

**Mardi 26 septembre (matin)**

9 heures, 6. F.T. Arecchi* L. Garifo**, M. Malvezzi** (30 mn) : *Generation of X-rays from high density plasmas produced by picosecond lasers* (*Università di Firenze, **C.I.S.E., Milano).
7. R.G. Brewer (30 mn) : *Optical coherent transients* (I.B.M. Research Laboratory, San Jose, Calif., U.S.A.).

8. E. Pochon, M. Bourène (20 mn) : *Etude du décalage temporel des raies Raman stimulé et du continuum de lumière provoqués dans les gaz sous pression par des impulsions lasers picoseconde* (C.E.N. de Saclay, D.R.A./S.R.I.R.M.A.).
9. M. Lombardi, R. Jost, J. Dérouard (20 mn) : *Spectroscopie d'états électroniques excités de molécules diatomiques par anticroisement en champ magnétique intense* (Spectrométrie physique, Univ. de Grenoble).
10. M. Paillette (20 mn) : *Analyse des contributions à l'effet Kerr des verres optiques par l'étude de sa dépendance en température* (Optique quantique, Univ. P. et M. Curie, Paris).

**Mardi 26 septembre (après-midi)**

14 heures, 11. K.L. Kompa (30 mn) : *Multiphoton dissociation of molecules* (Max Planck Gesellschaft, Projektgruppe für Laserforschung, Garching/München, BRD).
12. J. Cahen, M. Clerc, P. Rigny, J.M. Weulersse (20 mn) : *Spectroscopy and induced molecular vibration by four-wave mixing in : $SF_6$, $MoF_6$, $UF_6$, $CCl_4$...* (C.E.N. de Saclay, D.G.I.).
13. H.J. Neusser (20 mn) : *Two-photon-spectroscopy and multiphoton-ionization of polyatomic molecules* (Inst. für Physik. u. Theor. Chemie der Techn. Univ. München).
14. S. Kielich (20 mn) : *Determination of the nonlinear electro-optical polarizabilities of atoms and molecules from second-harmonic generation of laser beam in gas and liquid mixtures* (Inst. of Physics, Univ. A. Mickiewicz, Poznan, Poland).
15. P. Robinson (30 mn) : *Multiple photon phenomena in molecules* (Applied Photochemistry Div. Los Alamos Scientific Laboratory, New Mexico, U.S.A.).
16. R.V. Ambartzumian (30 mn) : *Dissociation of molecules by two IR pulses and separation of heavy isotopes* (Inst. of Spectroscopy, Acad. of Science of the USSR, Moscow).

**Mardi 26 septembre (soirée)**

20 h 30, 17. W.T. Coffey, A. Morita (20 mn) : *Dielectric and Kerr effect relaxation in strong fields* (Dept. of Engineering, Trinity College, Dublin, Eire).
18. P. Bordewijk (20 mn) : *The separation of short-range and long-range dipole correlations in the Kerr effect and in electrically induced NMR line splitting* (Physical Chemistry, Gorlaeus Laboratories, The University, Leiden, The Netherlands).
19. W. Plieth (20 mn) : *Light absorption and light scattering in the ultra high fields of the electrolytic double layer* (Inst. für Physik. Chemie, Freie Univ., Berlin).
20. J. Buchert, B. Kasprowicz-Kielich (20 mn) : *Nonlinear electric polarizabilities of dipolar molecules determined from the time-evolution of dielectric saturation* (Inst. of Physics, Univ. A. Mickiewicz, Poznan, Poland).

**Mercredi 27 septembre (matin)**

9 heures, 21. R. Pauthenet (30 mn) : *Magnétisme sous champs magnétiques intenses* (Service national des champs intenses, C.N.R.S. et Laboratoire Louis Néel, Université de Grenoble).
22. M.R. Battaglia (20 mn) : *Determination of electronic properties of molecules from studies in gases and liquids* (Univ. Chemical Laboratory, Cambridge, G.B.).
23. Poggi, J.C. Filippini (20 mn) : *Action de champs magnétiques ou électriques sur l'organisation moléculaire dans les cristaux liquides nématiques* (Laboratoire d'électrostatique du C.N.R.S., Grenoble).
24. G. Porte*, Y. Poggi** (20 mn) : *Cotton Mouton effect in micellar solutions* (*C.E.N. Grenoble, L.E.T.I., **Laboratoire d'électrostatique du C.N.R.S., Grenoble).
25. P. Feldmann*, H. Le Gall*, M. Guillot** (20 mn) : *Propriétés magnétiques et magnétooptiques des ions de terres rares trivalents couplés par échange dans un grenat ferrimagnétique* (*Laboratoire de magnétisme et optique des solides, C.N.R.S. Meudon Bellevue et **Laboratoire Louis Néel, Grenoble).
26. G. Maret*, J. Torbet**, E. Sénéchal*, A. Dommard***, M. Rinaudo***, H. Milas*** (20 mn) : *Polyelectrolytes in high magnetic fields* (*Hochfeld-Magnetlabor, Grenoble, **Institut von Laue-Langevin, Grenoble, ***C.E.R.M.A.V., Grenoble).
27. R.L. Aulombard, C. Bernard, C. Bousquet, A. Raymond, J.L. Robert (20 mn) : *L'utilisation des champs magnétiques intenses pour la caractérisation et la détermination des propriétés électroniques des semiconducteurs* (Centre d'étude d'électronique des solides, U.S.T.L., Montpellier).

**Mercredi 27 septembre (après-midi)** : Excursion dans la vallée de la Loire.

**Jeudi 28 septembre (matin)**

28. M. Davies (30 mn) : *Molecular aspects of high electric fields studies* (Univ. College of Wales, E. Davies Chemical Laboratories, Aberystwyth).
29. J. Goulon*, D. Oxtoby**, J.M. Thiebaut*, M. Hollecker*, J.L. Greffe*** (20 mn) : *Nonlinear dielectric properties of liquid mixtures near a consolute critical point* (*Chimie théorique, Univ. de Nancy, **James Franck Inst., U. of Chicago, Ill., USA, ***Sciences du Génie chimique, E.N.S.C.I.C., Nancy).
30. K. Clinkspoor, J. Everaert, A. Persoons (20 mn) : *The dynamics of nonlinear processes in electrolytic resistances at high electric fields* (Laboratory of chemical and biological dynamics, K.U.L. Leuven, Belgique).
31. T. Honda, J. Everaert, A. Persoons (20 mn) : *Dependence of the field-dissociation-effect on electric field strength* (Laboratory of chemical and biological dynamics, K.U.L., Leuven, Belgique).
32. F.D. Koppitz, J.W. Schultze (20 mn) : *The influence of the electric field of the double layer on the adsorption of uncharged molecules on metal electrodes* (Inst. für Physikalische u. Quantenchemie, Freie Univ. Berlin).
33. M. De Maeyer, R. Nackaerts, R. Ooms, L. Hellemans (20 mn) : *The nonlinear dielectric effect and chemical relaxation : a happy marriage* (Laboratory of Chemical and Biological Dynamics, K.U.L., Leuven, Belgique).

**Jeudi 28 septembre (après-midi)**

14 h 30, 34. A.D. Buckingham (30 mn) : *Hyperpolarizability* (Univ. Chemical Laboratory, Cambridge, G.B.).
35. B.J. Orr (20 mn) : *Hyperpolarisabilities of halogenated methane molecules : a critical survey* (School of Chemistry, U. of South Wales, Sydney, Australia).
36. D. Long (30 mn) : *Hyper Rayleigh and hyper Raman spectroscopy : theory and practice* (Structural Chemistry, U. of Bradford, G.B.).
37. J.P. Taran (20 mn) : *Etude des milieux en réaction par diffusion Raman anti-Stokes cohérente* (O.N.E.R.A., Chatillon-sous-Bagneux).
38. C. Flytzanis (30 mn) : *Optical non linearities of conjugated organic molecules and one-dimensional polymers* (Laboratoire d'optique quantique, Ec. Polytechnique, Palaiseau).
39. D. Chemla, J.L. Oudar, J. Jerphanion (20 mn) : *Hyperpolarizability of some organic compounds in relation with their molecular structure* (Physique électronique et composants/RPM, C.N.E.T., Bagneux).

20 heures, Dîner de la Réunion.

# Nécrologie

## Michel Magat (1908-1978)

Michel Magat n'est plus. Ancien président et président d'honneur de notre Société, le professeur Michel Magat a marqué toute une génération de chercheurs en chimie physique.

Né en 1908 à Kharkov, il fait ses études à Berlin et Paris. A partir de 1932, il travaille au Collège de France avec le professeur Edmond Bauer, dont il sera le disciple et l'ami. Engagé volontaire durant la dernière guerre, il poursuit ses travaux aux États-Unis, à Princeton et New York, de 1942 à 1944, dans le cadre de la mission scientifique des F.F.L. Il retourne à l'Institut de Chimie physique de la rue Pierre Curie après guerre. Directeur de recherche au C.N.R.S. en 1957, puis professeur à la Faculté des sciences d'Orsay, il crée le Laboratoire de physico-chimie des rayonnements, en fait un centre de recherche de renommée internationale, et y forme de nombreux élèves.

Il était sans doute un des derniers «grands» à avoir une vue d'ensemble et en profondeur de toute la chimie physique. Ancien président de la Commission de chimie physique, membre de l'Académie des sciences de Göttingen, Vice-Président de la Division Faraday de la Chemical Society, participant actif du groupe Pugwash, membre de nombreuses sociétés savantes étrangères, son audience était universelle. Ses travaux personnels (plus de cent quarante mémoires originaux) ont apporté des contributions essentielles dans de nombreux domaines :

- Sa théorie électrostatique de la liaison hydrogène et son interprétation des spectres Raman de l'eau liquide restent de grands classiques
- En cinétique chimique, il a développé la théorie des empêchements stériques du 2e type, dus à l'entropie d'activation ;
- En dispersion diélectrique, ses interprétations des spectres des liquides présentant des liaisons hydrogènes restent des modèles ;
- En physico-chimie macromoléculaire, il a apporté des contributions essentielles dans la thermodynamique des polymères en solution, dans les cinétiques de polymérisation et de greffage, ainsi que sur les propriétés des polymères greffés ;
- En physico-chimie du rayonnement, de nombreux phénomènes fondamentaux ont commencé à être disséqués et compris grâce à ses travaux : règles de décomposition des hydrocarbures sous impact d'électrons, ou recombinaison des ions primaires dans la radiolyse d'un liquide organique.

Sa curiosité, toujours en éveil, l'a amené à s'intéresser à des sujets aussi divers que l'établissement de modèles moléculaires tenant compte des rayons de van der Waals des atomes et des angles de valence, universellement répandus maintenant, les théories macroéconomiques, ou encore la préservation des fresques de la grotte de Lascaux.

Généreux, doué d'une remarquable clarté d'esprit et d'expression, il savait insuffler son enthousiasme à tous ses collaborateurs. C'est un grand professeur, un grand scientifique, un grand patron qui vient de nous quitter.

C. Fréjacques

# Informations S.C.F.

**91 Chimie dans la ville à Clermont-Ferrand : un grand succès.**

**93 Les lauréats 1978 de la S.C.F.**

**94 Séminaire «Horizon 80» de décembre 1978.**

**95 Réunions.**

Division Chimie organique : Journées de chimie organique, 13 - 15 septembre 1978, à Palaiseau.

Division Chimie analytique : Les actualités de chimie analytique, mardi 10 octobre 1978, à Chatenay-Malabry. Journées de chromatographie, 8 et 9 novembre 1978, à Paris.

