

l'actualité chimique

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

Juin-Juillet 1980

Quelles disciplines scientifiques n'évoluent pas ?
Aucune, et la chimie n'échappe pas à la règle.

Chercheurs scientifiques et spécialistes de la documentation en chimie, cette information sélective vous la trouverez, chaque mois, dans les trois éditions du

JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH

- Les synopses pour le signalement.
- Les micro-impressions et microfiches pour la publication, *in extenso*, des mémoires.

SYNOPSES 1979 Issue 12 (December)

Pour la France et les Pays francophones conditions d'abonnement sur demande auprès de la

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE
250, rue Saint Jacques
75005 PARIS (Tél. 354.20.78)

RAPPORT

SUR LES COMPTES DE L'EXERCICE 1979
DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

présenté par la Commission des Finances composée de

**MM. F. GALLAIS, Président, L. VELLUZ, Ch. PRÉVOST, P. LAFFITTE,
J. BENARD, R. PAUL, H. NORMANT, A. MICHEL, A. HOREAU,
R. GUILLAUMONT, Secrétaire Général et A.L. BOULLÉ, Rapporteur.**

Les comptes que nous présentons correspondent aux opérations effectuées au cours de l'année 1979 ; ils permettent d'établir une situation en fin d'exercice dans laquelle apparaissent au 31 décembre 1979 :

- d'une part, les dettes de la Société,
- d'autre part, les sommes qui lui sont dues à cette date.

L'équilibre financier de la Société sensiblement réalisé en 1976 n'a pu être maintenu depuis lors ; le solde débiteur qui était de F 23 426,81 en 1977 s'est élevé à F 143 578,49 en 1978 pour atteindre F 233 186,79 au 31 décembre 1979.

Une telle situation résulte :

– d'une part, de l'augmentation notable des dépenses (environ 4 %) qui est importante pour deux postes :

– les traitements et honoraires (+ 10,7 %). Un fait nouveau est intervenu en 1979 : les honoraires sont désormais soumis à la taxe à la valeur ajoutée,

– l'impression et la diffusion des périodiques (+ 7 %) bien que des décisions énergiques aient été prises en vue de résorber le déficit élevé qui persistait depuis plusieurs années, relatif à *L'actualité chimique*,

– d'autre part et contrairement à ce que l'on pouvait espérer, du moins pour certains postes, les recettes n'ont subi qu'une très faible progression par rapport à 1978 (+ 0,3 %). On remarquera :

– tout d'abord que la lente diminution du nombre de Membres qui a débuté en 1975 s'est poursuivie en 1979 d'où une perte de 3 % sur le chapitre « cotisations »,

– le relèvement de 50 % du prix des abonnements à *L'actualité chimique* ne se traduit que par une recette supérieure de 10 % à celle enregistrée en 1978 ; une chute de 32 % des souscriptions à ce périodique a été constatée, imputable en partie à l'obligation faite à la Société de percevoir séparément la cotisation de Membre et le montant de l'abonnement,

– le nombre des abonnements au Bulletin souscrits par les Membres de la Société à décliné notablement (bien que le tarif n'ait pas été modifié) entraînant une perte de recette de 15,6 %,

– la redevance que verse à la Société l'éditeur du Journal of Chemical Research (pour les mémoires publiés en langue française) a subi une diminution qui atteint presque 43 % et qui ne peut être expliquée uniquement par la transmission à l'éditeur d'un nombre moins élevé de mémoires qu'en 1978.

Si en 1979 des ressources nouvelles apportées par la publication de la revue « Analisis » et par l'exploitation du domaine de Laugerie Basse dont la Société est propriétaire aux Eyzies (Dordogne) sont prises en compte, il apparaît aussi au titre des dépenses une rubrique nouvelle représentant la participation de la Société au fonctionnement de la Fédération Française de Chimie créée en 1978. Pour chacun de ces trois postes il ne s'agit d'ailleurs que de sommes relativement faibles.

Le détail des recettes et des dépenses est donné en respectant la classification habituelle :

- pour les recettes : cotisations, abonnements, périodiques, recettes diverses,
- pour les dépenses : frais généraux, activités générales, périodiques.

Recettes

Elles s'élèvent à la somme de F 2 294 916,52 contre F 2 287 363,44 en 1978, soit une augmentation de seulement 0,3 % ainsi qu'il a été annoncé. Elles comprennent :

1° les cotisations. Leur montant est passé de F 280 622,60 en 1978 à F 271 768,00 en 1979, le nombre de Membres de la Société ayant baissé dans le même temps de 4138 à 3952 ; on rappelle qu'en 1974, la Société comptait plus de 5000 Membres,

2° les abonnements constituent l'essentiel des ressources de la Société, environ 70 %; or la recette correspondante a diminué de F 1 607 046,08 en 1978 à F 1 592 412,04 en 1979. L'examen des chiffres pour chacun des périodiques conduit aux remarques suivantes :

– les abonnements à *L'actualité chimique* n'ont pas procuré l'augmentation escomptée de ressources après la décision de porter la souscription de F 100 à F 150 pour les Membres de la Société car 1227 d'entre eux n'ont pas renouvelé leur abonnement; en conséquence la recette en 1979 a été seulement de F 539 875,00 contre F 494 268,00 en 1978,

– les abonnements du *Bulletin* dont le tarif est resté inchangé en 1979 ont donné une recette de F 964 787,04 contre F 1 030 808,08 en 1978; cette diminution résulte partiellement du fait que la Société comptait 186 Membres de moins en 1979 mais au total ce sont 276 abonnements qui n'ont pas été renouvelés,

– les abonnements au *Journal of Chemical Research* laissent, après paiement des sommes dues à l'éditeur (soit F 73 407,00), un solde créditeur de F 14 343,00, très voisin de celui enregistré en 1978,

3° les recettes sur les périodiques atteignent F 365 981,22, en faible augmentation par rapport à 1978 (F 359 750,91); elles proviennent de :

– la publicité qui intervient pour F 282 692,50 en progression sensible sur le chiffre de 1978 (F 215 203,50). Néanmoins ce poste devrait procurer des ressources plus substantielles si on ne se heurtait pas à une concurrence très dure avec d'autres revues,

– la participation des auteurs aux frais d'impression du *Bulletin*; elle se monte à F 12 597,00 contre F 10 600,00 en 1978, le nombre de mémoires ayant légèrement augmenté,

– la redevance sur les mémoires parus dans le *Journal of Chemical Research* soit F 40 000,00; une perte de recette de F 30 000,00 est enregistrée, le nombre de mémoires transmis n'ayant été que de 57 alors qu'il était de 104 en 1978,

– la vente des tirés à part a donné F 13 392,40. Ce poste n'apparaissait pas en 1978,

– la redevance sur l'exploitation de la revue «Analisis» a été perçue pour la première fois en 1979 ainsi qu'il a été dit au début de ce rapport; elle figure pour F 17 299,32,

4° les recettes diverses atteignent F 64 755,26 contre F 39 943,85 en 1978. La reprise de l'exploitation du domaine que la Société possède aux Eyzies a permis l'encaissement d'une somme de F 15 630,00.

Dépenses

Leur total se monte à F 2 528 103,31; l'augmentation, par rapport aux dépenses de 1978, a été limitée à environ 4 % grâce aux dispositions prises. Elles sont réparties en trois chapitres :

1° les frais généraux F 1 134 740,38 contre F 1 049 879,52 en 1978, soit plus 8 %. Cette différence est imputable principalement aux postes traitements et honoraires et frais de représentation et de réception; le détail en est le suivant :

– les traitements et honoraires (charges sociales comprises). Leur montant F 810 738,81 est supérieur de 10 % à celui de 1978 (F 732 221,76); indépendamment du relèvement général des salaires et des charges sociales, pour la première fois les honoraires sont soumis à la taxe à la valeur ajoutée (17,60 %),

– les frais de représentation et de réception progressent de presque 80 % et s'élèvent à F 63 849,15 contre F 35 597,77 en 1978,

– les frais donnant lieu à remboursement ont peu varié F 12 600,00 contre F 16 600,00 en 1978,

– l'ensemble des frais de bureau, d'impressions diverses, de propagande, de documentation, de matériel et mobilier intervient pour une somme de F 120 681,46 en diminution par rapport à 1978 (F 131 793,35),

– la rubrique «promotion 1979» est nouvelle et correspond à une dépense de F 8 094,72,

– l'amortissement de l'immeuble est maintenu à F 60 000,00,

– les charges de l'immeuble sont pratiquement les mêmes qu'en 1978 (F 45 634,27),

– les frais divers sont moins élevés F 11 343,55 contre F 25 899,06 en 1978,

2° les activités générales ont fait l'objet d'économies portant principalement et par ordre de grandeur :

– sur les frais relatifs à l'Assemblée Générale F 47 567,97 contre F 86 282,92 en 1978,

– sur la participation au fonctionnement de la Fédération Européenne de Chimie F 9 175,00 contre F 14 059,10 en 1978,

– sur les budgets des Divisions qui ont été réduits de F 131 922,24 en 1978 à F 120 000,00 en 1979.

Au total pour ce chapitre «Activités Générales» les dépenses ont diminué de F 306 259,49 en 1978 à F 245 695,40 en 1979, soit d'environ 25 %,

3° les périodiques. Les dépenses relatives aux trois revues ont subi un accroissement de 7 % passant de F 1 074 802,92 en 1978 à F 1 147 667,53 en 1979 ; cette augmentation conduit aux commentaires suivants :

- pour *L'actualité chimique* les dépenses ont pu être réduites de F 536 197,27 en 1978 à F 487 756,89 en 1979, soit de 10 %, compte tenu de la redevance versée à la Société de Chimie Industrielle,
- pour le *Bulletin*, par contre, elles ont augmenté : F 586 503,64 en 1979 contre F 471 198,95 en 1978, soit plus 24,4 %,
- pour le *Journal of Chemical Research* la variation est faible.

Situation au 31 décembre 1979

La situation en fin d'exercice fait apparaître :

1° à l'actif

- a) une trésorerie de F 391 419,80,
- b) le montant de la taxe à la construction,
- c) un cautionnement pour le téléphone,
- d) une valeur du stock papier pour *L'actualité chimique*,
- e) des recettes 1979 à recevoir en 1980 pour un montant de F 416 884,26 composé notamment de :
 - solde dû par l'éditeur Masson sur les abonnements au *Bulletin* de 1979, soit F 113 111,36,
 - publicité parue dans nos publications, soit F 128 649,39,
 - abonnements de la Société de Chimie Industrielle, soit F 67 217,50,
 - redevance de l'éditeur du *Journal of Chemical Research*, soit F 40 000,00,
- f) des charges 1980 réglées en 1979 (frais d'appel de cotisation 1980, frais engagés pour l'organisation des diverses manifestations de la Société en 1980),
- g) des virements de fonds en attente,
- h) la perte sur l'exercice 1979, soit F 233 186,79.

2° au passif

- a) un solde positif du compte de pertes et profits sur les exercices antérieurs de F 134 391,09, figurant sur la situation au 31 décembre 1978 pour F 277 264,79 ; la diminution importante de ce poste résulte notamment de la perte sur l'exercice 1978,
- b) un prélèvement de F 250 000,00 sur le compte de provisions de la Société,
- c) les cotisations et abonnements 1980 réglés par avance en 1979 pour un montant de F 411 975,00,
- d) des charges de 1979 à régler en 1980 pour un montant de F 295 409,28 composé principalement de :
 - charges sociales du dernier trimestre 1979, soit F 42 329,00,
 - solde des factures d'impression du *Bulletin*, soit 171 800,44,
 - T.V.A. à régler sur publicité et tirés à part, soit F 21 524,15.

En résumé, les comptes de l'exercice 1979 mettent en évidence un déséquilibre important, le solde débiteur s'élevant à F 233 186,79. Or, l'an dernier la situation financière de la Société était déjà jugée préoccupante avec pour l'exercice 1978 un déficit de F 143 578,49 ; un accroissement notable des recettes en 1979 était considéré peu probable, ce qui a été constaté.

La compression des dépenses, sans sous-estimer l'efficacité des mesures prises en 1979, ne peut porter que sur certains postes et de toutes manières est limitée. Les dépenses de beaucoup les plus importantes (traitements et honoraires des personnels, composition et tirage des périodiques) progresseront toujours et constitueront une cause permanente de déficit.

Un relèvement substantiel des recettes est donc impératif. La recherche de subventions, en général temporaires, étant aléatoire, l'effort devrait être poursuivi en vue :

- d'une part, non seulement d'enrayer la diminution constante du nombre de Membres mais de provoquer des adhésions massives, les nouveaux Membres ne se contentant pas d'acquiescer leur cotisation mais souscrivant des abonnements à nos périodiques,

- d'autre part, de réagir contre la désaffection injustifiée des chercheurs pour le *Bulletin* et le *Journal of Chemical Research* lorsqu'ils envisagent la publication de leurs travaux.

Pour assurer le fonctionnement normal de la Société en 1978 et 1979, d'importants prélèvements de fonds sur les provisions constituées dans le passé ont dû être effectués ; de telles mesures ne peuvent être qu'exceptionnelles ; elles correspondent à des opérations dont les limites seront rapidement atteintes.

Le présent rapport n'a pu être établi que grâce à l'aide précieuse que nous a apportée M. Pierre POIRIER, Trésorier de la Société Chimique de France ; nous le prions d'accepter nos très vifs remerciements.

COMPTE DE RÉSULTATS 1979

RECETTES

Cotisations des Membres	271 768,00F
Abonnements	
– A L'actualité chimique	
- des Membres S.C.F.	416 740,00F
- des Membres S.C.I.	68 280,00–
- des Membres S.C.Ph.	150,00–
- des non membres	54 705,00–
– Au Bulletin de la S.C.F.	
- des Membres	155 995,00–
- des non membres	808 792,04–
– Au Journal of Chemical Research	87 750,00–
	1 592 412,04–
Recettes sur les périodiques	
– Publicité	
- dans L'actualité chimique	234 324,00–
- dans le Bulletin	48 368,50–
– Participation des auteurs aux frais d'impression du Bulletin	12 597,00–
– Tirés à part	
- de L'actualité chimique	940,80–
- du Bulletin de la S.C.F.	12 451,60–
– Redevance sur les mémoires parus dans le J.C.R.	40 000,00–
– Redevance sur l'exploitation Analisis 1979.	17 299,32–
	365 981,22–
Recettes diverses	
– Subventions	2 500,00–
– Domiciliés (remboursement de charges)	34 805,00–
– Intérêts bancaires	1 425,00–
– Règles de nomenclature (vente de fascicules)	10 395,26–
– Redevance sur exploitation 1979 « Les Eyzies »	15 630,00–
	64 755,26–
TOTAL DES RECETTES	2 294 916,52–
SOLDE DÉBITEUR	233 186,79–
	2 528 103,31–

DÉPENSES

Frais généraux	
– Traitements, honoraires	810 738,81F
– Remboursements de frais	12 600,00–
– Représentation et réceptions	63 849,15–
– Charges de l'immeuble	45 634,27–
– Amortissement de l'immeuble	60 000,00–
– Frais de bureau	73 924,35–
– Impressions diverses	33 707,80–
– Publicité, propagande	6 835,48–
– Abonnements, documentation	6 213,83–
– Frais bancaires	1 798,42–
– Promotion 1979	8 094,72–
– Divers	11 343,55–
	1 134 740,38–
Activités générales	
– Divisions	120 000,00–
– Sections Régionales	24 285,00–
– Assemblée Générale	47 567,97–
– Prix S.C.F.	20 000,00–
– Chimie dans la ville	637,67–
– Horizon 80	4 833,66–
– Fédération Française de Chimie	19 196,10–
– Fédération Européenne	9 175,00–
	245 695,40–
Périodiques	
– L'actualité chimique	
- composition, tirage, expédition	369 009,36–
- affranchissements	25 211,50–
- papier	85 270,00–
- redevance à S.C.I. sur exploitation 1979	8 266,03–
– Bulletin de la S.C.F.	
- composition, tirage, expédition	506 940,57–
- affranchissements	25 990,02–
- papier	44 758,00–
- tirés à part	8 815,05–
– Journal of Chemical Research	
- abonnements reversés à la Chemical Society	73 407,00–
	1 147 667,53–
TOTAL DES DÉPENSES	2 528 103,31–

SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1979

Trésorerie au 31.12.1979	
– Banque	368 069,21–
– Chèques postaux	20 000,00–
– Caisse	3 350,59–
	391 419,80–
Prêts à la construction	6 044,00–
Dépôts et cautionnements	275,00–
Stock papier «actualité chimique»	23 266,14–
Recettes 1979 à recevoir	416 884,26–
Charges 1980 payées d'avance	13 965,56–
Virements de fonds	7 664,11–
Perte exercice 1979.	233 186,79–
	1 092 705,66–

Pertes et profits sur exercices antérieurs	134 391,09–
Prélèvements sur provisions	250 000,00–
Cotisations et abonnements 1980.	411 975,00–
Charges 1979 à payer	295 409,28–
Compte d'attente à régulariser	930,29–
	1 092 705,66–

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
Société Rhône-Poulenc (Vitry-sur-Seine)
Louis Bobichon
Société Rhône-Poulenc (Paris)
Alain Derome
Union des Industries Chimiques (Paris)
Henri Dupin
C.N.A.M. (Paris)
Francis Fauvarque
P.C.U.K. (Paris)
José Fripiat
C.N.R.S. (Orléans-la-Source)
Roland Gauguin
Société Rhône-Poulenc (Paris)
Jean-Paul Guetté
C.N.A.M. (Paris)
André Képès
Philippe Pichat
CdF Chimie (Paris)
François Pierrot
Société Rhône-Poulenc (Lyon)
Pierre Potier
C.N.R.S. - I.C.S.N. (Gif-sur-Yvette)
Alexandre Revcolevschi
Université Paris-Sud (Orsay)
Georges Soussan
Université Paris-Sud (Orsay)
Jean Ville
Société Nationale Elf-Aquitaine (Paris)
Roger Viovy
E.N.S. (Saint-Cloud)

Rédacteurs en chef

Lucien Ducret (S.C.F.)
Thérèse Chaudron (S.C.I.)

Rédaction

Secrétaire : Mme de Stœcklin
250, rue Saint-Jacques
75005 Paris
Tél. : 354.20.78 et 325.20.78

Publicité

Chef de publicité : G. Perreau
250, rue Saint-Jacques
75005 Paris
Tél. : 354.20.78 et 325.20.78

Abonnements 1979

(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 150 F à cette revue.
Non-membres
France, Europe, 250 F
Afrique du Nord : 250 F
Autres pays (envoi par avion) : 320 F
Chèques au nom de la S.C.F.
C.C.P. Paris 280-28 W

Changement d'adresse

Joindre la somme de 10 F.

Prix du numéro 30 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**



Chercheurs, ne cherchez plus.



Prolabo, premier fabricant français de réactifs et d'appareils de laboratoire vient de réaliser un nouveau spectrophotomètre : "JEAN et CONSTANT NR3". Doté d'un principe de mesure original (compensation optique par double faisceau et coin photométrique) ce spectrophotomètre est d'une précision et d'une fidélité remarquables.

Ses possibilités sont multiples (cuve de 2 à 100 mm de parcours optique, dispositif de remplissage et de vidange automatique, support à agitateur magnétique pour spectrotitrimétrie). D'une fiabilité et d'une robustesse à toute épreuve, monochromateur, optique, filtres automatiques sur châssis parfaitement rigide, faisceau optique modulé par secteur tournant, amplificateur à circuits intégrés, le "JEAN et CONSTANT NR 3" est également équipé d'un système de lecture numérique. (En absorbance 0 A 1,999 par 0,001 unité D.O. en expansion 0,00 A 1,999). Son large domaine de longueur d'onde (320-870 nm avec une bande passante constante de 4 nm) en fait l'appareil de base du laboratoire d'analyses.

Cet article et 15.000 autres sont présents dans un nouveau catalogue de plus de 300 pages, ouvrage essentiel que doit posséder chaque laboratoire.

PROLABO
Participe à vos recherches



Présent à l'Exposition du
XIII^e Symposium Internat
de Chromatographie

7	Faisons le point	<i>La synthèse de molécules hélicoïdales primaires</i> par Philip Magnus
13	Méthodes et techniques	<i>Techniques d'hydrométallurgie appliquées à la récupération des métaux dans les effluents</i> par François Aulas, Michel Rumeau et Bernard Tyburce
21	Enseignement	<i>Les idées de Piaget et l'enseignement universitaire de la chimie</i> par Maurice Padeloup
29	Le 13^e symposium international de chromatographie à Cannes	
29		<i>Cannes et la chromatographie de demain</i> par Robert Rosset
34		<i>Quelle évolution pour la CLHP dans l'industrie chimique ?</i> par Mme M. Courtier et M. J.-P. Thomas
39		<i>Séparation des protéines par chromatographie préparative</i> par B. Mirabel
51		<i>La chromatographie ionique : une nouvelle technique pour l'analyse des ions</i> par W.E. Rich et R.A. Wetzel
57		<i>La chromatographie gazeuse préparative industrielle, une réalité</i> par G. Chapelet-Letourneux, M.P. Pointet, B. Roz et G. Guiochon
63		<i>Purification à l'échelle industrielle du virus grippal : comparaison de l'ultracentrifugation de zone et de la chromatographie d'exclusion sur billes de silice</i> par C. Dufout, A. Peyrouset, P. Adamowicz et A. Poinsard
69	Appareils et produits	
72	Communiqués	
77	Informations scientifiques et techniques	Les expériences sur le Tokamak : le chauffage haute fréquence du plasma Premier bilan de l'aide à l'innovation
87	La page du C.N.R.S.	
89	Fédération Française de Chimie	
89	G.A.M.S.	2 ^e Congrès de chimie analytique, Paris, 8-12 décembre 1980 Conférence européenne, 22-26 septembre 1980, à Palaiseau Assemblée générale extraordinaire, du 29 avril 1980 Assemblée générale annuelle, 10-12 septembre 1980, à Bordeaux : Programme général; Programme scientifique; Communiqués : Division Chimie analytique : Journées d'étude sur la déconvolution des signaux en spectroscopie et calorimétrie Sections régionales Nouveaux Membres Composition du Conseil d'Administration Assemblée générale de la S.C.I., du 23 avril 1980 Extrait du compte rendu de l'Assemblée générale Après le Congrès de Nice : « Le génie de la réaction chimique, une discipline arrivée à maturité qui étend le champ de ses applications », par J. Villermaux Colloque sur l'agitation mécanique, 25-26 septembre 1980, à Toulouse In memoriam : Auguste Guyer et Robert Gibrat Communiqués : EFB Newsletter; Livres reçus Fédération Européenne de la Corrosion : 8 ^e Congrès international sur la corrosion métallique, Mayence Médaille Cavallero Sommaire de la revue <i>Analisis</i>
90	Société de Chimie Physique	
91	Société Chimique de France	
101	Société de Chimie Industrielle	
107	Demandes et offres diverses	
108	Table des annonceurs	

Varian en CPL

Choisissez le meilleur ensemble: le nouveau chromatographe en phase liquide modulaire Varian LC 5060



Le système est basé sur une alimentation en phase mobile extrêmement fiable, commandé par microcalculateur et permettant de réaliser des mélanges ternaires de solvants. Vous ajoutez à cette unité uniquement les composants nécessaires pour bâtir le système de CPL convenant exactement à vos applications.

Nouveau système de phase mobile à gradient ternaire

Le cœur du Varian 5060 est son système mono-pompe qui permet de réaliser des gradients à partir de trois solvants. Le nouveau logiciel du 5060 utilise la pompe aux performances éprouvées des chromatographes 5000 pour fournir un débit continu d'un solvant ou d'une combinaison quelconque de deux ou trois solvants pour les analyses isocratiques ou à gradient de solvant. La commande par microprocesseur permet d'obtenir des compositions de phase mobile précises et reproductibles même dans des mélanges ne comprenant que 1% de l'un des composants.

Choisissez chaque élément

Un système d'injection manuel ou entièrement automatique répondant exactement à vos besoins – Un détecteur approprié: UV, fluorescence, indice de réfraction ou longueur d'onde variable – Un système de données qui vous donnera la présentation voulue du rapport. Une fois la configuration définie, nous assemblons les modules et nous contrôlons le fonctionnement de l'ensemble du système ainsi réalisé. Nous vérifions en usine la qualité des performances que vous obtiendrez de votre Varian 5060 quand il arrivera dans votre laboratoire.

Le dernier né d'une série réussie

Le 5060 est le dernier né de la série couronnée de succès des chromatographes en phase liquide Varian 5000, choisis par un nombre toujours croissant de chimistes.

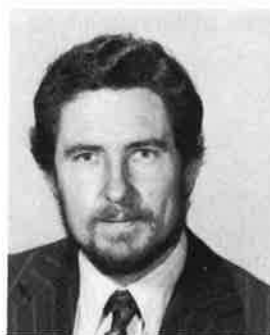
Pour plus de renseignements sur ce chromatographe à la pointe du progrès, écrivez ou téléphonez à votre représentant Varian.



La synthèse de molécules hélicoïdales primaires *

par Philip Magnus

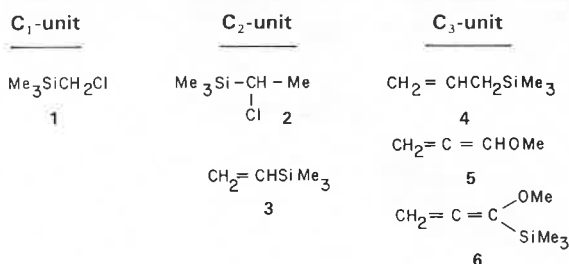
(Evans Chemistry Laboratory, Ohio State University, 140 West 18th Avenue Columbus, Ohio 43210.)



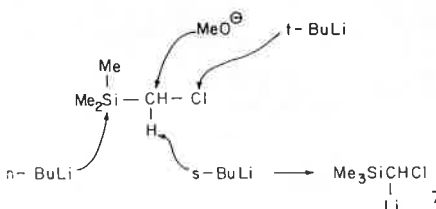
Le développement de nouvelles méthodes de synthèse organique est l'un des domaines de la chimie organique qui a connu une renaissance particulière ces quinze dernières années. Bien que le développement de nouvelles méthodes soit un travail tout à fait digne de considération, il ne constitue pas une fin en soi. Les méthodes doivent être utilisées et testées dans le but de résoudre des problèmes réels de synthèse et, peut-être exceptionnellement, une méthode particulière pourra-t-elle conduire à un progrès conceptuel en synthèse organique.

Ces deux dernières années, nous nous sommes engagés dans un programme de recherche ayant comme base, l'utilisation de réactifs organosiliciés simples pour la synthèse. En particulier, nous nous sommes intéressés à leur utilisation pour la fabrication de la liaison la plus importante en synthèse organique, la liaison carbone-carbone.

Les réactifs 1 à 6 ci-dessous sont commerciaux à l'exception de 5 et 6. Dans cet article nous décrivons la chimie réactionnelle de ces composés et, en particulier, comment elle nous a permis la première synthèse d'une molécule hélicoïdale primaire. J'ai classé les réactifs 1 à 5 comme unités C₁, C₂ ou C₃, simplement pour indiquer que c'est le nombre d'atomes de carbone qu'ils introduisent dans un substrat donné.



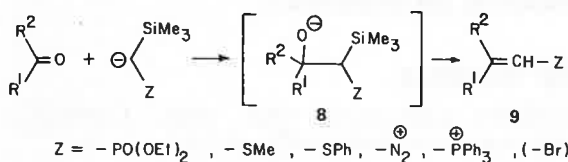
Le chlorométhyltriméthylsilane 1 a été exploité, pour la première fois, en synthèse par Sommer, puis utilisé par Peterson dans la version siliciée de la réaction de Wittig. Notre intention était d'essayer de déprotoner 1 pour former l'espèce lithiée 7. La seule base capable de faire cette transformation sélective a été le *sec*-butyllithium (1M dans le cyclohexane) dans le tétrahydrofurane. D'autres bases, *n*-BuLi, *t*-BuLi, MeO⁻, et des bases amidés furent essayées sans succès.



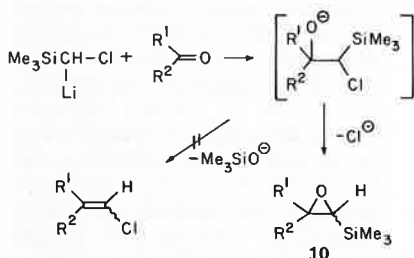
A partir des données de la littérature, on pouvait prévoir que l' α -lithio- α -chlorométhyltriméthylsilane 7 réagirait comme un nucléo-

* Conférence présentée aux Journées de chimie organique 1979, à Palaiseau.

phile avec les cétones pour donner le produit d'addition **8**, lequel conformément aux dogmes actuellement admis, subirait la *syn*-élimination du triméthylsilyloxyde pour donner un dérivé vinylique **9**. Si tel était le cas nous aurions dû pouvoir obtenir une réaction de Peterson hétérosubstituée donnant **9** avec $Z = \text{Cl}$.