**97 Communiqués.**

Division chimie organique : SECO XVI.
Division chimie de coordination : Atelier. «Spectrométrie vibrationnelle».
Nécrologie : Suzanne Tribalat,1923-1978.
Nouveaux Membres.

**99 Plis cachetés.**

## 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. 50 F
Non membres de la S.C.F. 80 F

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

# « Chimie dans la ville » à Clermont-Ferrand : un grand succès !

## Place de Jaude
## 31 mai-3 juin 1978

Grande fût la surprise des Clermontois, en cette semaine du 22 au 27 mai 1978, en voyant s'édifier, sur leur bonne place de Jaude, un «chapiteau» bariolé ; d'autant que c'était bien la première fois qu'un tel événement se produisait en ce lieu.

Les suppositions furent nombreuses. Toutefois, l'une d'entre elles rallia bientôt la majorité des suffrages : l'A.S. Montferrandaise (Club de rugby local) n'allait-elle pas rencontrer, le dimanche 29 mai, à Paris, en finale de championnat de France, l'Association Sportive de Béziers. Certes les pronostics étaient en faveur de la redoutable équipe biteroise, mais la Municipalité, prévoyante, n'avait-elle pas décidé de monter un vaste parquet couvert, qui deviendrait lieu de liesse populaire en cas de victoire ?

Mais très rapidement la presse locale ainsi que des petites affiches apposées dans la ville et sur le bâtiment en construction donnèrent la clef de l'énigme et apprirent à la population que les chimistes allaient présenter en ce lieu une animation intitulée «Chimie dans la ville».

En fait, la Société Chimique de France qui tenait son Assemblée générale annuelle dans les locaux universitaires de Clermont-Ferrand avait décidé de mettre sur pied, en cette occasion, une exposition «grand public» dans le lieu le plus populaire de la cité, avec le concours du BNIST (Bureau National d'Informations Scientifique et Technique), de la Municipalité de Clermont-Ferrand, des industries locales et de l'Université.

La réalisation matérielle d'une exposition couvrant 800 $m^2$ n'est pas chose facile et c'est grâce au dévouement et à l'opiniâtreté de Mlle D. Chatonier, Présidente de la Section locale de la Société Chimique de France et de son équipe (Mmes M.-T. Escot, N. Parry, D. Roche, Mlle N. Vinviolet, MM. V. Madesclaire, J. Queille, C. Perol, Roche) que cette manifestation a pu voir le jour.

Quelques heures avant l'inauguration, une activité intense régnait encore sous le chapiteau et un pessimiste aurait pu douter de la réussite de l'opération. mais, comme par miracle, tout était prêt une heure avant l'arrivée des officiels.

En fait l'inauguration fut d'une très grande simplicité et réunit autour du représentant du Préfet, M. R. Vergne, du Recteur de l'Académie, M. Dichamp, de l'Adjoint au Maire, M. Godard, Directeur de l'Institut de Physique du Globe de Clermont-Ferrand, des représentants de la Société Chimique de France, tous ceux qui avaient participé à la mise en place de l'exposition.

L'ouverture des portes au public était fixée au lendemain 31 mai, à 10 heures. Combien de visiteurs se hasarderaient-ils à pénétrer dans cet ensemble sans élégance qu'était le chapiteau pour pren-

dre contact avec une science aussi redoutable qu'est la chimie ? 300 ou 400 pour la première journée, répondaient les plus optimistes. Or, en fait, dès la première heure, ce chiffre fut atteint et le défilé continua ainsi jusqu'à la fermeture fixée à 19 heures ; le flux étant particulièrement important à la sortie des usines et bureaux entre 17 et 18 h 30.

Divers pointages effectués au cours de la journée permettaient ainsi, sans optimisme, de fixer à 4 500 le nombre de visiteurs.

On notait, de plus, avec un grand plaisir, que la salle de cinéma, d'une centaine de places, qui avait été aménagée sous le chapiteau, était pratiquement pleine à chaque projection de films. En effet, une vingtaine de films scientifiques, d'origine très diverse (films prêtés par les industriels ou les organismes spécialisés) furent projetés au cours de ces 4 journées et obtinrent tous un grand succès, en particulier auprès des jeunes.

Les journées suivantes connurent la même réussite et grâce à l'action énergique des services du Rectorat, de nombreux lycéens, accompagnés de leurs enseignants de sciences physiques, prirent un grand intérêt à la visite de l'exposition.

A la clôture, le samedi 3 juin, les pointages successifs permettaient de conclure que 14 000 personnes environ avaient visité «Chimie dans la ville».

Des conversations que les organisateurs ont eues avec de nombreux visiteurs, on peut tirer les conclusions suivantes :

● Le public a un besoin évident d'information, car il a conscience que les masses média (par manque de formation scientifique des rédacteurs) ne présentent en général que les aspects les plus négatifs des sciences physiques et plus particulièrement de la

chimie. Une telle exposition lui permet de découvrir le rôle extraordinaire que joue la chimie dans la vie de chacun et de chaque jour ; il souhaite vivement que de telles expositions se multiplient et que des contacts deviennent ainsi possibles avec les scientifiques.

- Ce succès montre aux chimistes (universitaires et industriels) qu'ils doivent sortir de leur «Tour d'ivoire» pour venir dialoguer avec le public, en se mettant, bien entendu, à sa portée.
- Pour les Sociétés savantes, comme la Société Chimique de France, ce genre d'exposition fait partie de leur mission d'information, de promotion et de défense de leurs disciplines.
- Pour les industriels de la chimie, elle prouve que c'est peut-être le seul moyen de se faire mieux comprendre de l'ensemble des Francais.

Aussi, la Société Chimique de France veut poursuivre activement cette expérience :

- avec l'aide accrue des pouvoirs publics : le BNIST, le FIC,
- l'aide des industriels (qui nous l'espérons accueilleront favorablement cette initiative)

et devenir ainsi la coordonnatrice de la mise en place d'une exposition «Chimie dans la ville» itinérante, qui pourrait trouver un support dans les structures régionales de notre Société.

**Liste des exposants** (sens de la visite)

- Palais de la Découverte de Paris (manipulations devant le public)
- Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Clermont-Ferrand
- Esso Chimie
- Michelin (stand de grande surface)
- Rhône-Poulenc (polymères - chimie dans le bâtiment)
- Syndicat des textiles
- Esso (polymères)
- Saint-Gobain (isolation acoustique et thermique)
- Rhône-Poulenc (rein artificiel)
- Institut National de la Recherche Agronomique (aliments du bétail)
- Roussel-Uclaf (usine de Vertolaye)
- Laboratoire municipal de Clermont-Ferrand
- C.O.G.E.M.A. (Sté Minière ; minerais du Massif Central)
- B.R.G.M.
- S.A.S.M. (modèles moléculaires)
- Salins du Midi
- Eaux de Volvic
- Maquettes de la station d'épuration des eaux de Clermont-Ferrand et d'une raffinerie de pétrole Esso.

# Les lauréats 1978 de la S.C.F.

Les prix décernés, en 1978, par la S.C.F. sont au nombre de sept : deux prix généraux de 5 000 F (prix Le Bel et Süe), cinq prix de 2 000 F correspondant aux cinq Divisions de la Société.
Le Conseil de la S.C.F., dans sa séance du 25 avril 1978, après avoir pris connaissance des propositions présentées par les Divisions, a désigné au scrutin secret les lauréats 1978 qui ont reçu leurs prix au cours de l'Assemblée générale annuelle, le mercredi 31 mai, à Clermont-Ferrand.

## Prix Le Bel : M. Michel Franck-Neumann.

Michel Franck-Neumann, âgé de 39 ans, est Maître de recherche au CNRS et coresponsable de l'équipe associée 687.
Après sa thèse de 3e cycle, il a travaillé chez le Professeur Criegee à Karlsruhe puis est revenu à Strasbourg où il a préparé sa thèse d'état sous la direction du Professeur G. Ourisson sur des cycloadditions de diazoalcanes aux doubles liaisons. Il a notamment appliqué ces réactions à la synthèse de l'Aristolone. Il s'est attaché à l'étude mécanistique et à l'application synthétique des réactions de formation de cyclopropanes et de cyclopropènes par cycloadditions de diazoalcanes puis décomposition photochimique des adduits formés. Il a en particulier précisé les transpositions sigmatropiques ultérieures sur des molécules modèles. Il a également examiné la formation et les réactions de vinylcarbènes, notamment en $\alpha$ du soufre, qui conduisent à de nombreux cyclopropènes. Enfin, récemment, M. Franck-Neumann a utilisé les propriétés des complexes organiques de métaux carbonyles en série troponoïde pour effectuer des réactions sélectives, soit grâce au blocage de sites réactionnels, soit par activation et modification de réactivité, plus particulièrement par voie photochimique.
M. Franck-Neumann a dirigé 4 thèses de doctorat d'état, 4 thèses de doctorat de 3e cycle et est l'auteur de 35 publications dans des revues françaises ou étrangères. Il dirige actuellement les travaux de sept chercheurs.

## Prix Süe : M. René Hugel

René Hugel, âgé de 40 ans, est professeur sans chaire à l'Université de Reims. Très brillant élève à l'ENS Chimie de Strasbourg, il entre au CNRS en 1960 et soutient en 1964 son doctorat préparé dans le laboratoire du Professeur Byé. Après un séjour au M.I.T. dans le Laboratoire du Professeur F.A. Cotton, il est nommé en 1968 Maître de conférence, et crée le Laboratoire de chimie minérale de l'Université de Reims.
L'activité de ce Laboratoire est centrée sur la chimie de coordination des éléments de la première série de transition, en solution et à l'état solide.
Connaissant parfaitement les techniques appropriées aux études de la composition et de la stéréochimie des espèces en solution et de la structure des composés moléculaires solides, R. Hugel développe actuellement cinq thèmes de recherches originaux concernant :

- les cyanures complexes de Cu(I) et de Cu(II).
- la coordination du soufre en solution aqueuse et les études structurales de complexes du nickel (II).

● les complexes du Mn (II) avec l'urée et ses dérivés ; la comparaison avec les composés du nickel (II) et du cobalt (II).
● les équilibres de redistribution dans les complexes des halogénures de cobalt (II) avec des phosphines, phosphines oxydes et phosphines sulfures.
● les complexes de l'acide kojique et du maltol (des β -cétoénols) avec les métaux de la 1ère série de transition.

Il est impossible ici d'analyser ces travaux en détail, mais on peut signaler à titre d'exemples les très beaux résultats obtenus sur la structure cristalline des cyanures et sur les structures cristallines et moléculaires des manganates.
D'autre part, R. Hugel a dirigé le Département de chimie de l'Université de Reims, il est secrétaire général de l'ADER Champagne-Ardenne, et a été membre du CCU, et président de la Section de Reims de la Société Chimique de France.

### Prix de la Division Chimie analytique et chimie de solutions : M. Michel Wartel

Michel Wartel, docteur ès-sciences, est Maître assistant depuis 1971 à Lille.
Chimiste organicien à l'origine, il a travaillé sur les dérivés de $SO_3$ et, plus particulièrement, sur les réactions de l'acide chlorosulfurique avec des hydrogénosulfates ouvrant ainsi la voie à la préparation des hydrogénodisulfates. Il a notamment obtenu des disulfates disymétriques.
Ces travaux l'ont conduit à s'intéresser à la chimie des solutions et, en particulier, aux méthodes électrochimiques d'analyse dans les solvants non aqueux.
Abordant ces méthodes d'abord empiriquement, il s'astreint rapidement à une grande rigueur en déterminant des échelles d'acidité de $SO_3$ dans de nombreux solvants. En particulier, il mit au point une méthode de dosage voltampérométrique permettant de déterminer les échelles de $pSO_3$ d'une vingtaine de termes dans le sulfolane.