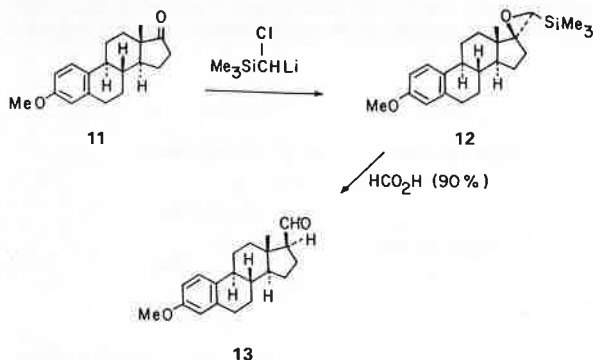


Bien que cette voie ne soit pas dénuée d'intérêt, une autre, bien préférable, est que le produit d'addition **8** perde l'ion chlorure pour donner l' α,β -époxyasilane **10**.

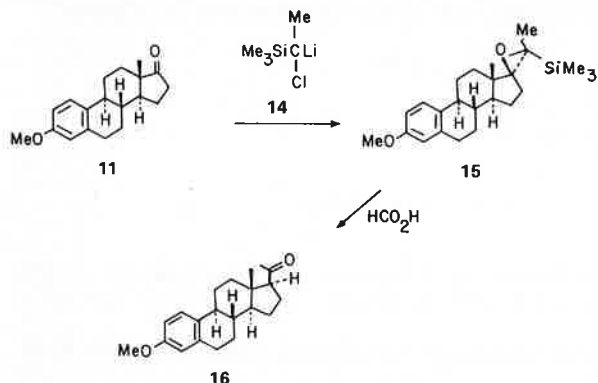


Par expérience, nous avons observé que **7** réagit avec un grand nombre de cétones et d'aldéhydes variées pour donner les α,β -époxyasilanes **10** et non les vinylochlores **9** avec $Z = \text{Cl}$. Plutôt que de décrire un grand nombre d'exemples de cette réaction, nous avons préféré n'en présenter qu'un seul.

La méthoxyœstrone **11**, traitée avec l' α -lithio- α chlorométhyltriméthylsilane **7** dans le tétrahydrofurane à -30°C , donne le produit d'addition **12**. Le traitement de ce produit par l'acide formique à 90 % donne, par réaction douce, l'aldéhyde cristallisé **13**.



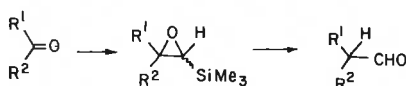
On peut étendre ce type de chimie à l'unité C_2 , **2**. La déprotonation de **2** par le *sec*-butyllithium, en suivant le même protocole que pour **7**, a donné **14**, qui, fixé par la méthoxyœstrone, a donné **15**. Le traitement de **15** par l'acide formique à 90 %, à température



ambiante, a donné le dérivé **16** possédant la chaîne latérale de la progestérone.

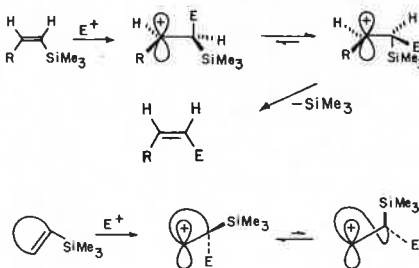
Les réactifs **1** et **2** fournissent un accès direct aux α,β -époxyasilanes qui ne pouvaient être obtenus auparavant que par l'époxydation des vinylsilanes : un processus qui n'implique pas la formation d'une nouvelle liaison carbone-carbone.

L'ensemble du procédé, qui transforme un composé carbonyle en α,β -époxyasilane, puis par hydrolyse, en l'homologue aldéhyde ou méthylcétone, s'appelle acylation nucléophile réductrice. Le groupe carbonyle électrophile d'origine est réduit dans le produit final.

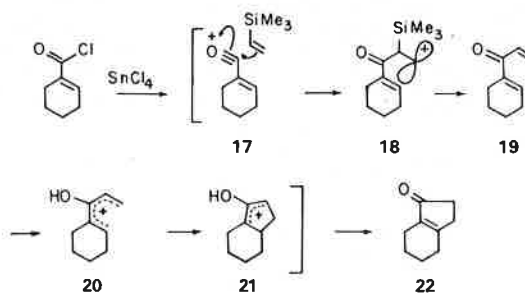


Acylation nucléophile réductrice

Le vinyltriméthylsilane **3** que l'on trouve dans le commerce, est une unité C_2 , équivalente en fait à l'éthylène dans lequel l'énergie de l'état de transition dans l'addition électrophile a été abaissée par effet $-\beta$ du groupe triméthylsilyle. La stabilisation du caractère cationique en β du silicium a lieu sous certaines contraintes géométriques : la liaison $\text{Si}-\text{C}$ doit être dans le même plan que l'orbitale $2p_z$ vacante. Ainsi, quand un électrophile s'approche de la liaison π d'un vinylsilane dans une situation acyclique, la simple liaison qui se forme amène, par rotation, le groupe triméthylsilyle dans le même plan que l'orbitale $2p_z$ vacante. Le résultat est une rétention de configuration de géométrie dans le produit. De même, quand un électrophile s'approche de la liaison π d'un vinylsilane dans un cycle, le silicium ne peut que venir dans le plan du β -cation en formation s'il y a inversion conformationnelle. Si ce changement de conformation est de haute énergie ou totalement interdit par la rigidité du système cyclique, le silicium n'apporte alors aucun effet stabilisant sur l'orbitale $2p_z$ vacante et ne joue aucun rôle utile dans le contrôle de l'addition d'un électrophile. Le diagramme ci-dessous illustre ces arguments :

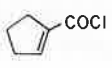
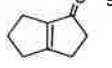
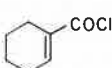
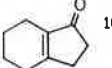
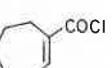
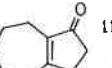
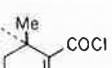
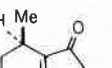
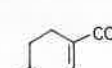
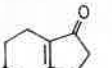


Avec ce raisonnement, et l'idée que la chimie organosiliciée est plus efficace dans le sens réactif que dans le sens substrat, nous avons utilisée le vinyltriméthylsilane comme unité C_2 dans des réactions de cyclisation conduisant à des cyclopenténones. Le projet est décrit ci-dessous :

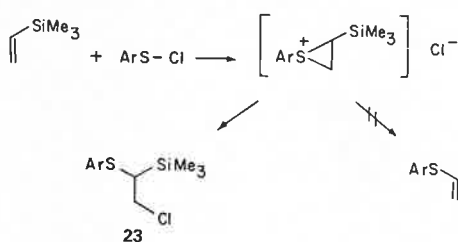


L'ion acylium **17** peut réagir avec le vinyltriméthylsilane **3** pour donner l'intermédiaire **18**, qui peut soit perdre le groupe triméthylsilyle pour donner la diénone **19**, soit conduire directement au cation pentadiényle **20**. Cette espèce peut donner, par cyclisation conrota-

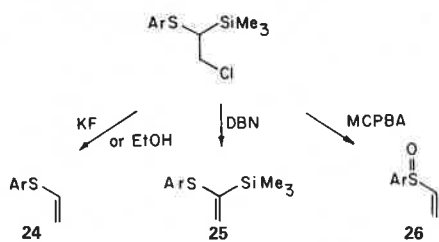
toire thermiquement permise le cation allylique **21** qui conduit à la cyclopenténone **22**. Dans la pratique, nous avons trouvé que le traitement des chlorures d'acide (dont la liste est ci-dessous) par le tétrachlorure d'étain et le vinyltriméthylsilane à 0 °C, puis chauffage à 25 °C, donnait les cyclopenténones avec des rendements moyens. On pouvait obtenir ces cyclopenténones auparavant (quoique pas dans tous les cas) par des réactions en plusieurs étapes et à faible rendement. Il faut noter que si l'éthylène est utilisé à la place du vinyltriméthylsilane, on n'obtient que des polymères.

Substrat	Produit	Rendement
	 9	52.5 %
	 10	46 %
	 11	32 %
		63.5 %
		56 %

Étant donné que les vinylsulfures et les vinylsulfoxydes ont été récemment utilisés comme réactifs en synthèse organique, nous avons essayé de les synthétiser à l'aide du vinyltriméthylsilane. Le vinyltriméthylsilane, traité avec un certain nombre de chlorures d'arylsulfényle dans le dichlorométhane à -70 °C, donne les composés d'addition **23** avec d'excellents rendements (≥ 90 %).

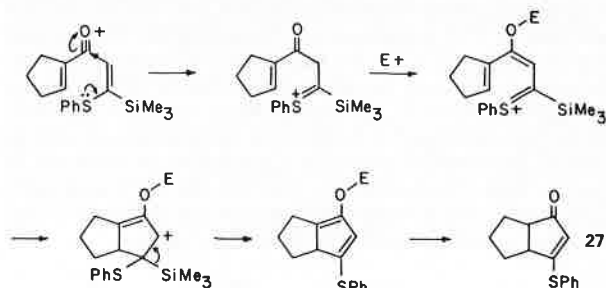


Le traitement des composés **23**, dans le tétrahydrofurane, avec le fluorure de potassium dihydraté, donne les sulfures arylvinyls correspondants **24**. Quand le composé **23** avec Ar = Phényle est traité par le DBN dans l'éther ou le dichlorométhane, l'éthylène 1,1-disubstitué **25** est obtenu avec un excellent rendement. L'oxydation des composés **23** par l'acide *m*-chloroperbenzoïque donne directement les vinylsulfoxydes **26**.



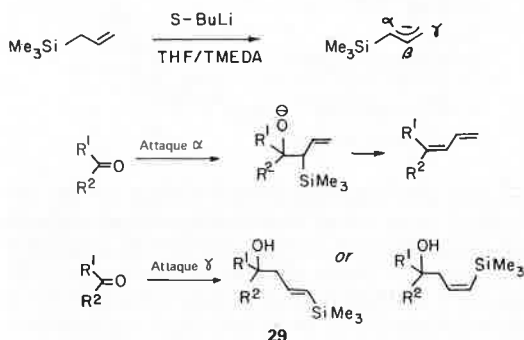
La préparation du réactif **25**, Ar = Phényle, peut se faire sur une échelle de 10 g. Nous avons pensé que **25** pouvait réagir avec un chlorure d'acide α,β insaturé en présence d'un acide de Lewis de la

manière décrite ci-dessous pour donner la β-dicéto marquée **27**. Cette prévision s'est révélée juste.



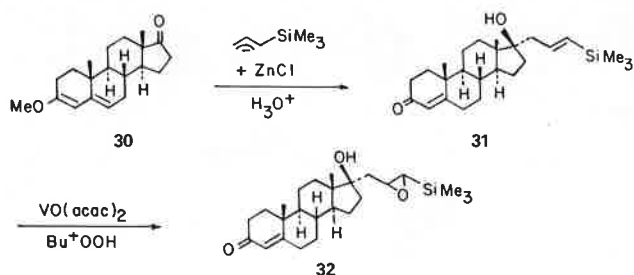
Le chlorure de l'acide cyclopentène carboxylique, traité par le tétrafluoroborate d'argent dans le nitrométhane, est soumis au réactif **25**, à 0° puis à 25 °C, pour donner, par une réaction propre, la cyclopenténone bicyclo-β thiophénylone **27** désirée. Nous étudions maintenant ce nouveau procédé de cyclisation avec l'idée de synthétiser des produits naturels.

Passons à la description de l'utilisation des unités C₃, **4**, **5** et **6** pour la formation de liaisons C - C en synthèse organique. Contrairement à l'allyltriméthylsilane et aux allylsilanes en général qui ont reçu beaucoup d'attention ces dernières années grâce à leurs réactions utiles avec les électrophiles, peu de travaux se rapportent aux anions triméthylsilylallyles qui en dérivent. Nous avons trouvé que l'allyltriméthylsilane est facilement déprotoné par le *sec*-butyllithium dans le tétrahydrofurane à -78°, puis passage à -40 °C en présence de tétraméthyléthylène diamine, pour donner l'allylanion ambident **28**. L'anion triméthylsilylallylle **28**, peut en principe réagir de 2 façons.



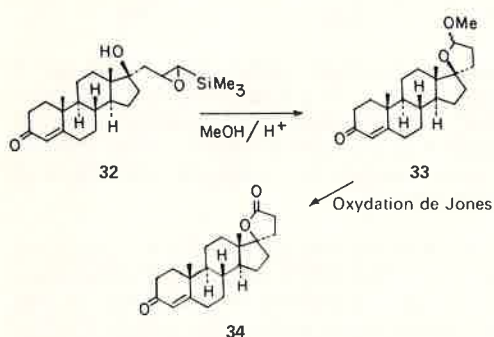
L'attaque α d'un carbonyle conduit à un β-alkoxysilane qui élimine les éléments de l'oxyde triméthylsilyle pour donner un diène-1,3; tandis que l'attaque γ conduit à un hydroxy-4 vinylsilane **29**, soit l'isomère Z, soit l'isomère E.

Nous voulions que ce dernier mode de réactivité soit prépondérant et même mieux exclusif car le produit addition **29** peut être converti en γ-lactone par une séquence oxydative. Nous avons observé que pour une grande variété de réactions de l'anion triméthylsilylallylle avec des cétones et des aldéhydes, l'attaque γ conduisant aux hydroxy-4 vinylsilanes était prépondérante (≥ 95 %) et dans la plupart des cas, exclusive. Ceci est mieux illustré dans l'exemple de la série stéroïde ci-dessous :

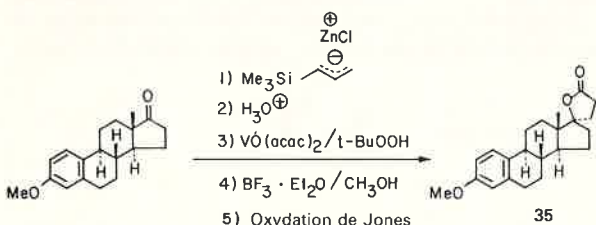


La méthoxy-3 androstadiène-3,5 one-17 **30**, traitée par l'anion triméthylsilylallylle **28** avec le chlorure de zinc comme contre-ion, donne le

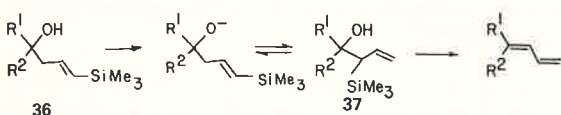
produit d'addition **31** avec un rendement de 95 % après une hydrolyse légèrement acide. L'utilisation du contre-ion lithium a donné des quantités substantielles d'énolisation en C-17 (35 %) et des quantités faibles (≥ 5 %) de diène en 17 ont été formées. L'oxydation de la partie vinylsilane **31** se fait très bien par le VO(acac)₂/ButOOH dans le benzène, à reflux, et donne l' α,β -époxyxilane **32** qui est un mélange d'épimères au C-21, 22. Quand **32** est traité par l'éthérate trifluorure de bore-méthanol anhydre, il est doucement converti en O-méthylactol **33** (épimères au C-22). L'oxydation de Jones de **33** conduit au but final, c'est-à-dire à la γ -lactone **34**. L'utilité de cette séquence est mise en lumière par le fait que les spirolactones-17 des stéroïdes sont d'importants précurseurs de diurétiques.