### Prix de la Division Chimie de coordination : M. Roger Guilard

Roger Guilard, agrégé et docteur ès-sciences, est actuellement Maître-assistant à la Faculté M.I.P.C. de Dijon. Ses travaux ont été effectués au sein du groupe du Professeur Fournari au Laboratoire de polarographie organique et chimie organique générale, (Laboratoire associé au C.N.R.S.), dirigé par le Professeur Tirouflet. Ses recherches ont concerné les modes de complexation des métaux carbonyle avec les substrats organiques hétérocycliques puis les métalloporphyrines et l'activation de l'oxygène. Dans ce dernier domaine, il a obtenu le premier peroxométalloporphyrine.

### Prix de la Division Chimie organique : M. Jean d'Angelo

Jean d'Angelo, né le 11 janvier 1949, est ingénieur CNAM. Il a préparé sa thèse chez le Professeur Quelet et effectué des stages aux USA chez les Professeurs Stork et Nakanishi. Il travaille actuellement à l'Université Pierre-et-Marie Curie où il dirige une équipe dans le laboratoire de Mlle Ficini.
M. d'Angelo est entré dans le cadre chercheur du CNRS en 1972, et a été nommé Maître de recherche en 1977. Il est l'auteur d'une trentaine de publications. L'activité de M. d'Angelo est orientée vers les méthodes nouvelles de synthèse organique et leur utilisation pour l'élaboration de molécules complexes. Parmi les réactions étudiées, on peut citer l'action des organomagnésiens sur les acétals insaturés, avec extension aux éthers de dihydropyrannes et formation de cyclobutanols. La chimie des ynamines a aussi été très étudiée. De nombreuses synthèses totales de produits naturels ont été réalisées, très souvent par des voies stéréospécifiques : népétalactone, juvabione, acide trans-chrysanthémique, alcaloïdes variés, nor-19 D-homotestostérone.

### Prix de la Division Chimie du solide et métallurgie : MM. Jean-François Baumard et Daniel Ruffier

J.-F. Baumard et D. Ruffier appartiennent au Centre de recherches sur la physique des hautes températures du CNRS à Orléans. J.-F. Baumard est un jeune chercheur, ingénieur de l'Ecole Supérieure de Chimie de Paris ; D. Ruffier un technicien sorti du rang et devenu ingénieur du CNAM.
Leurs recherches ont porté sur les défauts d'oxygène au sein du dioxyde de titane. Sous faible pression d'oxygène gazeux, ces défauts sont peu nombreux et distribués statistiquement au sein du matériau ; lorsque la pression d'oxygène augmente, ils ont tendance à se rassembler dans des plans privilégiés. C'est cette évolution que ces deux jeunes chimistes ont étudiée par des méthodes physiques diverses. Partant de ces données, ils ont créé d'autre part des défauts au sein du dioxyde par dopage à l'aide d'éléments hétérovalents, de manière à constituer des sondes sensibles aux pressions d'oxygène.
Le travail de cette équipe constitue un apport important à la connaissance des phénomènes de non-stœchiométrie par défauts de réseau.

### Prix de la Division Enseignement de la chimie : le C.U.D.N.M.E.

Le prix de la Division a été attribué à une équipe de jeunes enseignants de l'Université de Poitiers qui, depuis plusieurs années, anime le Centre Universitaire de Distribution de Nouveaux Media d'Enseignement (C.U.D.N.M.E.). Ils ont réalisé, avec le soutien du Professeur Gomel, de nombreuses innovations pédagogiques. La plus remarquable est probablement la mise sur pied d'un Groupe de Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie (RECODIC) qui regroupe plus de cent universitaires. Ce groupe cherche à coordonner et impulser les recherches et innovations en chimie dans l'enseignement supérieur.

Les membres de cette équipe sont Mme Géron, Mlle Martin-Blais, MM. Castagna, Dumas, Guérin.

---

## Séminaires « Horizon 80 »

Sous ce titre, la Société Chimique de France a organisé, avec le concours du Penta Hôtel de Courbevoie, en décembre 1977, un séminaire de deux journées, réservé aux étudiants des années terminales des Écoles Supérieures de Chimie, de fin de maîtrise ou de 1ère année de 3e cycle des Facultés.

Animé par MM. R. Dumon (Groupe Heurtey), R. Lichtenberger (PCUK), D. Magnant (Union des Industries Chimiques) et Georges Maire (Rhône-Poulenc), ce premier séminaire a connu un vif succès puisque 200 étudiants, venus presqu'exclusivement des Écoles Supérieures de Chimie y ont participé, se sont déclarés très satisfaits de l'organisation et des débats qui s'y sont déroulés.

Signalons que tous les participants ont bénéficié, depuis cette date jusqu'à la fin de leur scolarité d'un service gratuit de *L'actualité chimique.*

Encouragée par cette réussite, la Société Chimique de France

a décidé de renouveler cette manifestation en 1978. Le prochain séminaire aura donc lieu, dans les mêmes conditions, les 7 et 8 décembre prochain.

Les organisateurs souhaitent une plus large représentation des étudiants en chimie des Facultés. Il est apparu que les circulaires annonçant le séminaire 1977, adressé anonymement aux Présidents des Départements de chimie des Universités, n'ont pas été, dans la majorité des cas transmises à leurs destinataires.

Les organisateurs souhaitent donc que dans chaque Université, un collègue de bonne volonté soit leur intermédiaire auprès des étudiants concernés et lui demande de prendre contact avec la Rédaction de cette revue qui le remercie par avance.

# Réunions

## Division Chimie organique

### Journées de chimie organique (Rappel) (École Polytechnique de Palaiseau)

**13, 14, 15 septembre 1978**

Nous rappelons que ces Journées se tiendront dans les locaux de l'Ecole Polytechnique, à Palaiseau, près d'Orsay et qu'un fascicule contenant le programme détaillé des journées sera distribué aux participants. Nous ne donnons donc, ci-dessous, que l'horaire général ainsi que les titres des conférences.

**Horaire des conférences et communications**

| Mercredi 13 septembre | | Jeudi 14 septembre | | Vendredi 15 septembre | |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 h 30 | Ouverture | | | | |
| 10 heures<br>11 heures | A. Eschenmoser | 9 h 30<br>10 h 30 | J.-F. Bunnett | 9 h 30<br>10 h 30 | P.-A. Albrecht |
| 11 h 30<br>12 h 30 | Communications (orales) | 11 heures<br>12 h 30 | Communications (affiches) | 10 h 45<br>12 h 15 | Communications (affiches) |
| 14 h 15<br>15 h 15 | Communications (orales) | 14 h 30<br>15 h 30 | Communications (orales) | 14 h 30<br>15 h 30 | F.J. Schuber |
| 15 h 30<br>17 heures | Communications (affiches) | 15 h 45<br>16 h 45 | J.-F. Normant | 16 heures<br>17 heures | B. Belleau |
| 17 h 15<br>18 h 15 | A. Gaudemer | 17 h 15<br>18 h 15 | H. Brunner | 17 h 30 | Clôture |

**Conférences générales.**

A. Eschenmoser (E.T.H., Zurich) :
*On the stereochemistry of allylic reactions.*

A. Gaudemer (Université Paris Sud, Orsay) :
*Nouvelles réactions de complexes σ-allyle du cobalt.*

J.-F. Bunnett (Santa Cruz, Californie) :
*A radical mechanism of aromatic nucleophilic substitution.*

J.-F. Normant (Université Paris VI) :
*Synthèses sélectives de molécules éthyléniques fluorées.*

H. Brunner (Regensburg, R.F.A.) :
*Optically active organometallic compounds of the transition metals.*

P.-A. Albrecht (Institut de Chimie, Strasbourg) :
*La matière organique sédimentaire : origine et évolution.*

**Conférences du Symposium «Chimie thérapeutique»**

F.-J. Schuber (Institut de Botanique, Strasbourg) :
*Concepts récents de l'inhibition enzymatique. Implications en recherche pharmaceutique.*

B. Belleau (Mc Gill University, Canada) :
*Progrès récents de la chimie des centres actifs du récepteur adrénergique α.*

# Division Chimie analytique et chimie des solutions

## Actualités de chimie analytique

### Mardi 10 octobre 1978 à Chatenay-Malabry

Sous la direction de MM. les Professeurs J.A. Gautier, P. Malangeau et F. Pellerin et sous le patronage de la Division Chimie analytique de la Société Chimique de France, les «Actualités de chimie analytique 1978» auront lieu le mardi 10 octobre 1978 au Centre d'Études Pharmaceutiques de l'Université de Paris-Sud, 1, rue J.B. Clément à Chatenay-Malabry (92290).
Le thème retenu est le suivant :
*Analyse des corps gras, de leurs dérivés et excipients à usage pharmaceutique*

9 h 30, Présentation par le Professeur F. Pellerin.
10 heures, J.P. Wolff, (Directeur de l'Institut des corps gras) :
● *Incidences de l'évolution de la chimie analytique sur le contrôle des corps gras et de leurs dérivés.*
11 h 15, A. Prévot (Chef du laboratoire de Paris de l'Institut des corps gras) :
● *Progrès récents de la chromatographie ; emploi des colonnes capillaires dans le cadre de l'analyse des corps gras.*
14 h 45, F. Mordret (Chef adjoint du laboratoire de Paris de l'Institut des corps gras) :
● *Préparation de dérivés en vue de l'analyse instrumentale.*
16 heures, D. Baylocq (Maître-assistant, Centre d'Etudes Pharmaceutiques de Chatenay-Malabry, Paris XI) :
● *Analyse physicochimique des médicaments dans les corps gras et dérivés.*

**Voies d'accès**
N. 186 entre les carrefours du Petit Clamart et la Croix de Berny, direction Chatenay-Malabry.
Métro : Denfert-Rochereau, ligne de Sceaux jusqu'à Robinson, puis Autobus 194 ou 198.
**Inscription et déjeuner** (Prix prévu : 50 francs).
Adresser l'inscription avant le 15 septembre 1978 à Mme D. Baylocq, Maître-assistant, Laboratoire de chimie analytique Centre d'Etudes Pharmaceutiques, 1 rue J.B. Clément à Chatenay-Malabry (92290).

## Journées de chromatographie en phase liquide et de chromatographie sur couche mince à haute performance

### Mercredi 8 et jeudi 9 novembre 1978, à Paris

Organisées conjointement par le G.A.M.S., la S.C.F. (Division Chimie analytique) et la S.C.I. (Groupe de Chimie analytique), ces journées se tiendront à l'E.S.P.C.I., 10 rue Vauquelin, Paris (5e), les 8 et 9 novembre 1978 dans l'amphithéâtre Paul Langevin.

### Programme

**Mercredi 8 novembre**

9 heures, Ouverture des Journées par le Professeur G. Charlot.