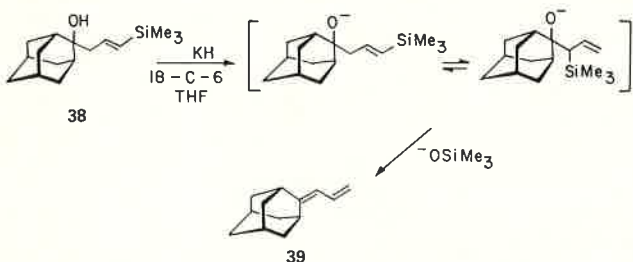
Une séquence semblable de réactions, réalisée sur la méthoxycéstrone, donne la spirolactone-17 **35**.



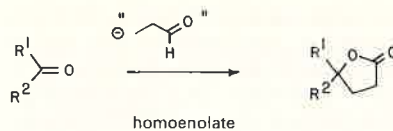
Comme dans l'addition des triméthylsilyllallyl lithium sur les stéroïdes cétoniques en 17, nous avons observé une certaine quantité de diènes résultant d'une attaque α , nous avons cherché à exploiter cette observation en utilisant l'anion allylique **28** comme réactif de synthèse des diènes 1,3. La rationalisation de cette conjecture est la suivante : les composés d'addition γ **36** doivent donner par réarrangement sigmatropique [1, 3] réversible, les composés d'addition α **37** qui éliminent de façon irréversible le triméthylsilyloxyde pour donner un diène-1,3.



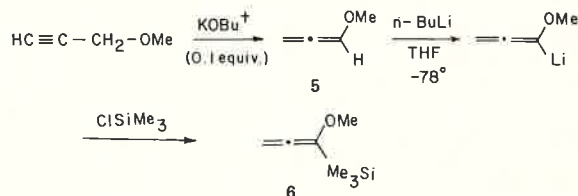
Pour tester cette hypothèse nous avons traité le composé **38** avec de l'hydruide de potassium dans le tétrahydrofurane contenant une quantité catalytique de dicyclohexyl-18-couronne-6 au reflux, et nous avons observé une transformation lente mais propre en diène **39**.



En résumé, l'anion triméthylsilyllallyl se comporte comme un équivalent homoénolate et peut être utilisé pour synthétiser des γ -lactones.

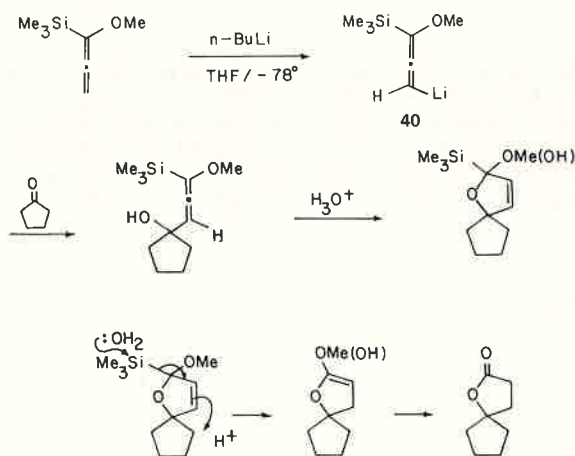


Nos objectifs étant réalisés, spécialement en ce qui concerne la sélectivité et la nucléophilicité de l'anion triméthylsilyllallyl, restait le problème de la séquence oxydative nécessaire pour dégager le groupe carboxyle latent des composés d'addition γ . Le réactif idéal que nous voulions était celui qui, par addition sur un groupe carbonyle, donnerait un composé d'addition 1 : 1 susceptible, par hydrolyse en milieu légèrement acide, de se transformer directement en γ -lactone. Une unité C-3 convenable pour satisfaire ces exigences est l' α -méthoxy- α -triméthylsilyllallène **6**. Le réactif **6** est préparé sans difficulté de la façon suivante :



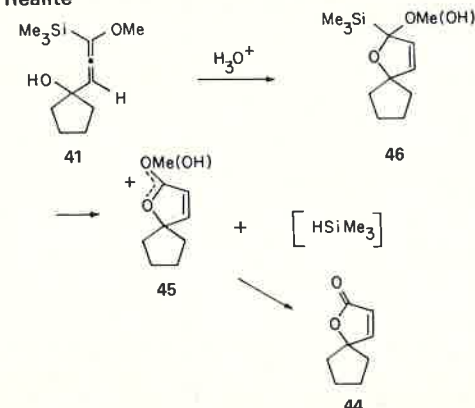
Nous fîmes l'hypothèse que **6** pouvait être métallé par traitement au *n*-BuLi et que l'espèce lithiée obtenue **40** pouvait, par addition sur une cétone, donner des composés du type **41**. Il est raisonnable de supposer que ces composés d'addition, traités en milieu acide aqueux, conduisent à l'acétal cyclique **42** par hydrolyse de l'éther d'énol. Comme **42** est aussi un allylsilane il peut par protodésilylation conduire à la γ -lactone **43**.

Hypothèse



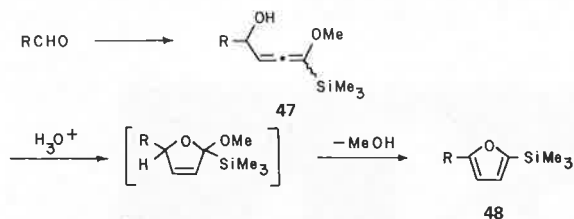
En réalité, nous avons trouvé que **6** pouvait être métallé pour donner **40**, qui par addition sur la cyclopentanone, donne le composé cristallisé **41**. Par hydrolyse dans l'acide sulfurique aqueux à 5 % dans le tétrahydrofurane, il y a une réaction propre qui donne une lactone mais par **43**. C'est le spirobuténolide **44** qui est formé. Nous présumons que l'effet β du silicium est complètement écrasé par les

Réalité



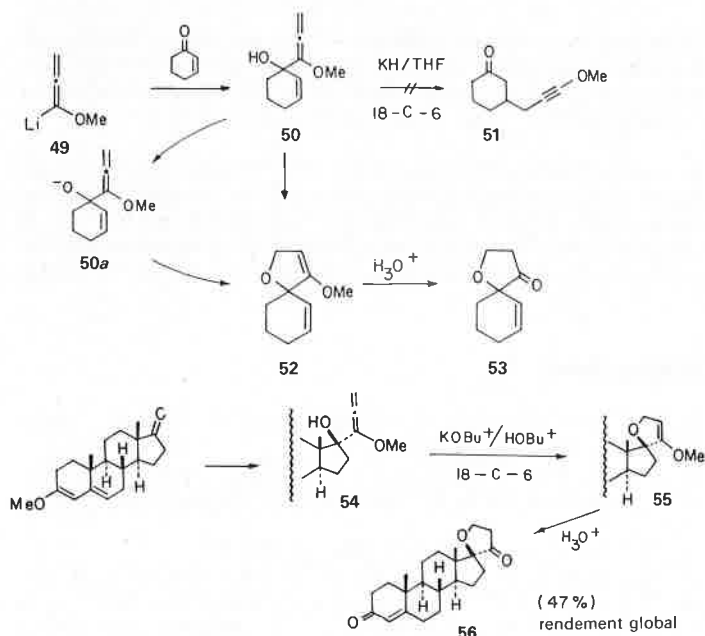
deux atomes d'oxygène et que l'ion stabilisé **45** se forme plutôt que la réaction de protodésilylation. La formation de **44** implique la perte du triméthylsilane, ce qui est sans précédent dans la chimie organosiliciée. Incidemment, nous avons eu des preuves de ce schéma réactionnel, car **41** abandonné plusieurs semaines à 0 °C ou quelques jours dans le dichlorométhane à température ordinaire, se cyclise lentement en **46**.

Le réactif **40** conduit par une voie inhabituelle aux furannes. Le réactif **40** réagit avec les aldéhydes pour donner les composés diastéréoisomères **47** qui, par traitement légèrement acide, donnent les dérivés du triméthylsilylfuranne **48**.



Finalement, dans la dernière partie de cet exposé, je voudrais décrire les réactions inattendues du réactif méthoxyallène **5**, et la façon dont nous avons utilisé cette unité C-3 en synthèse pour réaliser la première synthèse de molécules hélicoïdales primaires.

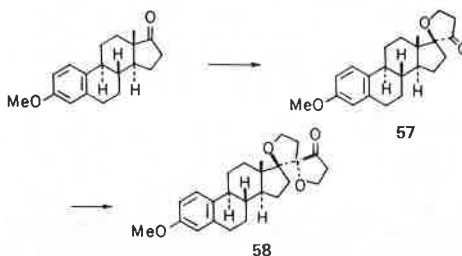
L' α -lithio- α -méthoxyallène **49** réagit avec la cyclohexénone pour donner exclusivement le composé d'addition **50**. En réalité, nous voulions le composé d'addition 1,4 et nous avons essayé toutes les méthodes courantes, telle la chimie des cuprates, mais sans succès. Il semblait possible d'introduire le composé d'addition-1,2 **50** dans un réarrangement sigmatropique [3.3] en faisant l'alkoxyde avec l'hydruure de potassium et en le chauffant dans du tétrahydrofurane contenant une quantité catalytique de dicyclohexyl-8-couronne-6. Cette expérience n'a pas donné l'acétylène attendu **51**, mais l'éther d'énol **52**. L'hydrolyse en milieu légèrement acide de **52**, a donné la dihydrofuranone **53**. Il n'y a pas d'équivalent à cette suite de réactions dans la littérature. L'anion alkoxyde dans **50a** est à une distance considérable de l'extrémité de l'allène et on ne peut s'attendre à ce qu'il recouvre les orbitales π du carbone terminal. Nous avons obtenu récemment quelques preuves que cette cyclisation pourrait se faire par un processus de transfert électronique, cependant je ne tiens pas à faire ici de spéculations sur le mécanisme, mais à présenter plutôt les aspects synthétiques. Heureusement, l' α -lithio- α -méthoxyallène **49** est très nucléophile ; il s'additionne facilement aux céto-17 stéroïdes et donne les composés décrits ci-dessous sans problèmes d'énolisation.



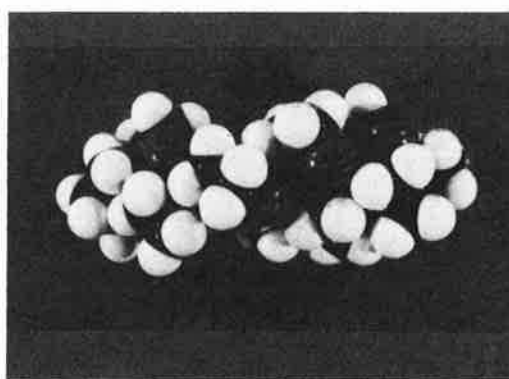
Le composé d'addition allénique **54** a été transformé en éther d'énol

cyclique **55** par traitement au *t*-butoxyde de potassium (1,0 équivalent) dans le *t*-butanol contenant une quantité catalytique (0,01 équiv.) de dicyclohexyl-18-couronne-6 et chauffage à reflux. L'hydrolyse acide de **55** a donné la spirodihydrofuranone-17 **56**, avec un rendement global de 47%. Cette séquence appliquée à la méthoxycéstrone a donné **57**.

Étant donné que dans la conversion d'une cétone en dihydrofuranone, nous sommes partis d'un groupe carbonyle pour aboutir à un groupe carbonyle, il est raisonnable de s'attendre à ce que nous ayons répété cette séquence pour construire un nouveau cycle dihydrofuranone de mode spiro sur celui déjà existant. Notre premier test fut de soumettre **57** à cette même séquence, c'est-à-dire addition sur **49**, traitement avec KO-But/HO-But/18-C-6, et hydrolyse acide. De cette façon, on a isolé **58** avec un rendement de 60%.



En principe on peut continuer *ad nauseam* la répétition de cette séquence de réactions pour créer un polyoxapolyspiroéther. La question clé est de savoir si chaque addition au groupe carbonyle de la dihydrofuranone se passe d'un seul côté pour donner un seul composé ou non ; et si tel est le cas quelle est la topologie de la molécule ainsi créée. L'étude des modèles moléculaires indique que chaque addition doit se faire d'un seul côté et, qui plus est, que la structure résultante est *hélicoïdale* : un résultat tout à fait inattendu. Une façon schématique de dessiner une telle molécule est montrée en **59** à côté d'une photographie représentant un modèle compact **60** qui montre plus clairement que ce type de molécule est hélicoïdal.

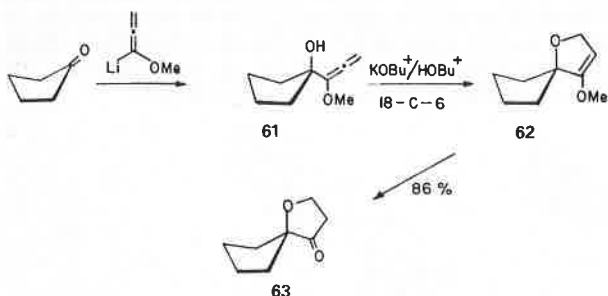


La molécule **59** possède plusieurs caractéristiques vraiment uniques en dehors de son hélicité. Chaque carbone du squelette est substitué par un atome d'oxygène et, qui plus est, chaque atome de carbone est quaternaire et adjoint à un autre atome de carbone.

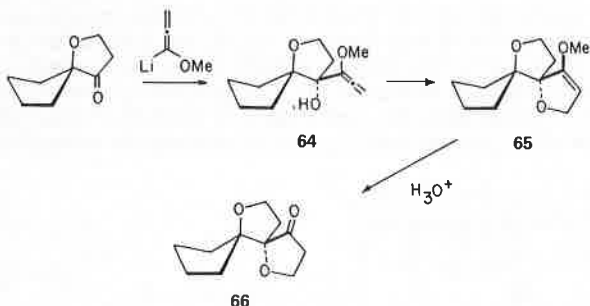
J'ai indiqué précédemment qu'en utilisant le type de chimie que je viens de décrire, nous avons pu synthétiser des *molécules hélicoïdales primaires*. Avant d'aller plus loin, il est important de définir, même en termes simples, le mot primaire. La structure primaire d'une molécule, c'est la structure et la configuration résultant des angles des liaisons et des longueurs des liaisons. Pour comparer, il faut noter que les molécules hélicoïdales connues jusqu'à présent : les polypeptides, ARN, ADN, hélicènes, paracyclophanes hélicoïdaux, doivent leur hélicité à des interactions ne faisant pas intervenir de liaisons, c'est-à-dire à la structure secondaire.

Après toutes ces spéculations, il ne nous reste plus qu'un seul problème, pouvons-nous faire ces molécules ? La séquence des réactions suivantes a été réalisée avec le but de faire éventuellement **59** !

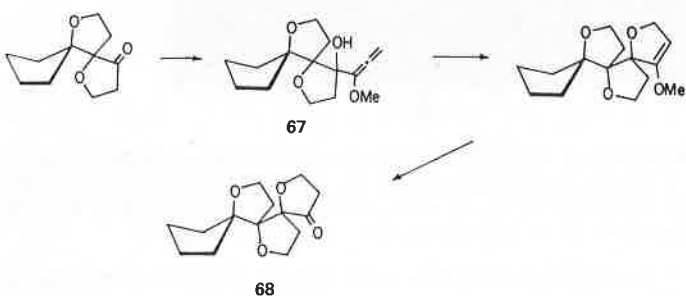
Le cyclopentanone traité par **49** a donné le composé d'addition **61**, qui par traitement avec le *t*-butyloxyde de potassium (0,2 équivalent) dans le *t*-butanol contenant 0,05 équiv. de dicyclohexyl 18-couronne-6 et chauffage à reflux pendant 15 h a donné **62**. L'hydrolyse acide (H_2SO_4 6N) de **62** a donné la dihydrofuranone **63** avec un rendement global de 86 %.



Le groupe carbonyle de **63** est relativement caché mais il réagit avec l' α -lithio- α -méthoxyallène pour donner le composé d'addition **64** ($\geq 95\%$). Ce dernier traité par le *t*-butoxyde de potassium (0,1 équiv.) dans le *t*-butanol contenant une quantité catalytique de dicyclohexyl-18-couronne 6, et chauffé à reflux, a été transformé doucement en **65** qui par hydrolyse acide a donné **66** avec un rendement global de 70 %.



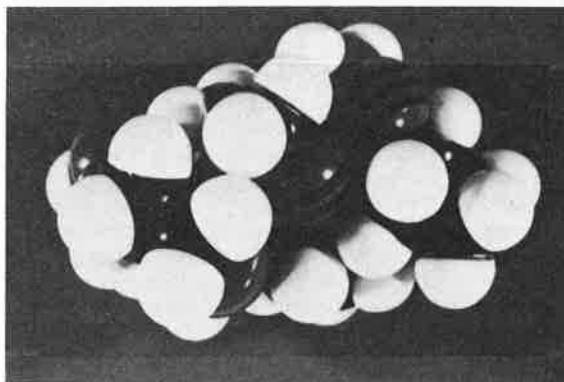
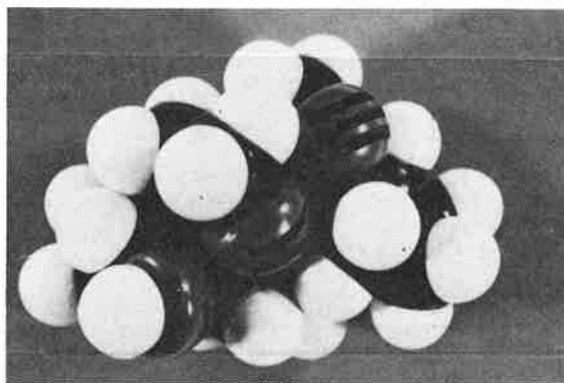
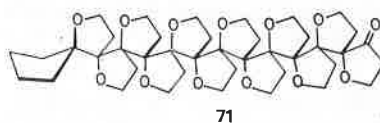
Nous avons atteint ici une étape cruciale. Le premier et le seul problème de stéréochimie se manifeste. Le groupe carbonyle en **66** présente deux faces possibles pour l'addition d'une sphère nucléophile. Les modèles moléculaires indiquent qu'une face de **66** est cachée par les deux cycles à 5 chaînons déjà présents, en particulier le cycle cyclopentane repose sur une face du groupe carbonyle de **66**. L'expérience montre que le γ -lithio- γ -méthoxy-allène s'additionne à **66** pour donner un seul composé d'addition cristallisé **67** qui, cyclisé comme précédemment, et hydrolysé, donne le composé tétracyclique magnifiquement cristallisé **68**.



En soumettant **68** à une autre séquence de spiroannulation on obtient **69** puis en renouvelant cette séquence on obtient **70**.



Il faut noter que **70** possède cinq chaînons éther tertiaire adjacent l'un à l'autre le long du squelette carboné. Les photographies des modèles compacts de **69** et **70** montrent que la structure primaire (angles de liaisons et longueurs de liaisons) donne naissance à des structures hélicoïdales. Naturellement on peut concevoir l'extension de **70**, et la structure **71** est le résultat de douze spiroannulations. Nous sommes en train de poursuivre la synthèse de cette molécule et la mise au point du concept général de synthèse des molécules hélicoïdales primaires.



Cet exposé nous a permis d'illustrer l'utilisation de réactifs basés sur la chimie organosiliciée en chimie de synthèse. De plus, l'extension de certains de ces réactifs, en particulier la méthoxyallène, a conduit à la première synthèse d'une molécule hélicoïdale primaire.

Je remercie mes collaborateurs, Dr. Ed. Ehlinger, David Gange, Glenn Roy et James Schwindeman pour leur compétence et leur persévérance dans la conduite des expériences décrites ici; je remercie enfin la National Science Foundation, le National Institute of Health et la UpJohn Company pour le financement de ce travail.

Bibliographie

- (1) C. Burford, F. Cooke, E. Ehlinger and P. D. Magnus, *J. Amer Chem. Soc.*, 1977, **99**, 4536.
- (2) F. Cooke and P. D. Magnus, *J. C. S. Chem. Comm.*, 1977, p. 513.
- (3) D. Ayalon-Chass, E. Ehlinger and P. D. Magnus, *Ibid.*, 1977, p. 772.
- (4) P. D. Magnus and G. Roy, *Ibid.*, 1978, p. 297.
- (5) G. L. Bundy, F. Cooke and P. D. Magnus, *Ibid.*, 1978, p. 714.
- (6) D. Gange and P. D. Magnus, *J. Amer Chem. Soc.*, **100**.
- (7) F. Cooke, J. Schwindeman and P. D. Magnus, *Tetrahedron Letters*, 1979, p. 1995.
- (8) E. Ehlinger and P. D. Magnus, *J. C. S. Chem. Comm.*, 1979, p. 421.

Techniques d'hydrométallurgie appliquées à la récupération des métaux dans les effluents

par François Aulas, Michel Rumeau et Bernard Tyburce

(Laboratoire de génie chimique, Centre universitaire de Savoie, B. P. 143, 73011 Chambéry.)

M. Rumeau



Depuis 1973, le monde a pris conscience de l'importance vitale des matières premières et des dépendances tant politiques qu'économiques qu'elles entraînent (1, 2).

Parallèlement à cette remise en question des modes de production et de consommation, s'est développée une prise de conscience de l'importance des équilibres écologiques dans le milieu naturel, équilibres menacés par les pollutions industrielles et domestiques (3, 6).

Ces deux aspects commencent à trouver un écho dans l'industrie. Un nouvel esprit préside à la conception d'usines et à l'amélioration de celles déjà existantes. On cherche à mieux utiliser les procédés en activité, à éviter toute perte en énergie et matières premières, et partout à réduire au maximum la pollution des milieux récepteurs. Une des principales solutions à ces trois problèmes consiste en l'élargissement et la généralisation des circuits de recyclage et de récupération. Le but à atteindre est un rendement de transformation maximal et une perte minimale par souci d'économie et/ou pour éviter toute pollution.

Nous nous intéresserons ici à la récupération des métaux, exemple de l'effort indispensable à fournir pour limiter la dépendance dont nous souffrons pour la majorité des minerais métalliques (7, 10), et pour redonner à nos rivières et à nos lacs leur transparence perdue.

F. Aulas



Dans tous les cas, la récupération aura intérêt à se faire avec les métaux à l'état solide, forme la plus concentrée (tournures, grenailles, poudres, meulures, crasses, excédents de fonderies, mitraille, laitier, ordures ménagères), en vue de leur introduction dans un circuit de réutilisation. Cependant, les procédés de fabrication ou de récupération sont tels que les métaux se trouvent la plupart du temps en solution diluée d'où il faut les extraire. Les techniques employées seront alors celles de l'hydrométallurgie. Elles permettent souvent un recyclage des solvants ou autres sels utilisés (acides, bases), ce qui contribue à la rentabilité du système et à une moindre pollution de l'environnement.

B. Tyburce



I. Source, nature et importance des rejets

Dans l'élaboration d'un métal, depuis le minerai jusqu'au produit fini, il existe un grand nombre d'étapes. De l'extraction à la purification, les procédés existants émettent des rejets liquides dans lesquels il reste des éléments à récupérer (figure 1).

Ces solutions présentent des caractéristiques variables (pH, teneur en métaux, en adjuvants, etc...) suivant le type d'industrie et les techniques employées. Il est donc important de bien connaître les processus de fabrication pour déterminer la composition la plus exacte possible de ces effluents, ce qui déterminera la technique de récupération la plus appropriée.

Les rejets liquides les plus importants se rencontrent, soit lors du

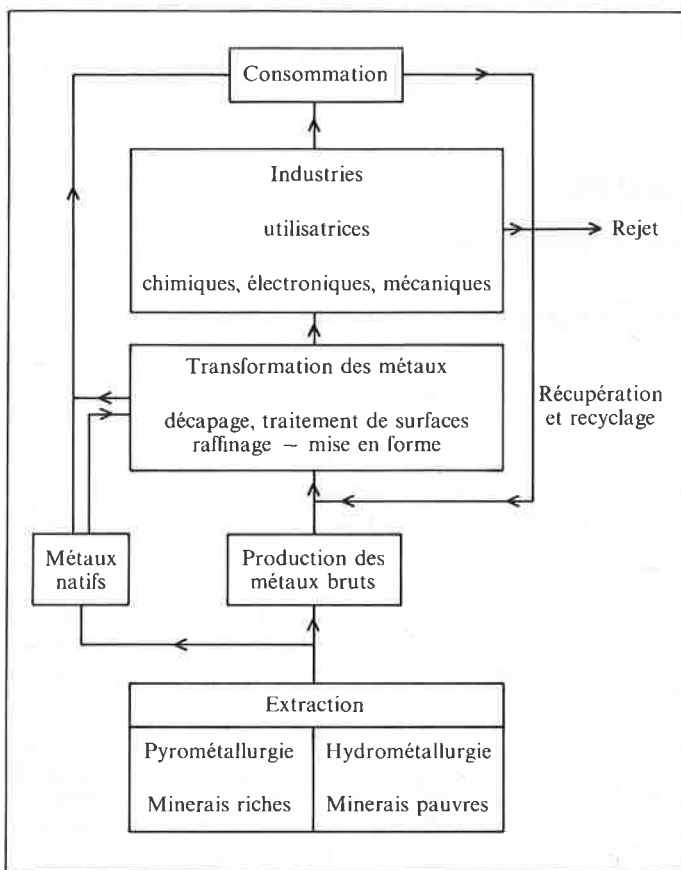


Figure 1. Schéma des principales étapes industrielles suivies par le métal.

II. Les méthodes de traitement

II.1. Méthodes de précipitation

La séparation solide-liquide est une méthode applicable à la quasi-totalité des traitements d'effluents. Depuis longtemps, son emploi s'est généralisé, notamment avec les effluents des traitements de surface. De nombreux métaux sont accessibles par cette méthode, notamment le cuivre, le nickel, le chrome, le molybdène, l'étain, le cobalt et le vanadium (13 à 16). On peut utiliser différents réactifs : sulfures, dibromo-oxine, ferrocyanure de potassium, thiocarbonates, polyélectrolytes, sulfate d'aluminium, hydroxydes, etc... (13, 17, 18).

En général, l'effluent subit un processus de conditionnement chimique, la coagulation (par des sels d'aluminium le plus souvent). Les particules insolubles sont ensuite rassemblées pour améliorer leur vitesse de décantation et la filtration : c'est la floculation. Les produits utilisés sont minéraux ou organiques. Actuellement, les floculants synthétiques (polyacrylamide surtout) sont de plus en plus employés. Le « floc » ainsi formé est ensuite décanté dans des appareils de différents types (statiques, à racleurs, cylindriques, longitudinaux, etc...). Les boues formées sont ensuite déshydratées sur des lits de séchage, des filtres presses, des centrifugeuses. Tous ces procédés conduisent à la formation de boues qui constituent des réserves en métaux non négligeables (19) :

- les boues primaires des industries extractives contiennent de grandes quantités de métaux, mais assez peu d'éléments de valeur,
- les quantités de matières premières métalliques contenues dans les boues des industries de transformation des métaux sont modestes, mais beaucoup d'éléments intéressants y sont contenus ; ce sont le cuivre, le zinc, le chrome et le nickel (traitement de surface),
- enfin, les boues des industries chimiques et parachimiques, notamment celles des industries photographiques, recèlent des métaux intéressants (argent).

traitement hydrométallurgique des minerais pauvres, soit après élaboration du métal lors des traitements de surface qu'il subit (décapage, galvanoplastie, revêtement, etc...). Toutes ces opérations comportent des bains de traitement ou de rinçage qui, après usure, sont souvent rejetés.

Les qualités et quantités des métaux ainsi rejetés sont loin d'être négligeables : par exemple, les estimations de 1977 pour les effluents de traitement de surface donnent, pour la France, 4 000 t par an, tous métaux confondus avec les répartitions suivantes : chrome : 45 %, zinc : 25 %, nickel : 16 %, cuivre : 10 %, cadmium : 2 %, or et argent : 2 % (11).

Il faut souligner la nécessité du recyclage, à chaque étape et dans chaque domaine, afin d'éviter deux inconvénients majeurs, le mélange et la dilution :

- le mélange de plusieurs éléments dans un effluent est préjudiciable à la récupération. Si la méthode est spécifique, il faut autant d'étage que d'éléments à récupérer ; si la méthode n'est pas spécifique, une séparation ultérieure s'impose. Dans les deux cas, la multiplication des étapes nuit au rendement global du procédé,
- la dilution provoque toujours une augmentation d'« entropie » (12), qui se traduit par une plus grande dépense d'énergie lors de la récupération. Dans ce cas, seule une technique de récupération à faible coût peut être envisagée, car il est nécessaire de recourir à une étape préliminaire de concentration pour amener la solution à une teneur rendant le traitement efficace.

Pour la récupération, les métaux ne présentent pas tous le même intérêt. On peut en effet, estimer la valeur d'un métal récupéré en tenant compte de deux facteurs :

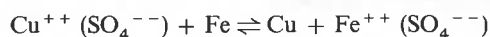
- le coût du minerai brut,
- le coût de l'élaboration et du traitement du métal.

L'intérêt de la récupération ne dépend donc pas uniquement du rendement et de la complexité du traitement, mais aussi de facteurs économiques extérieurs qui pourront imposer une récupération alors qu'elle paraît très onéreuse.

II.2. La cémentation

La cémentation consiste à réduire un cation métallique par un métal plus réducteur et de moindre valeur. C'est la plus vieille méthode d'élaboration d'un métal sous forme pulvérulente à partir de solution de lixiviation du cuivre ou d'effluents de traitement de métaux précieux.