9 h 15, Conférence plénière par le Professeur G. Guiochon (Laboratoire de chimie analytique physique, Ecole Polytechnique, Palaiseau 91128) :
*Optimisation en chromatographie sur couche mince.*

10 h 15, M. Marichy, C. Gonnet, A. Lamotte et M. Porthault :
*Utilisation de couches commerciales HPTLC en chromatographie à polarité de phases inversée ; validité des relations de transfert couches minces → colonnes.*
10 h 35, A.M. Siouffi, F. Bresolle et G. Guiochon :
*Utilisation de microparticules de silice greffée en chromatographie sur couche mince.*
10 h 55, Pause.
11 h 15, M. Lauret et Ferrari :
*Nouveaux dispositifs d'injection pour les colonnes analytiques et préparatives en chromatographie en phase liquide.*
11 h 35, B. Coq, G. Crétier et J.L. Rocca :
*Elargissement des bandes chromatographiques lié aux extrémités de colonnes.*
11 h 55, H. Colin, A. Jaulmes, J.-C. Diez-Masa et G. Guiochon :
*Les effets «extra-colonne» en chromatographie en phase liquide à haute performance.*
14 h 15, Conférence plénière par M. le Professeur Docteur J.F.K. Huber (Institut de chimie analytique, Université de Vienne, Autriche) :
*Optimisation des critères de sélectivité du système chromatographique par l'emploi de dispositifs à colonnes multiples.*
15 h 15, J.C. Diez-Masa, H. Colin et G. Guiochon :
*Détermination dynamique des isothermes d'adsorption liquide-solide.*
15 h 35, Z. El Rassi et C. Gonnet :
*Modification de la surface des silices. Modification chimique après traitement thermique préalable.*
15 h 55, M. Thibert et M. Caude :
*Étude des propriétés chromatographiques de la silice à l'aide des isothermes d'adsorption de mélanges binaires de solvants.*
16 h 15, Pause.
16 h 35, Dr. Riedmann et D. Ramon :
*Application à la chromatographie en phase liquide d'un nouveau spectrophotomètre piloté par microprocesseur.*
16 h 55, R. Farinotti, M. Caude, G. Mahuzier et R. Rosset :
*Étude de la séparation et de la détection de dérivés carboxyliques à courtes chaînes par chromatographie en phase liquide à haute performance. Perspectives d'applications en biologie clinique.*
17 h 15, J.P. Garnier, B. Bousquet et C. Dreux :
*Développement de réactions d'amplification de fluorescence adaptables à la chromatographie en phase liquide à haute performance : application aux dérivés indoliques.*
17 h 35, R. Farinotti et G. Mahuzier :
*Application de la chromatographie en phase liquide à haute performance aux dosages des anticonvulsivants dans le plasma.*

**Jeudi 9 novembre**

9 heures, Conférence plénière de M. le Professeur R. Rosset (Laboratoire de chimie analytique des processus industriels de l'ESPCI, 10 rue Vauquelin, 75231 Paris) :
*La chromatographie de partage sur silices greffées.*

10 heures, B. Sebille, N. Thuaud et J.P. Tillement :
*Étude des interactions ligand-macromolécule biologique par chromatographie en phase liquide à haute performance.*
10 h 20, A. Foucault et M. Caude (avec la collaboration de L. Oliveros) :
*Séparations des acides aminés par chromatographie d'échange de coordinats sur silice chargée en cuivre (II). Applications à la résolution des énantiomères.*
10 h 40, Pause.

11 heures, M. Marichy, N. Philippe, C. Vigot et C. Gonnet :
*Comparaison de différentes méthodes de chromatographie en phase liquide pour la séparation d'acides mono et dicarboxyliques.*
11 h 20, H. Kern et R.E. Majors :
*Recent developments in liquid chromatography (LC) instrumentation.*
11 h 40, J.P. Arpino, G. Guiochon, P. Krien, G. Devant et J.C. Promé :
*Analyse par spectrométrie de masse de substances organiques peu volatiles. Intérêts de l'ionisation chimique/désorption et du couplage direct chromatographie liquide-spectrométrie de masse.*
12 heures, A. Nohl :
*Détermination des conditions analytiques optimales à l'aide d'un appareil automatique à trois solvants.*

12 h 20, Buffet Campagnard offert par les exposants sur le site de l'exposition de matériel.

15 h 20, H. Colin, J.C. Diez-Masa, T. Czaykowska, I. Miedziak et G. Guiochon :
*Le rôle de la température en chromatographie en phase liquide sur pyrocarbone.*
15 h 40, P. Gareil, L. Personnaz et M. Caude :
*Étude de la déformation des pics d'élution. Application à la séparation d'un mélange binaire en chromatographie en phase liquide préparative.*
16 heures, P. Blond, P. Hutter et F. Bois :
*Séparation et dosage des catécholamines et des dérivés du 5-hydroxy-indole par chromatographie en phase liquide haute performance.*
16 h 20, Pause.
16 h 40, R. Clément :
*Étude chromatographique des composés d'autoxydation des dérivés aliphatiques polyéniques.*
17 heures, A. Sofia et A. Piloz :
*La chromatographie de perméation sur gel : principales applications et perspectives d'avenir.*
17 h 20, G. Untz :
*Analyse par chromatographie en phase liquide d'alcaloïdes du quinquina et de leurs dérivés.*
17 h 40, A. Leblois :
*Utilisation d'un support en chromatographie d'adsorption ou à polarité de phases inversée.*

Durant ces deux journées : exposition permanente de matériel et présentation de communications par affiches dans le Laboratoire de chimie analytique de l'ESPCI, escalier F, 1er étage, 10 rue Vauquelin, Paris (5e).

Pour tout renseignement complémentaire, s'adresser à : M. M. Caude, ESPCI, 10 rue Vauquelin, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : 535.00.04 ou 337.77.00.

# Communiqués

# Division chimie organique

## S.E.C.O XVI

La 15e Semaine d'Etude de Chimie Organique (S.E.C.O.) s'est tenue à Lyon du 7 au 13 mai 1978. Au cours de cette semaine réunissant soixante participants, six conférences ont été présentées par MM. M. Gielen (Bruxelles), R. Phan Tan Lu (Aix-en-Provence), L. Pichat (Gif-sur-Yvette), W. Steglich (Bonn), H.T. Diek (Hambourg) et J. Villières (Paris) ainsi que 35 communications.
La 16e S.E.C.O. aura lieu du 6 au 12 mai 1979 à Pau.
Les S.E.C.O. sont destinées aux jeunes chercheurs, chargés ou attachés de recherches, maîtres-assistants, assistants chercheurs de même niveau. Toutes les branches de la chimie organique ainsi que tous les centres de recherches y sont représentés. Elles leur permettent d'échanger, dans une atmosphère détendue, leurs idées et celles de leur groupe de travail sur divers problèmes d'actualité ainsi que de nouer des relations fécondes entre chercheurs de laboratoires différents.
Pour faciliter une répartition géographique et thématique, il est demandé de joindre aux demandes de participation un bref aperçu des activités et centres d'intérêts ainsi que le thème de l'exposé *éventuel* (30 mn discussions comprises sur un travail non encore publié, sur une mise au point originale ou un problème en cours d'étude).

Les demandes de participation doivent être adressées dès maintenant et avant le 10 décembre 1978 à M. C. Guimon, Institut Universitaire de Recherche Scientifique, Laboratoire de chimie organique physique, avenue Philippon, 64000 Pau. Tél. : (59) 02.88.64 (poste 279).
Les candidats seront informés courant janvier de la décision du Comité d'organisation.

# Division Chimie de coordination

## Atelier « Spectrométrie vibrationnelle »

### Corrigendum

Rectification de quelques erreurs relevées dans la publication du compte-rendu de la réunion du 16 mars 1978 (*L'actualité chimique*, juin-juillet 1978, pages 80 à 82) :
Page 80, colonne 2, lire : liaison donneur-*accepteur*.
Page 81, colonne 1, lire : *isomérie* $\alpha$-$\beta$.
Page 81, colonne 2, lire : vibrations $\nu$ (Sb-Cl) ; vibration $\nu$ (Au-Cl) ; effet Raman *résonant*.

# Nécrologie

## Suzanne Tribalat

**(1923 - 1978)**

La disparition de Suzanne Tribalat, Professeur à l'Université Pierre-et-Marie Curie, le 17 mai dernier, à l'âge de 55 ans, a douloureusement frappé ses collègues, collaborateurs et amis.

Avertie des risques encourus, elle avait cependant tenu à assumer jusqu'à l'extrême limite de ses forces ses obligations d'enseignement et de recherche, n'y renonçant qu'à la mi-février. Le dramatique processus ne put alors être enrayé. Après trois mois de terribles souffrances, elle s'est éteinte à son domicile, gardant toute sa conscience jusqu'aux dernières heures.

Née à St-Quentin, le 7 janvier 1923, Suzanne Tribalat sortit à 20 ans major de l'E.N.S.C.P. Accueillie au Laboratoire de chimie physique, elle y prépara sous la direction conjointe de deux d'entre nous sa thèse de doctorat ès-sciences : *«Etudes physico-chimiques et analytiques du rhénium»* et la soutint en 1949. Ce fut le point de départ de travaux originaux mondialement appréciés, objets d'une soixantaine de publications livres et articles nourris et denses. Elle participait aux Congrès de l'IUPAC. Le dernier de ses ouvrages consacrés au rhénium et au technétium, le tome X des compléments au Traité de P. Pascal vient de paraître.

Maître de recherches au C.N.R.S. depuis 1957, Suzanne Tribalat avait reçu les palmes académiques en 1960. Après avoir assuré un enseignement complémentaire de chimie analytique à l'E.N.S.C.P., elle fut en 1966 Chargée de cours à la Faculté des Sciences de Paris puis y devint Professeur. Le plus bref entretien sur un quelconque sujet pouvait suffir à convaincre son interlocuteur de sa vocation d'enseignante.

Elle se vit confier par l'un de nous la réalisation d'un enseignement de physico-chimie analytique destiné aux biologistes et géologues. Quant au PCEM où elle enseigna douze ans, elle en aimait le programme étendu. Pour elle, pas de cloisons entre «chimies» organique et inorganique dont elle soulignait au contraire les mécanismes communs et l'ouverture sur la biochimie. Détestant l'accumulation de connaissances vite oubliées, elle souhaitait surtout donner au jeune aspirant aux études médicales une aptitude au raisonnement et le goût d'approfondir plus tard les notions essentielles acquises. Son intérêt pour les problèmes humains la retenait auprès de cet auditoire souvent turbulent mais vivant et plus accessible que d'autres à une culture générale.

Nous tentons de rappeler ici brièvement les apports les plus marquants de son activité scientifique.

### Physico-chimie du rhénium et du technétium

Sa thèse n'était pas encore soutenue que l'on entendit parler d'une «jeune spécialiste du rhénium» grâce à sa méthode de dosage des traces de l'élément dans les molybdénites au moyen de l'extraction sélective de sels organiques par solvants. Les manuels d'enseignement américains citent aujourd'hui cet exemple type qui fut une des premières études conduisant à une détermination systématique des constantes des équilibres de partage et à la prévision des taux d'extraction suivant les conditions choisies où imposées.
Il s'avéra vite que les molybdénites étant plus riches en rhénium qu'on ne le pensait ; leur grillage permettrait de récupérer cet élément rare. Une collaboration fructueuse s'établit dès 1948 avec la Sté Bertolus jusqu'à sa dissolution.

L'étude systématique de l'extraction des acides forts par des alcools peu miscibles à l'eau permit à Suzanne Tribalat de concevoir un procédé simple de séparation rhénium-molybdène dans les eaux acides provenant du lavage des gaz de grillage. Ainsi fut obtenu un perrhénate d'ammonium très pur, facilement transformé en composés ou métal de haute pureté. Une importante participation française au 1er symposium sur le rhénium à Chicago, en 1960, consacra ces travaux et ceux des utilisateurs.

L'équipe de Suzanne Tribalat poursuivit des recherches, en particulier sur le mode de formation et la structure cristalline des composés de rhénium, le mécanisme de réduction électrochimique de l'ion $ReO_4^-$ et d'oxydation du métal ; elle mit au point des méthodes analytiques et plus récemment un procédé d'élaboration de poudres préalliées.
Avec une collègue du C.E.A., elle isola quantitativement le technétium obtenu par bombardement du molybdène par des neutrons ou présent dans l'uranium des piles nucléaires comme produit de fission. Elle détermina de plus les conditions d'une extraction quantitative de l'acide pertechnétique par les alcools.

### Analyse de réactions en solution

Pour Suzanne Tribalat, l'extraction par solvants n'était pas seulement le moyen de séparer des éléments, mais aussi d'analyser des mécanismes réactionnels.
La connaissance d'équilibres de partage lui permit en particulier d'étudier des complexes.
Ainsi accéda-t-elle, avec ses chercheurs, aux constantes de stabilité d'une série de complexes du zinc à partir de l'extraction du thiocyanate de zinc par la méthylisobutylcétone. Ils procédèrent de même à des études relatives aux complexes de Ti (IV), Ti (III), Fe (III), Ni (II), Co (II), Cd (II), Mn (II) et plus tard Zr (IV) et Hf (IV). Un certain nombre de complexes et l'acide thiocyanique furent de plus isolés par extraction. La validité des constantes d'équilibres calculées d'après les données de l'extraction fut confirmée par une méthode électrochimique originale d'étude des complexes au moyen des vagues polarographiques cinétiques et la valeur de la constante de dissociation de l'acide thiocyanique alors obtenue fut vérifiée ultérieurement par extraction.

D'autre part, la mise au point d'une méthode de dosage du cation tétraphénylarsonium permit des recoupements par spectrophotométrie. Suzanne Tribalat put établir les conditions générales d'une prévision des réactions chimiques dans un solvant peu miscible à l'eau et peu ionisant à partir des constantes d'extractions par ce solvant des composés mis en jeu.

Dans la suite, différents travaux sur les anions complexes de l'iode dans le nitrobenzène, l'extraction des cations alcalins par solvants dissociants, celle des sels de chlorpromazinium par la méthylisobutylcétone permirent d'accéder à des réactions chimiques en solvants ionisants.
Suzanne Tribalat étendit alors aux équilibres eau-solvant la définition «d'équilibres d'échanges d'ions jusque-là réservée aux résines, la détermination des

«constantes d'échange» simplifiant la prévision des séparations.

Elle obtint d'intéressants résultats relatifs aux associations ioniques en phase aqueuse et en phase solvant. Par exemple furent mises en évidence la démérisation des ions thiocyanate en solution aqueuse, la trimérisation du zirconium IV en solution aqueuse acide et l'existence d'associations dans un solvant dissociant entre anion hexafluoroacétylacétonate alcalin et ion énolate. Un récent et délicat travail relatif à l'extraction des sels d'hexadécyltriméthylammonium par différents types de solvants, dans le domaine prémicellaire, lui permit de conclure à la présence de paires d'ions pour le chlorure et le bromure à longue chaîne à la fois dans l'eau et dans les solvants utilisés, de préciser le degré d'association de ces paires d'ions dans le nitrobenzène et de présenter d'intéressantes remarques sur la formation de «micelles chlorhydriques» en phase chloroforme.

Ainsi, au fil de recherches d'une complexité croissante, Suzanne Tribalat a-t-elle utilisé de façon originale l'extraction par solvants que ses premiers travaux sur le rhénium lui avaient fait considérer. Créant de nouvelles orientations de recherches, elle réussit à en dégager des lignes convergentes. Il est dommage qu'elle n'ait pu mener plus loin ce vaste et intelligent travail de synthèse déjà très constructif en soi. Avec un sens aigu de l'observation, avec rigueur, ténacité et beaucoup d'intuition, elle poursuivait ses études difficiles sans jamais négliger le point de vue pratique de l'ingénieur et de l'analyste.

Chercheur et pédagogue par vocation, elle était attentive à l'évolution des connaissances mais toujours soucieuse de clarté et de la plus grande perfection jusque dans les détails.
Son horizon était large, son intérêt allant des sciences humaines à la littérature, à la musique comme à la photographie et aux activités manuelles. Très cultivée, elle était aussi sportive.
A une grande simplicité, une franchise et une droiture bien connues, Suzanne Tribalat alliait un sens profond de l'humain et beaucoup de délicatesse. Fidèle à ses amitiés, attentive aux autres et très tolérante elle savait «écouter».
Par sa jeunesse d'esprit, son dynamisme et sa chaleur humaine, elle nous restera toujours très présente.

Y. Cauchois, G. Charlot, M.L. Jungfleisch, D. Delafosse.

# Nouveaux Membres

Sont nommés Membres de la Société Chimique de France :

MM. Alexakis Alexandre, attaché de recherche CNRS (MM. Chuit et Normant)
Archipoff Alexis, ingénieur chimiste ESCM (MM. Michel et Pannetier)
Azbouzov Boris (MM. Gallais et Guillaumont)
Baumard Jean-François, attaché de recherche CNRS (MM. Collongues et Hagenmuller)
Birot Marc, ingénieur chimiste (MM. Calas et Duffaut)
Brand Laurent, directeur général (MM. Fleury et Streith)
Cadilhac Philippe (MM. Gallais et Guillaumont)
Combourieu Michel, recherche chimique (MM. Bardolle et Lattès)
Dallet Philippe, assistant titulaire (MM. Colléter et Goursolle)
Despax Bernard, boursier de recherche (MM. Gallais et Guillaumont)
Dubost Jean-Pierre, assistant titulaire (MM. Colléter et Goursolle)
El Murr Nabil, attaché de recherche (MM. Tirouflet et Fiaud)
Escudié Jean, attaché de recherche CNRS (MM. Satgé et Couret)
Mme Houphouet-Boigny Denise, assistant chimie minérale (Mme Eholié et M. Flahaut)
MM. Jolibois Henri, assistant (MM. Dubois et Janier-Dubry)
Klur Michel, ingénieur chimiste (MM. Gallais et Guillaumont)
Ludwig Georges, directeur commercial (MM. Fleury et Streith)
Mendez LL. Henrique, étudiant (MM. Leclecq et Maurel)
Messin Gérard, assistant (MM. Janier-Dubry et Dubois)
Meyer René, ingénieur (MM. Gallais et Guillaumont)
Mme Oliveros Esther, attachée de recherche (M. Lattès et Mlle Rivière)
MM. Paquelet Jean, médecin biologiste (MM. Robin et Taccussel)
Rivière Jacques, ingénieur CNRS (MM. Maurel et Barbier)
Ruffier Daniel, physicien adjoint (MM. Collongues et Hagenmuller)
Stemmelin Jean, chef de laboratoire (MM. Fleury et Streith).
Tedenac Jean-Claude, maître-assistant (MM. Maurin et Ribes)
Mme Traisnel Jacqueline (MM. Gallais et Guillaumont)
MM. Versaud Pierre, assistant (MM. Porthault et Serpinet)
Vivat Michel, ingénieur de recherche (M. Buendia et Mme Nierat).

# Plis cachetés

La S.C.F. a enregistré :
- un pli cacheté de MM. M. Mallet et G. Queguiner, le 13 juin 1978, sous le n° 1906.
- un pli cacheté de MM. E. Bouley, F. Marsais et G. Queguiner, le 13 juin 1978, sous le n° 1907.
- un pli cacheté de MM. J.-L. Montero et J.-L. Imbach, le 26 juin 1978, sous le n° 1908.
- MM. H. Quiniou et J.C. Meslin demandent l'ouverture du pli cacheté n° 1894 déposé à la Société Chimique de France, le 5 janvier 1977 dont l'intitulé est : *Aryl-2-thiazines-1,3 et dihydro-4,5 6H-thiazines-1,3 comportant en 5 un groupement fonctionnel.*

# Bulletin de la Société Chimique de France

## Mai-Juin 1978

### SOMMAIRE DE LA PREMIÈRE PARTIE
### CHIMIE ANALYTIQUE, MINÉRALE ET PHYSICOCHIMIE

« A partir de Janvier 1978, chaque partie de cette revue est paginée séparément. »


| | | | |
|---|---|---|---|
| Étude calorimétrique et dipolaire de l'autoassociation des pyridines dans le cyclohexane | R. Smets P. & Huyskens | I-173 | Calorimetric and dipolar study of the self-association of pyridines in cyclohexane |
| Étude de l'hydrogénation catalytique de l'éthylène en présence de catalyseurs au cuivre déposé sur l'alumine et la magnésie | M. B. Taghavi, G, Pajonk & S. J. Teichner | I-180 | Study of the catalytic hydrogenation of ethylene in the presence of copper supported on alumina and on magnesia catalysts |
| Détermination des constantes de transfert relatives à la polymérisation cationique de divers fluorostyrènes | F. Laval & E. Maréchal | I-191 | Determination of the transfer constants for the cationic polymerization of various fluoro-styrenes |
| Génération coulométrique de l'ion cyclohexane diaminotétracétate par réduction de son complexe mercurique : application au dosage du magnésium | M. Roynette & J.-P. Schwing | I-195 | Coulometric generation of cyclohexane diaminotetracetate ion by reduction of the corresponding mercury (II) complex |
| Extraction liquide-liquide de cations métalliques par des chlorures d'alkoxyaryl sulfonium. II. Mécanisme de l'extraction liquide-liquide de chlorures de métaux bivalents et trivalents par un chlorure d'alkoxyarylsulfonium | J. P. Chenevier & C. Caulet | I-199 | Liquid-liquid extraction of some cations by alkoxyaryl sulfonium chlorides. Part. II. Mechanism of liquid-liquid extraction of bivalent and trivalent metal chlorides by alkoxysulfonium chlorides |
| Coefficients d'activité de transfert d'indicateurs neutres de Hammett dans les mélanges eau-acide acétique-acide minéral fort | F. Dorion & F. Coussemant | I-204 | Transfer activity coefficients of Hammett neutral indicators in water-acetic acid-inorganic strong acid mixtures |
| Étude par voie électrochimique des réactions chimiques de formation en milieu tétrahydrofuranne d'organozinciques et d'organocadmiens à partir d'organomagnésiens ou d'organolithiés. | Y. Rollin, & J. Périchon & J. Perichon | I-213 | Electrochemical study of the formation of organocadmium compounds from chemical reactions involving organomagnesium and organolithium reagents in tetrahydrofuran. |
| Étude électrochimique de l'anhydride sulfureux liquide. II. Ionisation et dissociation des halogénures de triphénylméthyle, et applications à des halogénations électrochimiques | G. Launay & P. Castellonèse | I-226 | Electrochemical study of liquid sulfur dioxide. II. Ionization and dissociation of triphenyl methyl halides; application to electrochemical halogenation |
| Les trimolybdates de magnésium | J. Meullemeestre | I-231 | Magnesium trimolybdates |
| Les trimolybdates de Ca, Sr et Ba | J. Meullemeestre | I-236 | Ca, Sr and Ba trimolybdates |
| Solvatochromie du complexe Bis(Bathophénanthroline)dicyanofer (II) | P. Dubois, P. Mevillain & M. Mariaud | I-243 | Solvent effects on visible absorption spectra of bis(bathophenanthroline)dicyanoiron(II) and related compounds |
| Les composés d'addition entre l'ammoniac et les trihalogénures des éléments du groupe III A | Y. Pauleau, J.-J. Hantzpergue & J.-C. Rémy | I-246 | Addition compounds of ammonia with the trihalides of group III non-transition elements |