L'attaque d'un minerai par une solution acide (H_2SO_4 en général) permet la mise en solution du métal à extraire. Soit par exemple la réaction avec le cuivre et le fer :



Les métaux réducteurs utilisés sont le fer (disponible en grande quantité dans les vieilles ferrailles) et le zinc (pouvoir réducteur très important).

Le rendement de la cémentation est plus important quand on élimine le métal de la surface du réducteur.

Depuis ces 20 dernières années, de grands efforts ont été effectués pour améliorer ce procédé. On obtient ainsi des puretés satisfaisantes : entre 95 et 99 % pour le cuivre (20). Malgré cela, cette méthode peut avantageusement être remplacée. La Bagdad Copper Corporation, un des principaux producteurs de cuivre, a remplacé ses installations de cémentation par l'extraction liquide-liquide suivie d'une électrolyse.

II.3. Méthode électrochimique

Le principe général de cette technique consiste en la réduction des cations métalliques sur des électrodes. L'emploi de cette méthode est

très généralisé, notamment pour la récupération du nickel, du cuivre et des métaux précieux (22 à 24). La concentration minimale moyenne en cations métalliques doit être de 10 g/l (25); cette méthode s'accompagne donc souvent de préconcentration (extraction liquide-liquide, résines échangeuses d'ions). C'est un excellent procédé final pour récupérer un produit pur, de grande valeur. Les électrodes utilisées peuvent être en titane, en plomb, en graphite. Le tableau I résume les domaines principaux d'application et les métaux purifiés par cette méthode.

Tableau I. Domaine d'application de l'électrolyse pour les métaux

Métaux	Procédés	Remarques	Références
Cadmium	Solution décapage acide, eau de rinçage.	Concentration initiale par échange d'ion.	26, 27, 28.
Chrome	Eau de rinçage des bains de chromage, passivation.	Réduction de Cr (+ VI) à Cr (+ III).	28, 29, 26.
Cuivre	Solution décapage polissage électrolytique et chimique, eau de rinçage, solution des mines.	> 15 mg/l, concentration par échange d'ion.	28, 31.
Or	Eau de rinçage, solution décapage, circuits imprimés.		32, 29, 31.
Fer	Solution des mines.		31, 33, 22.
Argent	Eau de rinçage, solution de l'industrie photographique, électronique.		32, 34, 35, 31, 33.
Étain	Décapage.		32.
Zinc	Galvanoplastie		32, 28, 36, 37.

Le choix de la densité de courant appliquée et la complexation du cation métallique permettent d'obtenir le métal sous différentes formes (grenailles, poudres, plaques, etc...).

II.4. L'extraction liquide-liquide

L'extraction liquide-liquide a initialement été utilisée par l'industrie nucléaire pour le traitement de minerais d'uranium ou de thorium, la fabrication de zirconium sans hafnium, le recyclage des combustibles irradiés, ...

Actuellement cette méthode est très employée pour l'extraction sélective d'un métal à partir des solutions de lixiviation. L'opération consiste à agiter les solutions de lixiviation avec un solvant organique non miscible à l'eau. Le métal est extrait sélectivement par la phase organique laissant toutes les impuretés solubles dans la phase aqueuse. Les deux phases sont ensuite séparées, et la réextraction est faite dans une solution aqueuse qui passe ensuite à l'électrolyte.

Les extractants utilisés sont acides (13, 17, 18, 25, 38), basiques (amines primaires, secondaires, tertiaires surtout), chélatants (réactifs « Lix » et « Kelex ») ou neutres (T.B.P.).

Les appareils d'extractions peuvent être caractérisés par leurs modes de fonctionnement : étages séparés avec mélange et décantation complète à chaque étage, échange continu sans décantation ou à décantation partielle.

De nombreux métaux sont récupérables par cette technique : cuivre, plomb, nickel, zinc, cadmium, manganèse, molybdène, vanadium (21, 39 à 41).

Le C.E.A. et Ugine Carbone ont mis au point un procédé de séparation et de purification du molybdène. Aux U.S.A., on sépare le cuivre, le nickel et le cobalt des nodules polymétalliques, ainsi que les constituants du mélange cobalt-nickel (42).

L'inconvénient majeur de cette technique réside dans la perte d'extractants qui sont très chers. Aussi cette méthode est fortement concurrencée par les résines échangeuses d'ions.

II.5. L'échange d'ions

C'est un excellent procédé de concentration et de purification des solutions diluées. Par percolation de solutions sur des colonnes de résines échangeuses d'ions, convenablement choisies en fonction du milieu considéré, certains ions sont fixés préférentiellement. La « régénération » des colonnes, par une solution annulant le pouvoir de fixation, permet de récupérer les ions à une forte concentration.

Les principaux utilisateurs des échangeurs d'ions solides ont été d'abord l'industrie alimentaire et l'industrie pharmaceutique. L'échange d'ions est actuellement utilisée pour la concentration, la récupération et la séparation d'ions métalliques à partir de divers types de solutions tels que les eaux de rinçage des ateliers de galvanoplastie (43), les liqueurs résiduelles, les eaux de drainage des mines (44), les eaux résiduelles venant de circuits de flottation (45), les solutions de bains de filages de viscose (46), les solutions issues de la lixiviation des cendres de pyrites (47), les eaux résiduelles des usines de galvanoplastie (48, 49), les solutions de lixiviation (50 à 54), etc...

Cette méthode est souvent employée pour la concentration, avant évaporation ou électrolyse de certains métaux (jusqu'à 25-35 g/l).

D'un emploi généralisé pour les eaux de rinçage, l'utilisation de résines cationiques est cependant difficile pour les bains de galvanoplastie très acides. La récupération des métaux dans de tels milieux ne peut être effectuée que dans quelques cas particuliers où l'ion métallique est sous forme de complexe anionique : fer en milieu chlorhydrique, zirconium, uranium en milieu sulfurique, ... Il faut remarquer que les réactions de complexation sont encore peu employées dans l'industrie hydrométallurgique.

La tendance actuelle à traiter les minerais de plus en plus pauvres va favoriser le développement de l'échange d'ions. Cette méthode s'adapte, de plus, aux cas particuliers rencontrés dans les industries métallurgiques ; elle diminue le volume des effluents et facilite ainsi les transports pour un traitement ultérieur. La technique d'utilisation des échangeurs d'ions en lits fixes implique un fonctionnement discontinu des installations. Pour pallier à cet inconvénient, de nombreuses techniques d'utilisation des échangeurs d'ions en continu ont été étudiées (55), soit à contre-courant, soit en lit fluidisé. Ces dernières ne peuvent être utilisées dans le traitement des minerais (56), quelle que soit la taille de l'installation.

II.6. Autres méthodes

Il existe de nombreuses autres méthodes dont l'emploi n'est pas généralisé, mais qui permettent de résoudre efficacement certains cas particuliers :

- les procédés thermiques tels le séchage, l'évaporation, l'incinération,
- l'utilisation de bactéries (57, 58),
- la réduction par l'hydrogène (59),
- l'adsorption sur charbon actif (60), pour le manganèse par exemple.

II.7. Les procédés à membranes

Connus depuis longtemps et développés depuis peu, les procédés à membranes offrent un large champ de possibilités dans le domaine de l'élimination/concentration (61 à 64).

Pour les sels métalliques, ces techniques sont bien adaptées :

- 1) elles ne nécessitent pas d'ajouts de produits chimiques ;
- 2) elles ne dénaturent pas les produits traités ;
- 3) elles utilisent peu d'énergie ;
- 4) elles ne sont pas spécifiques.

1) Ces méthodes sont indépendantes des réactions chimiques, car elles différencient les ions en solution et le solvant. Il n'est pas nécessaire de former des espèces chimiques données.

2) A la fin d'un traitement de recyclage, on doit obtenir le même

produit, pour pouvoir facilement le réinjecter dans le circuit. Il ne doit subir aucune transformation chimique. Pour les procédés de récupération, la forme finale doit être facilement manipulable. Les procédés classiques donnent naissance à des boues qui doivent être déshydratées et conditionnées, alors que les procédés à membrane conservent aux produits leur forme initiale.

3) Sur le plan énergétique, ces méthodes de séparation sont assez économiques. Elles n'utilisent qu'une énergie de pompage (cas de l'osmose inverse, l'ultrafiltration et la piézodialyse) ou directement une énergie électrique (électrodialyse).

4) Ces méthodes présentent généralement l'intérêt de concentrer toutes les espèces présentes dans la solution, sans spécificité. Pour l'osmose inverse, par exemple, et dans le cas de traitements employant des adjuvants, on n'observe aucune perte, les membranes arrêtant aussi bien le métal que l'adjuvant. Le solvant traité est pur, le concentrat peut être recyclé.

II.7.1. L'osmose inverse

L'osmose est un phénomène connu depuis longtemps, mais son application à l'osmose inverse est assez récente. Son principe consiste en un transfert de solvant au travers d'une membrane perm-sélective sous l'action d'un gradient de pression. Elle connaît un grand développement dans le traitement des eaux saumâtres et, depuis quelque temps, s'oriente aussi vers la concentration de solution valorisables (65 à 68).

L'avantage de cette technique consiste :

1) en un très bon rendement de récupération,

2) en une souplesse d'utilisation due à des petits modules de faible encombrement et à une automatisation facilement réalisable,
3) en une consommation énergétique relativement modeste (pompage),
4) en un investissement réduit facilement amortissable (69 à 71).

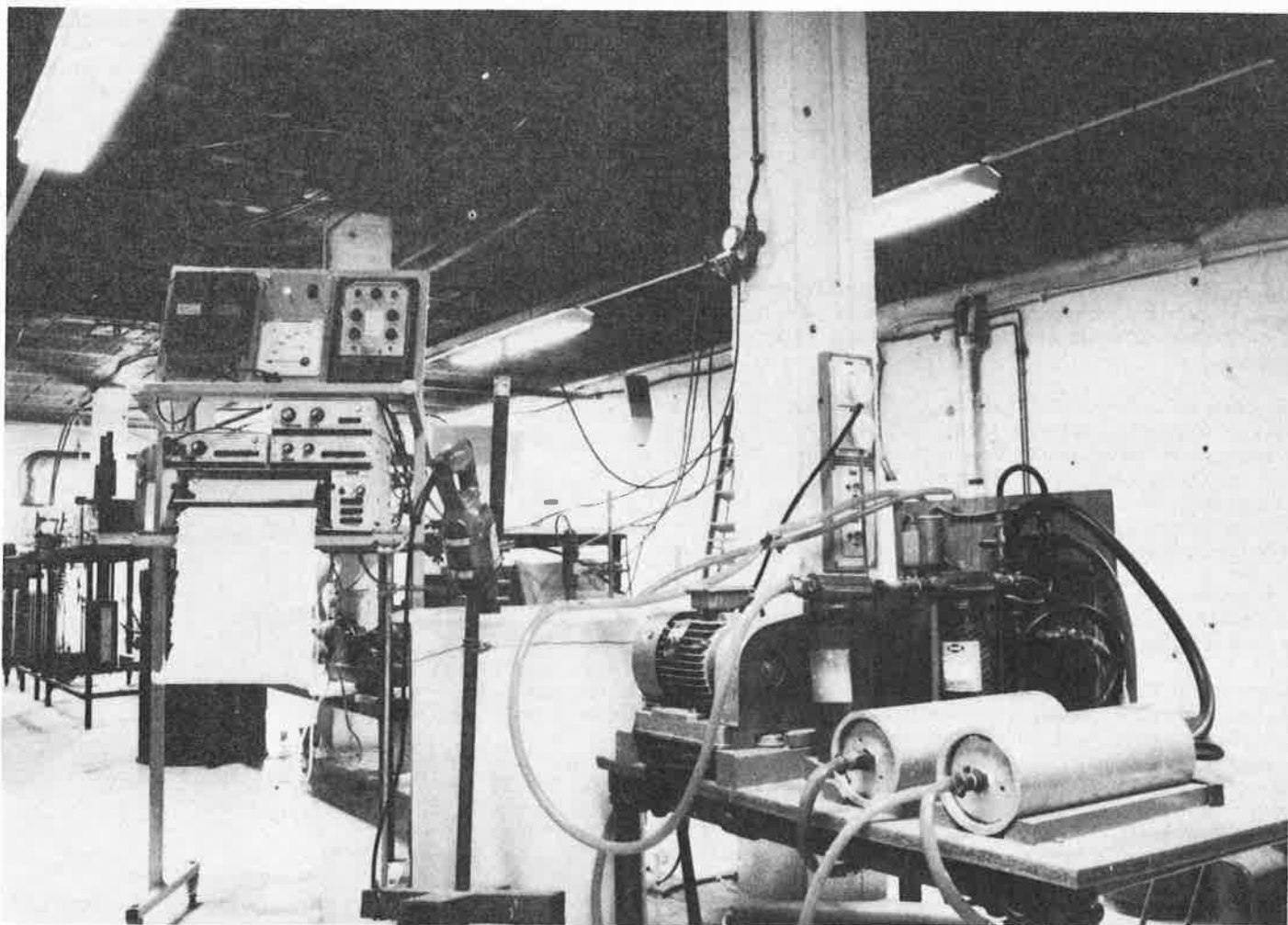
1) Le taux de rejet est toujours important (entre 90 et 99,9 %). La concentration des espèces se fait donc avec peu de pertes.

2) Suivant les cas, les modules peuvent être équipés de différentes membranes (acétate de cellulose, polyamide aromatique, polysulfones sulfonées, ...) dont les gammes de sélectivité et de résistance aux différents agents chimiques et physiques sont complémentaires. Ce type d'installation peut trouver sa place aussi bien dans les petits ateliers de traitement de surface que dans les grandes installations (traitement des eaux de drainage des mines par exemple). La conception modulaire de l'osmose inverse permet en outre, d'imaginer des traitements à plusieurs étages.

3) Dans certains cas, les hautes pressions habituelles (50 à 80 bars) ne sont pas nécessaires et des pressions plus faibles conduisent aux mêmes rendements (72), ce qui limite la dépense énergétique.

4) L'équipement en matériels des unités d'osmose inverse n'est pas très coûteux. Son amortissement est rapide et, de plus, il est possible de diminuer le coût global du procédé par des récupérations. De nombreuses études économiques, sur des projets déjà réalisés, l'ont abondamment montré (73-76).

D'un emploi très généralisé pour le traitement des eaux saumâtres,



Pilote d'osmose inverse

(Membranes de polyamides, modules Du Pont de Nemours)

l'osmose inverse se développe actuellement dans les secteurs suivants :

- traitement de surface : bain de rinçage; placage chromique; nickelage (bain Watts); zingage, cuivrage,
- eaux de drainage acide des mines,
- métaux précieux (or, argent).