**« Résumés des communications présentées à l'Assemblée Générale annuelle 1978 de la Société Chimique de France » P. I-263**

## SOMMAIRE DE LA DEUXIÈME PARTIE
## CHIMIE MOLÉCULAIRE

« A partir de Janvier 1978, chaque partie de cette revue est paginée séparément. »


| | | | |
|---|---|---|---|
| Obtention de β-hydroxyphosphates optiquement actifs par réduction enzymatique. Accès possibles aux diols et oxirannes-1,2 optiquement actifs | A. Pondaven-Raphalen & G. Sturtz | II-215 | Optically active β-hydroxyphosphates obtained by enzymatic reduction. Possible access to optically active diols and 1,2-oxirannes |
| Recherche d'agents antitumoraux potentiels. Sur les possibilités de formation d'hydropyrimidines à partir de coumarines | S. Wachi, K. Takagi, G. Menichi & M. Hubert-Habart | II-230 | Potential anti-tumor agents. Preparation of hydropyrimidines from coumarins |
| Réactions de composés aromatiques avec quelques aminals et les aldéhydes correspondants | D. Papillon-Jegou B. Bariou & M. Keefanto | II-234 | Condensation of aromatic compounds with aminals and with the corresponding aldhydes |
| Synthèse de bases de Mannich très instables. Aminométhylation d'hétérocyclanones par les chlorures de dialcoyl-N,N-méthylène immonium; voie d'accès à de nouveaux dérivés hétérocyclospiranniques | M. Schaefer, J. Weber & P. Faller | II-241 | Synthesis of very unstable Mannich bases. Aminoethylation of heterocyclanones with dialcoyl-N,N methylene immonium dichlorides; pathway towards new spiroheterocycles |
| Les N-acylhémiaminals de l'acide glyoxylique et leur utilisation en synthèse | A. Schouteeten, Y. Christidis & G. Mattioda | II-248 | N-Acylhemiaminals of glyoxylic acid and their use in synthesis |
| Isomérisation et oxydation de cétones simples en milieu hyperacide | R. Jacquesy & J.-F. Patoiseau | II-255 | Isomerization and oxidation of simple ketones in superacid medium |
| Synthèse de substances macromoléculaires renfermant des motifs monomères dérivés de colorants. XVII. Synthèse de polytéréphtalates d'éthylène glycol colorés par structure | A. Le Pape & E. Maréchal | II-263 | Synthesis of macromolecules from dyes-containing monomers. XVII. Synthesis of structurally coloured ethyleneglycol polyterephtalates |
| Synthèse du cyanométhyl-3 furanne pur (Note de laboratoire) | M. Cariou | II-271 | Synthesis of pure 3-cyanomethylfuran |
| Systèmes aromatiques à dix électrons π dérivés de l'aza-3*a* pentalène. XXX. Étude de la structure du *a*-triazolo[4,3-*s*]benzimidazole et de ses sels par UV et RMN du $^{13}C$ | R. Faure, É.-J. Vincent, J. Elguero, J. de Mendoza & P. Rull | II-273 | 10-π-electrons aromatic systems of the aza-3*a*-pentalene series. XXX. Structure of *s*-triazolo[4,3-*a*] benzimidazole ad of ist salts form UV and $^{13}C$ NMR spectra |
| Réactions de Friedel et Crafts de dérivés aromatiques sur des composés dicarbonylés-1,4 éthyléniques-2,3. III. Réactions d'addition sur les acides acyl-3 propénoïques et les diaryl-1,4 butènediones-1,4 | J. C. Canévet & Y. Graff | II-278 | Friedel-Crafts reaction of aromatic compounds with 2,3-unsaturated-1,4-dicarbonyl compounds. III. 3-Acylproprenoic acids and 1,4-diaryl butene-1,4-diones |
| RMN du carbone 13. II. Structure moléculaire de cyclohexène-2 ones méthylées associées à l'acide de Lewis $BF_3$ | J. Torru & M. Azzaro | II-283 | $^{13}C$ NMR. II. Molecular structure of methylated cyclohex-2-en-1-ones associated with $BF_3$ |
| Synthèse de complexes dérivés du dichlorure de zirconocène | P. Etievant, B. Gautheron & G. Tainturier | II-292 | Synthesis of compounds derived from zirconocene dichloride |
| Synthèses stéréosélectives de l'acétoxy-1 hexadécadiène-7Z,11E ou angoulure, phéromone sexuelle de l'alucite des céréales : *Sitotraga cerealella Oliv.* | A. Hammoud & C. Descoins | II-299 | Stereoselective synthesis of Z-7, E-11 hexadecacadienyl acetate or angoulure, the sex pheromone of the angoumois grain moth: *Sitotrage cerealalla Oliv* |
| Stéréochimie de l'acétalisation de diols vicinaux *cis* exo bicyclo[2.2.1]heptaniques | A. Bazbouz, H. Christol J. Coste & F. Plénat | II-305 | Stereochemical course of acetalformation of *cis-exo* vicinal diols in the bicyclo[2.2.1] heptane series |
| Synthèse des éthers α-alléniques et α-cumuléniques (Mise au point) | M. Huché | II-313 | Synthesis of α-allenic and α-cumulenic ethers (A review article) |

**« Résumés des communications présentées à l'Assemblée Générale annuelle 1978 de la Société Chimique de France » P. II-321**

# Société de Chimie Industrielle


**103 Visite d'une délégation de la République Populaire de Chine en France.**

**103 Journée sur le «Contrôle automatique industriel, facteur de qualité, Lyon-Villeurbanne, 21 septembre 1978.**

**104 Journées d'études sur le développement de l'informatique en milieu industriel, 26-27 septembre 1978.**

**104 Branche belge de la Société de Chimie Industrielle : 19e Cycle de perfectionnement en génie chimique.**

**104 Sommaires de la revue Analusis.**

**109 Bulletin d'inscription pour la Journée sur le «Contrôle automatique industriel, facteur de qualité», Lyon-Villeurbanne.**



● Recueil des 37 communications présentées en conférences-affichage (en anglais),

**3e Congrès international de l'électrostatique,**

20-22 avril 1977, Grenoble,

Prix du recueil : 200 F. Epuisé.

● Recueils des sections et colloques,

**XIe Conférence internationale des Arts Chimiques,**

6-9 décembre 1977, Paris.

Section 1 à 7 : Le génie chimique et le traitement des déchets. (1 : Études générales, économie et statistiques. 2 : Traitement des déchets minéraux et miniers. 3 : Boues et déchets urbains et industriels. 4 : Déchets organiques et végétaux. 5 : Déchets d'hydrocarbures et de solvants. 6 : Traitement et récupération des déchets de plastiques. 7 : Traitement de résidus toxiques).

Prix de chaque recueil : 80 F. 7 recueils (les recueils 5 et 6 sont épuisés) .

● Recueils des communications (en anglais) des 6 sections. A. Recherche fondamentale et appliquée, B. Séparation et mélanges, C. Réacteurs et ateliers, D. Contrôle et automatisation, E. Exploitation des données techniques et aspects humains, F. Problèmes numériques et optimisation,

**Congrès international sur la « Contribution des calculateurs électroniques au développement du génie chimique et de la chimie industrielle »**

7 - 10 mars 1978, Paris.

Prix du recueil : 100 F. En voie d'épuisement.,

● Recueil des conférences,

**Colloque sur l'analyse des gaz en continu et progrès des capteurs,**

19-21 avril 1978, St-Etienne.

Prix du recueil : 100 F. En voie d'épuisement.

● Recueils des conférences (vol. 1 : sections 1, 2 et 3; vol. 2 : sections 4 et 5),

**5e Conférence européenne des plastiques et des caoutchoucs,**

12 - 15 juin 1978, Paris.

Prix de chaque recueil : 150 F.

● Monographies de la Société de Chimie Industrielle,

**Le noir d'acétylène. Fabrication. Propriétés. Applications,** par Yvan Schwob,

Prix de la monographie : 150 F.

S'adresser à la Société de Chimie Industrielle,
28, rue Saint-Dominique,
75007 Paris. Tél. 555.69.46

# Visite d'une délégation de la République Populaire de Chine en France

## à l'occasion de la Conférence Européenne des plastiques et des caoutchoucs

Une Délégation conduite par M. Wei Wen-Tchu, membre du Conseil de l'Association Chinoise de l'Industrie Chimique, et composée de scientifiques et de techniciens des plastiques et des caoutchoucs, a assisté à la plupart des conférences du Congrès.

M. Li Yang-Shan, de l'Institut des Recherches du Caoutchouc de Pékin, a présenté une communication intitulée : «Appareil à mesurer l'abrasion des caoutchoucs».

Après une visite détaillée de l'exposition Europlastique et Eurocaoutchouc, la Délégation a été reçue dans un certain nombre d'usines et de centres de recherches, notamment :

- le Laboratoire Central du Caoutchouc, à Montrouge,
- l'Usine de Saint-Fons de Rhône-Poulenc-Industries,
- le Centre de Recherches de Kléber-Colombes, à Bezons,
- les ateliers de polyéthylène et polypropylène de la Société Ato, à Gonfreville,
- les ateliers de polyéthylène haute densité et polypropylène de Solvay, à Sarralbe,
- les ateliers de polyéthylène basse densité de CdF/Chimie, à Carling,
- l'Usine Polysar, à Strasbourg,
- le Centre de Recherches de Saint-Gobain-Pont-à-Mousson, à Pont-à-Mousson,
- les Usines de Foug et d'Oyonnax de la Cie Saint-Gobain-Pont-à-Mousson
- l'Usine de Langres de la Société Plastic-Omnium.

Dans toutes ces sociétés, ainsi qu'au siège de la Société Heurtey, les spécialistes chinois ont eu de longs entretiens, au cours desquels ils ont manifesté un vif intérêt pour les réalisations qui leur avaient été montrées.

---

# Journée sur le " Contrôle automatique industriel, facteur de qualité "

## Jeudi 21 septembre 1978, Lyon-Villeurbanne

Le Groupe de chimie analytique de la Société de Chimie Industrielle organise, dans le cadre des journées INSA-CAST (Institut National des Sciences Appliquées de Villeurbanne et Centre d'Actualisation Scientifique et Technique) et dans un amphithéâtre que la direction de l'INSA de Villeurbanne met aimablement à sa disposition, une Journée d'étude sur l'analyse automatique industrielle en ligne.

Cette manifestation bénéficie du concours des Sections régionales de la Société de Chimie Industrielle, de la Société Chimique de France et du GAMS (Groupement pour l'Avancement de Méthodes Spectroscopiques et physico-chimiques d'analyse).

L'inscription à cette journée est gratuite pour les membres de ces associations (nombre de participants limité à 150). Un déjeuner est organisé sur place (participation 35 F par personne).

A l'issue de la réunion, le Prix de Chimie analytique 1978 de la Société de Chimie Industrielle sera remis au lauréat par le Professeur Léon Denivelle, Président.

### Programme

8 h 30 - 9 h 15 :
Accueil.

9 h 15 :
Ouverture de la journée.