Traitements de surface

● Bains de rinçage :

De nombreux auteurs ont étudié cette application, tant sur le plan théorique que pratique (77 à 83). Les bains les plus étudiés sont les eaux de rinçage, faiblement acides. Le traitement permet une régénération du bain, donc une économie de produits, et une récupération des métaux en solution. Avec les nouvelles membranes résistant au pH extrêmes (84), les bains morts commencent à être traités.

● Placage chromique :

Dans la majorité des cas, le milieu très acide n'est pas favorable à un bon rendement de récupération, alors que les températures réelles des bains le favorisent (85). Certains préconisent d'abord une neutralisation par NaOH (86); dans ce cas, le taux de rejet peut atteindre 98 %.

Des schémas de traitement élaborés ont été testés (81, 87) et permettent une récupération à un prix de revient très raisonnable.

● Nickelage :

La toxicité du nickel n'est plus à démontrer (88 à 90). D'autre part, sa récupération est facile avec des membranes d'acétate de cellulose (taux de rejet de 99 %) (74). Compte tenu de son importance quantitative et qualitative, l'amortissement financier d'une installation de recyclage peut se faire dans une période allant de 3 à 20 mois (76, 71).

● Zingage-cuivrage :

Pour ces deux métaux, de comportement très voisin, les études donnent de très bons résultats (53, 76, 82, 91). Dans ce cas, les pH extrêmes, qui impliquaient une dégradation rapide des membranes d'acétate de cellulose, ne sont plus un facteur limitant avec les nouvelles membranes chimiques très résistantes (84).

Eaux de drainage des mines

Dans les procédés d'extractions des minerais, de lixiviation acide ou basique des métaux, il existe toujours des solutions diluées qui contiennent encore des métaux. L'osmose inverse est bien adaptée à leur récupération (92 à 99).

Métaux précieux

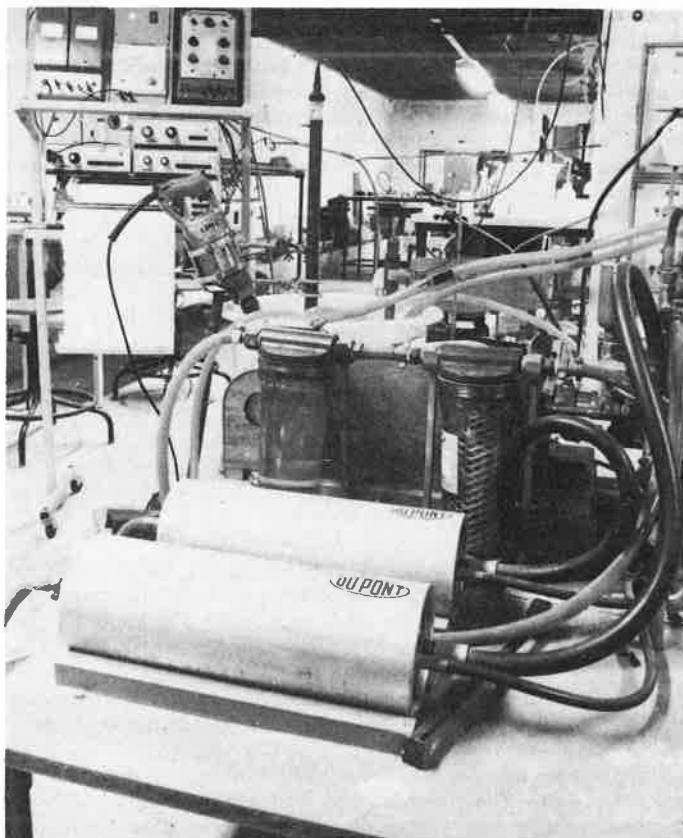
Les bains de fixation des négatifs de film couleurs et des photos couleurs sur papier contiennent de l'argent à récupérer. L'osmose inverse est un très bon procédé pour concentrer ces solutions avant de récupérer l'argent par électrolyse (100, 101). De même, dans les bains de dépôts d'or allié (102), ou dans les solutions de déchets stériles d'or, une récupération non négligeable est possible (103 à 105).

II.7.2. L'ultrafiltration

L'ultrafiltration est un phénomène de transfert de masse, à travers une membrane microporeuse, sous l'effet d'un gradient de pression.

Elle se différencie de la filtration et de la microfiltration par la taille des particules retenues (inférieures à 0,3 μm); les particules colloïdales ne sont pas sensibles aux seules forces de gravité, mais aussi à d'autres forces (électrostatique, mouvement brownien). En revanche, les macromolécules dissoutes dépendent des phénomènes de diffusion et sont susceptibles de se déformer sous l'effet des forces de cisaillement à l'intérieur des pores de la membrane (106). L'étude théorique de ces phénomènes est assez délicate et commence seulement à se structurer (107 à 109).

L'ultrafiltration est assez peu utilisée pour la récupération des métaux. Ceci tient essentiellement au fait que les métaux, même solvatés, ne sont pas de taille suffisante pour être arrêtés par des membranes ultrafiltrantes de type courant.



Pilote d'osmose inverse réalisé au laboratoire. Au premier plan, les modules d'osmose inverse. A l'arrière plan, au centre, les bacs de réactions avec agitation et sondes; à gauche, la régulation IPL de pH.

Des auteurs ont cherché néanmoins de nouvelles membranes permettant le traitement des effluents de galvanoplastie. Ils ont pu mettre en évidence de bonnes performances avec des membranes poreuses chargées négativement (110) pour des solutions de cuivre, de zinc et de nickel.

D'autres recherches s'orientent vers la fabrication de membranes spéciales, plus résistantes, chimiquement ou mécaniquement (111 à 113).

II.7.3. Dialyse, électrodialyse, piézodialyse

La dialyse, l'électrodialyse et la piézodialyse ont toutes trois comme base le même principe : migration d'ions au travers d'une membrane échangeuse d'ions.

Dialyse

C'est le procédé le plus simple. Une membrane anionique ou cationique sépare deux compartiments. Si un compartiment contient une solution plus concentrée, les ions diffusent au travers de la membrane jusqu'à l'équilibre des potentiels chimiques de part et d'autre : le transfert se fait sous l'influence d'un gradient de concentration.

Cet équilibre s'instaure très lentement; si l'on veut accélérer le processus on peut appliquer, de part et d'autre de la membrane, une différence de potentiel (électrodialyse) ou de pression (piézodialyse).

Électrodialyse

Cette technique combine le caractère sélectif des résines échangeuses d'ions avec la force d'entraînement d'un potentiel électrique appliqué à des électrodes de grande surface séparées par des membranes alternativement anioniques et cationiques. Sous l'influence du champ électrique, les cations vont migrer vers la cathode en traversant les membranes cationiques. Ainsi, à partir d'une solution saline, on aura alternativement une solution épurée et une solution surconcentrée (114 à 120, 71).

Cette méthode est surtout utilisée pour le traitement des eaux saumâtres (121).

Elle s'est étendue à des cas particuliers comme la régulation en sels des bains morts d'acide chromique (87, 122).

Les principaux obstacles à son développement sont la polarisation ionique à la surface des membranes, la grande résistance du milieu à faible concentration, et la tenue dans le temps des membranes et des électrodes.

Piézodialyse

Pour accélérer le transfert des ions, on peut appliquer une pression.

III. Comparaisons des diverses méthodes

Les méthodes décrites présentent chacune des avantages et s'appliquent dans des domaines précis. Cependant, on peut essayer d'en comparer les coûts. Récemment, une telle comparaison a été effectuée à partir d'installations déjà existantes (127), d'où l'on tire la figure 2.

On constate que l'osmose inverse, contrairement à toutes les autres méthodes, est économiquement intéressante pour des installations de petite taille, de la dimension d'un atelier de galvanoplastie par exemple.

Pour des installations de grande taille, des méthodes comme la précipitation ou l'extraction liquide-liquide deviennent compétitives.

Les méthodes à membranes permettent la concentration de tous les éléments en solution tandis que la cémentation et les méthodes électrochimiques sont spécifiques. Dans le cas d'un traitement secondaire, quand on a déjà traité, concentré et séparé les produits, ces méthodes rendent possible la récupération de métaux sous forme solide.

L'osmose inverse demande des pressions appliquées élevées pour vaincre la pression osmotique de la solution et pour que le débit de perméat soit acceptable. Pourtant, on peut réduire les coûts de fonctionnement en travaillant à basse pression (128), en couplant l'osmose inverse avec une pompe solaire (129), et en récupérant de l'énergie sur le circuit de concentration par l'intermédiaire de turbines en remplacement des vannes.

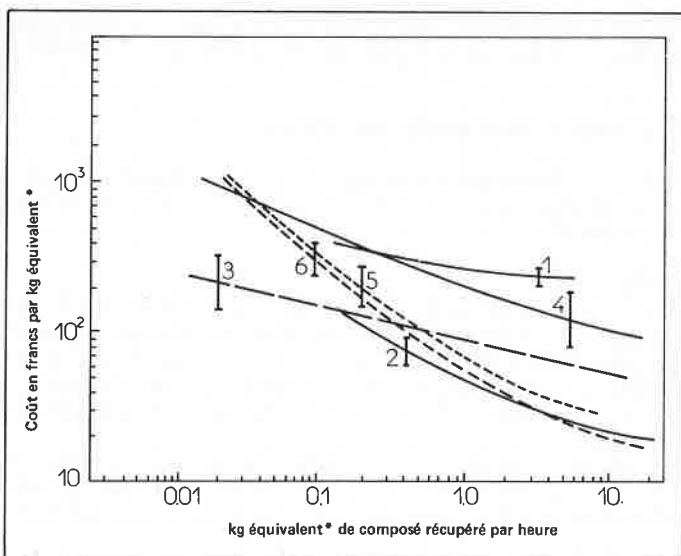


Figure 2. Coûts comparés des technologies de récupération des composés ioniques (1977) (d'après Blackburn J. W.) (*) Masse équivalente du composé ionique en kg.

1. Évaporation de saumure de 1 à 50 % ; 2. Évaporation de saumure de 10 à 50 % ; 3. Osmose inverse avec prétraitement (solution de 0,1 à 1 %) ; 4. Échange d'ions ; 5. Extraction liquide-liquide ; 6. Électrodialyse.

Dans ce cas, on observe un flux de sel à travers la membrane, contrairement à l'osmose inverse où c'est un flux de solvant qui traverse la membrane.

Des auteurs ont développé des membranes mosaïques anioniques et cationiques (123 à 126) permettant simultanément la migration d'anions et de cations, donc globalement du sel total.

Cette méthode reste encore peu utilisée car ses possibilités réelles sur des bains industriels ne sont pas bien connues et les coûts de fonctionnement ne sont pas déterminés exactement. Néanmoins, elle semble être une technique d'avenir qui pourra s'insérer dans le large éventail offert par les techniques de membrane.

Dans ces méthodes utilisant des membranes, le principal obstacle au transfert de solvant ou de soluté, est la diffusion unidirectionnelle due à la géométrie de support membranaire.

On peut, par ailleurs, agir sur les paramètres cinétiques (concentration et coefficient de transfert du soluté dans la membrane) en modifiant la forme chimique du soluté par l'intermédiaire de réactions de complexation (130 à 133).

Les techniques hydrométallurgiques appliquées à la récupération des métaux dans les effluents sont nombreuses et variées. En plus, des techniques désormais classiques, telles la cémentation ou l'extraction liquide-liquide, de nouvelles méthodes se sont peu à peu développées. Il s'agit de procédés utilisant des membranes synthétiques. Actuellement ce sont surtout l'osmose inverse et l'électrodialyse qui ont trouvé le plus d'applications dans la récupération des métaux.

En ce qui concerne l'ultrafiltration et la piézodialyse, les applications actuelles sont plus rares, mais on peut espérer de rapides développements. Ainsi, les méthodes récentes utilisant les membranes paraissent présenter un avenir prometteur.

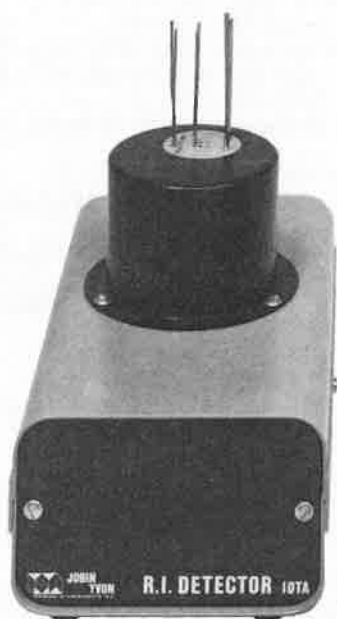
Bibliographie

- (1) P. Cloud, *Ecologist*, 1977, 7, 273.
- (2) F. Aulas, B. Tyburce et M. Rumeau, *Inf. Chim.*, 1979, 187.
- (3) E. S. K. Chian, *Aiche Symp. Ser.*, 1975.
- (4) G. Pignet, Thèse 1978, série B, n° 74, n° de série 58.
- (5) J. Ganter, *Inf. Chim.*, 1975, 148, 133, 143.
- (6) F. M. Patrick et M. Loutit, *Wat. Res.*, 1976, 10, (4), 333.
- (7) M. C. R. Kammel et M. W. Lieber, *Galvanotech.*, 1977, 68, 789.
- (8) Commission d'information sur l'approvisionnement en matières premières minérales, 1973, Paris.
- (9) Bureau d'information et de prévision économique, 1977, Paris.
- (10) La Documentation française, « Les matières premières minérales », 1975, Paris.
- (11) M. C. Gonzalez, Dossier Rumeau, 1977, 110, ARIST (diffusion restreinte).
- (12) Y. Paystre, *Bull. Tech. Suisse Romande*, 1974, 11, (5), 1.
- (13) A. D. Sheuchik, *Géol. Zh.*, 1969, 29, (3), 102.
- (14) J. Marmagne, *Trait. Surf.*, 1975, 138, 41.
- (15) J. Marmagne, *ibid.*, 1975, 139, 53.
- (16) J. McNutt et A. Wuilloud, *Galvano-organo*, 1976, 468, 733.
- (17) U. S. Patent, n° 3518.171.
- (18) U. S. Patent, n° 3374.091.
- (19) A. Andrew, P. Cochran, C. Lawrence et D. R. George, *Resource recovery and conservation*, 1976.
- (20) K. Hussain et M. Rumeau, *Inf. Chim.*, 1977, 171, 247.
- (21) M. J. Fishman et R. R. Midgett, *Adv. Chem. Series*, 1968, 73, 253.
- (22) J. C. Catonne, *Trait. Surf.*, 1975, 135, 55.
- (23) J. Four, *Elect. Fr.*, 1976, 81, (1), 11, 12.
- (24) I. D. Enchev, K. G. Kharizanov et A. M. Alexandrov, *Sov. Powder Metall. Met. Ceram.*, 1975, 13, (9), 764.
- (25) B. D. Barlner, *Annual Conf.*, 1974.
- (26) B. Surfleet, *Elect. Pow.*, 1970, 16, 411.
- (27) S. Marshall, *Poll. Rem. Handbook*, New Jersey, 1973.
- (28) *Chem. Eng.* 1973, 11, 78.