9 h 30 :
*Application de la polarographie à la mesure en continu en site industriel,* par M. Pierre Eichner (Rhône-Poulenc Industries, Centre de Recherches des Carrières, Saint-Fons).

10 h 10 :
*Résolution rapide d'un problème de dosage de dilution de silane (puis de gaz dopants) par utilisation non conventionnelle d'un analyseur infra-rouge dispersif disponible,* par M. Pierre Bader (L'Air Liquide, Centre de Recherches Claude Delorme, Jouy-en-Josas).

10 h 50 :
Pause.

11 h :
*Mesure en continu du soufre par absorption d'un rayonnement X dans les produits pétroliers,* par M. Demare (Shell, Centre de Recherche, Grand-Couronne).

11 h 40 :
*Automatisation du contrôle chimique des circuits eau-vapeur des centrales thermiques,* par M. Ropars (E.D.F., Saint-Denis).

12 h 20 :
*Contrôle en continu de la teneur en phénols dans les eaux par chromatographie liquide haute performance en ligne,* par M. Germain (Du Pont de Nemours, Division Instruments, Orsay).

13 h 15 :
Déjeuner.

15 h :
Table ronde animée par M. J. Normand (Rhône-Poulenc Industries, Centre de Recherches de Décines) :
*Mise au point d'un automatisme en analyse industrielle en ligne et répercussion de cet automatisme sur la qualité.*

17 h :
Conclusions de la journée.

17 h 30 :
Remise du Prix de Chimie Analytique 1978 de la Société de Chimie Industrielle,
Exposé du lauréat (15 mn).
Pour 1978, le jury a décerné le Prix de Chimie analytique aux auteurs : M.-F. Grenier-Loustalot, C. Guihal, Professeur J. Bonastre, P. Grenier (de l'Institut Universitaire de Recherche Scientifique, Pau) et C. Lévêque (Société Nationale Elf-Aquitaine, Centre de Recherches de Lacq), pour le mémoire intitulé : *«Détermination des faibles tensions de vapeur. Application à l'identification des solutés en chromatographie gaz-liquide».*

17 h 45 :
Apéritif offert par la Société de Chimie Industrielle.

### Renseignements généraux

Inscriptions : Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. 555.69.46.
Bulletin d'inscription p. 109.

Renseignements : M. D. Coutagne, Rhône-Poulenc Industries, Centre de Recherches de Décines, 69150 Décines. Tél. (78) 49.38.10, p. 307.

# Journées d'études sur le développement de l'informatique en milieu industriel

## 26-27 septembre 1978, Châtenay-Malabry

Le Laboratoire de génie et informatique chimiques, en coopération avec le groupe «Informatique et Automatisation en Chimie Industrielle» de la Société de Chimie Industrielle, organise, les mardi 26 et mercredi 27 septembre 1978 à l'École Centrale des Arts et Manufactures (Châtenay-Malabry), deux journées d'études sur différents problèmes liés à l'utilisation de l'informatique dans l'industrie chimique et pétrolière.

Les thèmes qui seront étudiés au cours de ces deux journées sont les suivants :

Mardi 26 septembre : *Développement du flow-sheeting dans l'industrie*

- Programmes de bilans massiques et énergétiques pour l'exploitation des ateliers industriels.
- Synthèse de procédés pour la conception d'ateliers.

Mercredi 27 septembre : *Approche économique et humaine de l'informatique industrielle*

- Formation des utilisateurs de l'informatique industrielle dans les ateliers.
- Problèmes économiques posés par l'automatisation avec ordinateur des ateliers industriels.

Chacune de ces deux journées sera organisée sur le plan suivant : conférence d'introduction, communications sur des exemples précis, déjeuner en commun, table ronde.

Renseignements et inscription : M. Dominique Depeyre, Laboratoire de génie et informatique, École Centrale des Arts et Manufactures, Grande Voie des Vignes, 92290 Châtenay-Malabry.

# Branche belge de la Société de Chimie Industrielle.

## XIX$^e$ Cycle de perfectionnement en génie chimique 1978: « Le génie chimique et les économies d'énergie. »

## 26-28 septembre 1978, Bruxelles

Le prochain cycle de perfectionnement en génie chimique de la Branche belge de la Société de Chimie Industrielle aura lieu dans les locaux de la Maison des Industries Chimiques, 49, square Marie-Louise, les mardi 26, mercredi 27 et jeudi 28 septembre 1978. Ce cycle est consacré à un sujet de grande actualité : *«Le génie chimique et les économies d'énergie»*.

Suivant la tradition, les repas de midi seront organisés en commun durant les trois jours.

Programme provisoire :

Bilans d'énergie et d'exergie de procédés chimiques. Un préalable aux économies d'énergie (exposé général, études de cas), par M. B. Kalitventzeff (École Royale Militaire, Université de Liège).

Optimisation énergétique des procédés industriels, par MM. N. Midoux et P. Le Goff (École Nationale Supérieure des Industries Chimiques, Nancy).

Les systèmes à utilisation totale de l'énergie, par M. L. Bolle (Université de Louvain).

Économies d'énergie dans la protection de l'environnement, par MM. G. Ferraiolo et L. Rubino (Université de Gênes).

An energy guideline factor, par M. Luyten (Esso).

The practical application of the fundamental laws of thermodynamics to petrochemical plant design, par M. D. Cooper (Essochem).

La crise de l'énergie et l'industrie chimique, par M. J.-M. Kamp (Solvay & Cie).

Distillation columns with vapor recompression, par M. R. Danziger (Sulzer Brothers Ltd.).

Production simultanée de puissance calorifique et frigorifique, par M. L. Bolle (Université de Louvain).

Amélioration du bilan énergétique d'une entreprise par l'utilisation de turbines à vapeur, par M. Deprez (A.C.E.C.).

(Titre à préciser), par M. Moon (I.C.I.).

Renseignements et inscriptions : Société de Chimie Industrielle, 28 rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. 555.69.46.

# Sommaires de la revue **Analusis**

## Vol. 6, n° 5, mai 1978

*Actualités microanalytiques*, par R. Lévy.
Mise au point sur les travaux du Service Central de Microanalyse du C.N.R.S. Domaines couverts : microanalyse élémentaire, organique d'une part, organominérale et minérale d'autre part. L'ordre de grandeur des masses de prélèvements analytiques est de quelques dixièmes de milligrammes à quelques milligrammes.

*Dosage de Au, Ir, Os, Pd, Pt, Ru, dans les métaux de haute pureté par activation neutronique*, par A.-A. Samadi, M. Fedoroff.
Cette étude a pour but de compléter la connaissance des métaux de haute pureté en y dosant les éléments de la mine du platine. Le dosage est réalisé par activation dans les neutrons thermiques, séparation chimique et mesure de la radioactivité par spectrométrie gamma.

*Détection des faibles teneurs de $H_2S$, SCO, $SO_2$ et $CH_3SH$ par couplage de la chromatographie en phase gazeuse et de la spectrométrie de masse*, par L. Giry, M. Chaigneau, L.-P. Ricard.
L'étude a porté surtout sur l'adaptation de l'installation afin de réduire le plus possible les effets de mémoire ou d'adsorption et sur la réalisation d'une bouteille à dilution exponentielle en Teflon. Le gaz diluant est l'azote.

*Connaissance des phases stationnaires de la chromatographie gaz-liquide. II.- Les phtalates : étude par RMN $^{13}C$ et chromatographie,* par M.-F. Grenier-Loustalot, J. Bonastre, P. Grenier.
Des méthodes d'analyses structurales dans les deux techniques ont été mises au point afin de comparer les produits commerciaux aux produits de synthèse de qualité ultra-pure.

*Dosage de la Robénidine dans les aliments des animaux par polarographie à impulsions surimposées d'amplitude constante,* par P. Hocquellet, C. Lespagne.
L'activité polarographique que manifeste la Robénidine en milieu acide peut être utilisée pour doser avec précision cette substance coccidiostatique dérivée de la guanidine, introduite depuis peu dans l'alimentation animale.

*Détermination des capacités calorifiques par analyse calorimétrique différentielle à compensation de puissance (D.S.C.),* par P. Cléchet, C. Martelet, Nguyen Dinh Cau.
Les auteurs proposent un mode de traitement graphique original des thermogrammes obtenus par analyse calorimétrique différentielle à compensation de puissance en vue de la détermination des capacités calorifiques.

## Vol. 6, n°6, juin-juillet 1978

*Tendances actuelles en spectroscopie atomique,* par M. Pinta.
Mise au point décrivant successivement ce qui concerne les sources d'excitation, les sources d'atomisation, les sélecteurs de longueurs d'onde et les détecteurs pour terminer par l'ensemble spectrophotométrique.

*Détermination industrielle de micro-teneurs en oxygène dans les plombs et alliages de plomb,* par J.-M. Pujade-Renaud, G. Weber, L. Quaglia, A. Zausznica.
Les processus opératoires qui sont présentés sont le résultat d'une véritable collaboration internationale. L'optimisation des conditions de prélèvement et surtout de décapage de l'échantillon ont été les stades essentiels dans la mise au point de la méthode.

*Utilisation de l'électrode ionique argent-sulfure pour le dosage du soufre dans le chrome métal et le ferro-chrome suraffiné,* par H. Bozon, S. Bozon.
Ce dosage pour de faibles teneurs en soufre (< 200 ppm) a été réalisé par une mise en solution de l'alliage dans un mélange $H_3PO_4$-HCl, suivie du titrage argentimétrique indirect de $H_2S$ dégagé.

*Détermination des impuretés dans les métaux précieux (rhodium, palladium et platine), par activation neutronique sans séparation,* par S. May, D. Piccot, G. Pinte.
Les possibilités de la méthode ont été explorées en utilisant des appareillages de spectrométrie gamma ou X très performants. Les irradiations ont été réalisées dans les réacteurs EL 3 et Osiris du CEN Saclay.

*Calcul de la distribution des masses moléculaires des polymères par chromatographie d'exclusion (GPC) et mesure d'une grandeur moyenne,* par J.-P. Busnel, J.-P. Orvoen, C.-M. Bruneau.
Mise au point d'un programme de calcul (GPC 5) qui permet de combiner les résultats fournis pour un échantillon donné par la GPC et par une mesure d'une grandeur moyenne (viscosité intrinsèque, masses moléculaires moyennes en nombre et en poids). Discussion des résultats.

*Analyse de colloïdes de graines de légumineuses gomme de guar, farine de caroube,* par J. Artaud, M.-C. Iatrides, M. Derbesy, J. Estienne.
Parallèlement à l'étude de la composition glucidique, l'étude analytique porte sur des constituants mineurs plus significatifs tels que : acides gras et phytostérols.

*Dosage rapide de traces de Pb(II) et de Cr(III) en milieu nickélifère par polarographie à impulsions,* par G. Dian, J. Huguet, C. Caullet.
Le dosage du plomb est effectué après dilution de la solution mère et le dosage du chrome est réalisé en milieu ammoniacal après oxydation en milieu acide de Cr(III) en Cr(VI) par l'eau oxygénée. Étude de la réduction du temps de réponse.

*Dosage simultané de résidus de tétraméthylène thiurame disulfure (TMTD) et d'éthylène bis-dithiocarbamates (Zineb, Maneb) par polarographie,* par P. Nangniot, L. Zénon-Roland, M. Berlemont-Frennet.
Cette nouvelle méthode est basée sur l'adsorption des composés sur une électrode à goutte de mercure stationnaire.

# Demandes et offres diverses

Le service de chimie minérale du Laboratoire de chimie du solide (Laboratoire associé au CNRS) dispose d'une bourse de 2 ans de l'Institut de Recherches de la Sidérurgie pour l'étude de réfractaires magnésiens.
Le début de l'étude est fixé à l'automne 1978. Le taux de la bourse est de 2 400 F. Le travail peut être confié à un maître ès-sciences ou à un ingénieur-chimiste (ou ingénieur science des matériaux) qui pourrait présenter, à la fin de la première année, le D.E.A. de Physique et Chimie des Matériaux, et, éventuellement obtenir ensuite une allocation DGRST de 2 ans pour préparer une thèse de 3e cycle. S'adresser à C. Gleitzer, Université de Nancy I, C.O. 140, 54037 Nancy Cedex. Tél. : (28) 28.93.93.

*A vendre :*
50 kg de succinate d'éthyle pur, 50 F le kg. 5 kg d'acide pinonique, 1 500 F le kg. Échantillons sur demande. S'adresser à M. Ragault, I.U.T. Chimie, 72017 Le Mans Cedex.

Recherchons console électronique de spectrographe RMN Varian A 60 usagé. S'adresser à M. Berry, LCOP, Faculté des Sciences, 44072 Nantes. Tél. : (40) 74.50.70 (poste 261-262).

*A vendre :*
1. Spectromètre de RPE Varian Modèle 1967 avec accessoires (dont double cavité et système à température variable), convertible en spectromètre RMN large bande 4 - 16 MHz. En bon état de fonctionnement.
2. Spectromètre de RMN (1970) large bande Jeol JNM W 40 MHz. En bon état de fonctionnement.
3. Électro aimant Varian haute impédance, 12 pouces - 12 000 G entrefer 44 millimètres et son alimentation.
Pour tous renseignements complémentaires téléphoner à 941.80.00. Poste 57.54.

Pour un certain nombre de sujets techniques (adhésifs, matières plastiques, gaz comprimés, pollution atmosphérique, pollution de l'eau, traitement et élimination des déchets industriels, contrôle non destructif, cryogénie, etc...), le Cedocar (Centre de documentation de l'armement) recherche des experts pouvant collaborer, à temps très partiel et moyennant rémunération, à la rédaction de ses produits documentaires. Les candidats devront avoir une bonne connaissance de l'anglais technique, au moins dans leur spécialité, et se tenir au courant de l'évolution de leur domaine par la lecture régulière des principales revues techniques de langue française et anglaise.
Les personnes intéressées peuvent s'adresser directement au Cedocar : M. Justin, tél. : 533.74.90, poste 6.63.68.

Laboratoire pharmaceutique, banlieue Sud de Paris, recherche ingénieur chimiste pour assumer responsabilités au sein d'une équipe de recherche en synthèse organique ; 5 ans d'expérience environ dans poste similaire. Envoyez C.V. et photo. Boîte postale n° 4, 91380 Chilly Mazarin.

J.H., 27 ans, dég. obl. mil., D.U.T. option chimie (I.U.T. Lyon - 1972), ing. chimiste E.S.C.I. Lyon (1975), docteur-ingénieur (chimie organique, juillet 1978), recherche poste de recherche, recherche et développement ou fabrication. Écrire à M. Guillemot, 26 rue Crudimanche, 91400 Les Ulis.

Maître-Assistant chimie à l'UER Sciences de Reims cherche un chargé de recherches pour permutation de poste. A. Feigenbaum, Laboratoire de photochimie, UER Sciences de Reims, 51062 Reims Cedex.

Université de Paris VI.
Maître-Assistant cherche permutant CNRS, niveau minimum chargé de recherche pour assurer un enseignement de chimie, pour l'année universitaire 1979-80. De plus, le permutant aura la possibilité éventuelle de faire de la recherche. Pour tous renseignements : M. Daniel Sparfel, Laboratoire de recherches organiques de l'ESPCI, 10 rue Vauquelin, 75231 Paris Cedex 05. Tél. 707.88.36.

J.F., diplôme universitaire de technologie, section chimie, bonne connaissance d'anglais, recherche poste région parisienne. Écrire Soc. Chim. n° 254.

J.F., célibataire, 28 ans, maîtrise biochimie, termine thèse 3e cycle (étude structurale par rayons X) 8 ans expérience, en chimie et bactériologie alimentaire, recherche poste (si possible biochimiste cristallographe). Écrire Soc. Chim. n° 255.

## Table des annonceurs


BRUKER ..... Couv. II
A.P.V. ..... 4
TEKTRONIX ..... 15
ROUSSEL-UCLAF ..... 16
L.T.T. ..... 23
INSTRULAB ..... 23
VARIAN ..... 24
J.C.R. ..... 34
C.E.A. ..... 35
JEOL ..... 36
BORDAS (DUNOD) ..... 43
IRCHA ..... 43
HERMANN ..... 43
ORIEL ..... 44
FLAMMARION ..... 44
EUROTRADUCTION ..... 49
SPRINGER-VERLAG ..... 55
LEXIQUE DES PRODUITS CHIMIQUES ..... 58
MACHEVO ..... 82
TECHMATION ..... 82
MASSON ..... 84
FILTRA 78 ..... Couv. III
A.R.L. ..... Couv. IV

Directeur de la publication : Fernand Gallais, Président de la S.C.F.
Imprimerie Durand, 28600 Luisant, France (1978). Tél. : (37) 21-14-87.
Commission Paritaire : 53953.
Dépôt légal 1976 : 2599.

# Société de Chimie Industrielle

## Journée sur le " Contrôle automatique industriel, facteur de qualité "

**21 septembre 1978**

**Lyon - Villeurbanne**

**Bulletin d'inscription**
*(à retourner à la Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris)*

Nom : .....

Prénoms : .....

Fonctions : .....

Société : .....

Adresse : .....

.....

Numéro de téléphone : .....

désire m'inscrire à la *Journée sur le «Contrôle automatique industriel, facteur de qualité».*

et verse 35 F pour le repas (facultatif).

Ci-joint un chèque bancaire de ..... francs français, libellé à l'ordre de la Société de Chimie Industrielle.

Date

Signature

# FILTRA 78

## CONGRES/EXPOSITION DES TECHNIQUES SEPARATIVES DANS LES PROCEDES INDUSTRIELS

## 24 AU 26 OCTOBRE 1978 - PARIS

**CENTRE DES CONGRES DU P.L.M. ST-JACQUES**
**17, Boulevard Saint-Jacques 75014 Paris**

## 2èmes JOURNEES EUROPEENNES DES TECHNIQUES SEPARATIVES

**organisées par la SOCIETE FRANÇAISE DE FILTRATION**
**sous l'égide du Groupe Filtration de la Fédération Européenne de Génie Chimique,**
**de l'Association Nationale pour la Recherche Technique**
**avec le concours du CITAIR, du CETIAT, du CITEPA et de l'APRIA.**

Je suis intéressé par le prochain Congrès/Exposition FILTRA 78. Veuillez me faire parvenir le Programme des Journées Européennes et ____ bulletins(s) d'inscription à ces journées.

Nom _____ Fonction _____

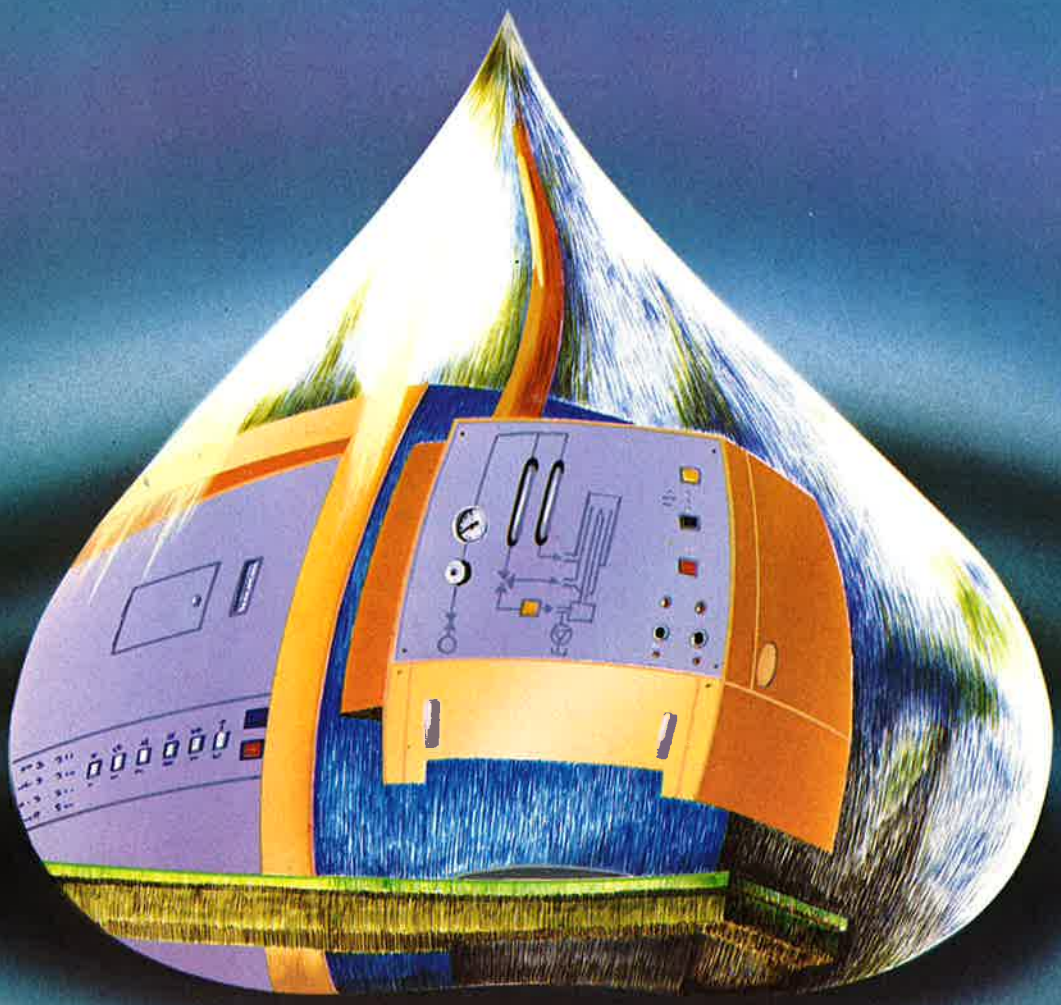
Société _____

Adresse _____

_____ Téléphone _____

A adresser à : Monsieur Didier ROGER - Société Française de Filtration :
21, avenue de la Division Leclerc - 94230 CACHAN - Tél. 665.18.34

# un défi à l'absorption atomique



## analyse moderne des liquides par plasma à couplage inductif

ARL

a division of BAUSCH & LOMB

CONSULTEZ NOUS --

ARL SUISSE: En Vallaire, CH-1024 Ecublens - ARL USA: 9545 Wentworth St., Sunland, California 91040
ARL GB: Wingate Road, Luton, Bedfordshire - ARL FRANCE: FICA, F-78320 Le Mesnil Saint-Denis
ARL BRD: Königstrasse 5, D-4000 Düsseldorf - ARL AUSTRIA: Rudolfinergasse 2, A-1190 Wien
ARL SVERIGE: Rasundävagen 101, S-17103 Solna - ARL AUSTRALIA: P.O.Box 426, Brookvale 2100
ARL RSA: P.O.Box 557, Kempton Park - ARL CANADA: 3688 Nashua Drive, Mississauga, Ontario L4T 1M5