- (29) V. A. Crowle, *Wat. Poll. Cont.*, 1972, **71**, 636.
(30) R. Pinner, *Met. Fin. J.*, 1967, **13**, 334.
(31) A. T. Kuhn, *Chem. Ind.*, 1971, 946.
(32) B. Surfleet et V. A. Crowle, *Trans. Inf.*, 1972, **50**, 227.
(33) R. O. Dannebert et J. M. Maurice, *U.S. Bureau of mines RI*, 1972, 7683.
(34) Kodack Publication, J. 28, New York, 1969.
(35) M. L. Schreiber, *J. Soc. Mot. Pict. Eng.*, 1974, **74**, 505.
(36) Zinc wastes and their utilisation, Hot Dip-Galvanised Association Calcutta, 1975.
(37) N. P. Alen, Final year project report, Portsmouth, 1971.
(38) J. A. Tallmadge, IPEC, *Process. design. and devel.*, 1967, **6**, (4), 419.
(39) R. R. Brooks, B. J. Presley et I. R. Kaplan, *Talanta*, 1967, **14**, (7), 809.
(40) M. J. Fishman et J. Mallory, *J. Wat. Poll. Control. Fed.*, 1963, **40**, (2), 67.
(41) F. J. Macie, *Envir. Sci. Technol.*, 1967, **1**, (2), 164.
(42) G. M. Ritcey, A. W. Ashbrook et B. M. Lucas, *CIM Bull.*, 1975, **68**, 753.
(43) H. L. Beohnor et A. B. Mindler, *Ind. Eng. Chem.*, 1949, **41**, 448.
(44) I. M. Abrams, R. C. Knuff et C. J. Lewis, *Brevet Fr.*, 1966, **1**, 433, 760.
(45) V. I. Demidov, *Tsvet. Metall.*, 1967, **40**, (8), 44.
(46) H. G. Morave, H. Rueckert et F. Furrer, U.S. Patent, 1967, **3**, 305.
(47) T. D. Ionscu, *Rev. Roum. Chim.*, 1968, **13**, (1), 81.
(48) H. Boll, *Galvanotechnik.*, 1969, **60**, (3), 198.
(49) K. Jacobsen et R. Laska, *Pollut. Engng.*, 1977, **9**, 10, 12.
(50) V. B. Pimenov et V. N. Startsev, *Cvetn. Metall.*, 1972, **8**, 9.
(51) B. N. Laskorin, V. A. Goldobina et A. M. Kopanev, *ibid.*, 1973, **2**, 21.
(52) V. B. Pimenov et V. N. Startsev, *ibid.*, 1973, **4**, 15.
(53) E. L. Kazantsev, B. M. Rogov et I. F. Khudyakov, *ibid.*, 1973, **6**, 27.
(54) D. Naden et J. P. Evans, *J. Appl. Chim. Biotech.*, 1974, **24**, 687.
(55) R. C. Clayton, *Soc. Chem. Ind.*, Londres, 1969, 98.
(56) D. R. Georges et J. B. Rosenbaum, *ibid.*, 155.
(57) S. Kojima et K. Kagaku, *Chem. Abst.*, 1969, **33**, (10), 921.
(58) H. L. Ehrlich et S. I. Fox, *J. App. Microbio.*, 1967, **115**, (1), 135.
(59) W. Pusch, *Galvanotechnik*, 1976, **67**, 12.
(60) G. R. Bell, Res. Devel. Progress, report 201, U.S. Office of saline water, 1966.
(61) A. Maurel, *Rev. Gen. Elect.*, 1977, **86**, (5), 396-398.
(62) D. Pepper, *Chem. Indust.*, 1977, 20, *Chem. Engr.*, 1978, **339**, 916, 918.
(63) M. C. Porter et L. Nelson, Recent Devel. in Separ. Sci. SRC Press Cleveland Ohio, 1972.
(64) F. D. Dryden, Works hop on wastewater and reuse, South Lake Tahore, 1970.
(65) G. Farkas, *Surfaces*, 1976, **15**, (102), 17, 31.
(66) J. Baujard, *Trait. Surf.*, 1973, 119.
(67) V. S. Sastri, *J. Sci. Ind. Res.*, 1976, **88**, 90.
(68) Y. Taniguchi, *Chem. Econ. Engng. Rev.*, 1978, **10** (1), 18.
(69) R. L. Goldsmith, ASME, Am. Soc. Mech. Eng., Conf. Environ. Syst., Seattle, New York 1974, **26**, 1, 8.
(70) E. Klein, *J. Memb. Sci.*, 1977, **2** (4), 349, 364.
(71) J. B. Graig, C. R. Gardner et P. Meares, *Effl. Wat. Treat. J.*, 1975, **15** (5), 230, 242; (7) 345, 356.
(72) A. K. Gnosh et K. K. Sirkar, *I. Inst. Eng.*, 1977, **57** (3), 107.
(73) Congress of Institute of Metal Finishing, *Trait. Surf.*, 1975, **139**.
(74) G. Belfort, *Desalination*, 1977, **21**, 285, 300.
(75) A. Colomb, *Plating*, 1970 (7), 1001; 1973 (5), 482; 1974 (10), 931.
(76) J. M. Rovel et J. J. Allard, Contrat 73.7.1645.00 DGRST, 1975.
(77) R. G. Donnelly, R. L. Goldsmith, K. J. McNulty et M. Tan, *Plating.*, 1974, **5**, 432.
(78) A. R. Hauck et S. Sourirajan, *J. Wat. Poll. Cont. Fed.*, 1972, **44** (7), 1372.
(79) D. D. Spatz, Proceedings, Second Symp. on hasardous Chemicals handling and disposal, 1971, 58.
(80) W. Goetzmann, *Galvanotechnik*, 1973, 64.
(81) A. Golomb, *Plating.*, 1974, **61** (10), 931.
(82) E. Bertorelle, *Galvanotechnica*, 1976, **27** (9), 155.
(83) J. P. Zumbunn, *Surfaces*, 1973, **12**, 35.
(84) R. J. Petersen et K. E. Cobian, *Plat. Surf. Finish.*, 1976, 6.
(85) H. Masuda, C. Kamizawa et M. Matsuda, *Bull. Chem. Soc. Jap.*, 1976, **49** (3), 675.
(86) A. Golomb, *Elect. Met. Finish.*, 1973, **26** (10), 12, 15.
(87) L. Hartinger, *Galvanotechnik*, 1977, **68** (8), 721.
(88) P. Doudoroff, *Sew. Ind. Wastes*, 1956, **28**, 1020.
(89) J. R. Jones, « Fish and Water Pollution », Londres, 1964.
(90) G. W. Malaney, *Serv. Ind. Wastes*, 1959, **31**, 1309.
(91) V. S. Sastri, *Sep. Sci.*, 1977, **12** (3), 257.
(92) A. Riedinger, J. Schultz, F. Diluzio et C. Hunter, U.S. office of Saline Water Research and Developpement, 1966, 69.
(93) R. C. Wilmoth, D. G. Mason et M. Gupta, U.S. Nat. Techn. Inf. Ser., 1972, 213721.
(94) A. Riedinger et J. Schultz, Off. Sal. Wat. Report, 1966, 217.
(95) S. Kremer, A. Riedinger et J. H. Sleigh, *ibid.*, 1970, 586.
(96) R. G. Rosehart, *J. Chem. Engng.*, 1973, **51** (6), 788.
(97) A. V. Bell, *Can. Inst. Min. Bull.*, 1974, 73.
(98) R. G. Rosehart, *Can. J. Chem. Engng.*, 1973, **51**, 12.
(99) R. C. Wilmoth et R. D. Hill, Am. Inst. Min. Petr., 1972.
(100) L. G. Daignault, *J. App. Photo. Engng.*, 1977, **3** (2), 93.
(101) J. G. Mahoney, M. Powley et L. E. West, Memb. Sci. Tech. New York, 1970.
(102) D. R. Mason et A. Blair, *Galv. Org.*, 1975 (9), 457.
(103) A. J. Gilmore, *Ext. Metall. Div.*, 1968, 68.
(104) A. J. Gilmore et W. A. Gow, *Dept. Min. Tech. Serv.*, 1963, 145.
(105) R. F. Coulter, *Trans. Can. Inst. Min. Metall.*, 1962, **55**, 200.
(106) P. Aptel, *Inf. Chim.*, 1977, **170**, 135.
(107) H. C. Butcher et N. Jarkness, Asp. Env. Prot. Int. Londres, 1972.
(108) M. Pierrard, Rapport DGRST, 73, 7, 1708.
(109) X. Marze, Colloque « Groupe Français d'Étude et d'Application des Polymères », 1976.
(110) D. Bhattacharyya, D. P. Schaaf et R. B. Grieves, *J. Chem. Engng.*, 1976, **54**, 3.
(111) J. P. Moncouyoux, J. P. Faurie et R. Kohlmuller, *Verres réfractaires*, 1977, **31** (4), 405, 432.
(112) M. Rinaudo, Contrat DGRST 73.1030.
(113) M. Monnerie, Contrat DGRST 74.7.0164.
(114) K. M. Joshi et G. M. Ganu, *Ind. J. Technol.*, 1976, **14**, 12.
(115) C. Gavach, *Rev. Gen. Electr.*, 1977, **86**, 5.
(116) M. Bender et J. K. Moon, *J. Chem. Soc.*, 1975, 1.
(117) A. M. Potteau, Y. Prigent et M. Chemla, *J. Chim. Phys.*, 1975, **72**, 1.
(118) E. Hoffer et O. Kedem, *Ind. Eng. Chem. Process. Des. Devel.*, 1972, **11**, 2.
(119) K. Hattenbach et K. Kneifel, *Desalination*, 1977, **21**, 3.
(120) L. T. Yu et R. Messina, *Rev. Gen. Elect.*, 1977, **86**, 5.
(121) A. Maurel, *Rev. Gén. Elect.*, 1977, **86**, (5), 381, 396 (6), 480, 486.
(122) R. Lumbroso, Techn. Electr. Ind. Sep., Congr. Versailles, 1977.
(123) F. B. Leitz, J. Shorr et A. McRae, Third OSW Conf. on Reserve Osmosis, 1972.
(124) J. N. Weinstein et S. R. Caplan, *Science*, 1968, **167**, 70.
(125) U. Merten, *Desalination*, 1966, **1**, 297.
(126) S. R. Caplan et D. C. Mickulely, Ion Exchange, New York, 1966.
(127) J. W. Balckburn, *Chem. Eng.*, 1977, **84** (22), 33, 41.
(128) J. Goodall, *Filtr. Sep.*, 1977, **14** (6), 649.
(129) A. Maurel, Dessalement et énergie solaire, Rap. int. CEA, novembre 1977.
(130) B. Tyburce, F. Aulas, M. Rumeau et M. Renaud, Concentration de solutions métalliques par ultrafiltration : effets de la complexation sur les performances du procédé. Journées du G.R.U.T.E.E., Pau, janvier 1979.
(131) F. Aulas, B. Tyburce et M. Rumeau, *Talanta*, 1978, **24**, 132.
(132) F. Aulas, M. Rumeau et B. Tyburce, *Talanta*, 1979, **26**, 103.
(133) F. Aulas, M. Rumeau et B. Tyburce, Influence de la formation de complexes en solution sur le passage de solutés à travers une membrane. G.F.P. Nancy, novembre 1977.

réfractomètre IOTA de JOBIN YVON

*un grand sensible
parfaitement stable*



HPLC
10-7 g

De conception moderne, le détecteur de variations d'indices de réfraction IOTA pour chromatographie en phase liquide est constitué d'un coffret électronique et d'un coffret optique dans lequel peut être enfilé au choix un mini-bloc pour chromatographie analytique ou préparative.

L'échangeur thermique du bloc optique fait du IOTA un appareil remarquablement stable et possédant un excellent rapport signal/bruit. Doté d'un dispositif de remise à zéro automatique, le détecteur IOTA dispose par ailleurs d'une très large dynamique couvrant la gamme 10^{-6} à $5.10^{-3} \Delta RI$ en chromatographie liquide analytique et 2.10^{-5} à $5.10^{-2} \Delta RI$ en chromatographie liquide préparative. Autres caractéristiques: Pour un débit de méthanol de 1 ml/mm [le bruit est de l'ordre de $10^{-7} \Delta RI$ et la] dérive inférieure à $3.10^{-7} \Delta RI$ par heure.



**JOBIN
YVON**

DIVISION d'INSTRUMENTS S.A.

depuis plus de 160 ans, notre matière, c'est la lumière

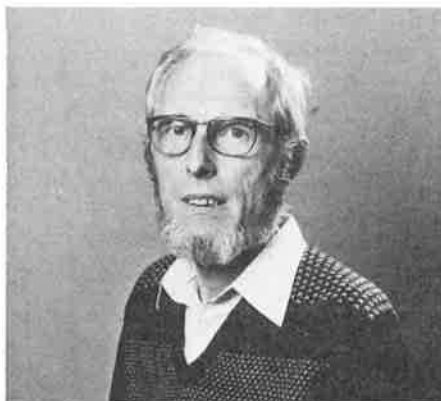
16-18, rue du Canal - 91163 LONGJUMEAU Cedex - Tél. (6) 909.34.93 - Télex JOBYVON 692882 F

Les idées de Piaget et l'enseignement universitaire de la chimie

Nos collègues américains fascinés par l'œuvre
du maître de Genève...

par Maurice Padeloup

(Laboratoire de chimie de coordination du CNRS, Université Paul Sabatier, 205 route
de Narbonne, 31400 Toulouse)



Maurice Padeloup

Spécialiste mondialement reconnu du développement de la pensée chez l'enfant qu'il étudie depuis 60 ans (1), Jean Piaget est le théoricien leader en psychologie infantile auquel se réfèrent la plupart des chercheurs en sciences de l'éducation (19).

Dans ce domaine de l'analyse du développement intellectuel qu'il a lui-même fondé, il totalise 7 572 citations entre 1969 et 1977 (« Science Citation Index »), soit le double des autres vedettes actuelles des sciences humaines, ce qui en fait l'équivalent contemporain de Freud (12 319 citations durant la même période).

Qu'on lance un nouveau périodique international sur l'éducation scientifique et le premier article de son premier numéro s'intitule : « Piaget's cognitive psychology and its consequences for the teaching of science » ! (2).

Visant à constituer une épistémologie « génétique », c'est-à-dire reliant la signification et la validité des connaissances à leur mode de construction (en remontant jusqu'à leurs sources biologiques) (3), l'œuvre de Piaget continue de s'élaborer au centre pluridisciplinaire qu'il anime à Genève.

Piaget distingue, dans le développement intellectuel de l'individu, quatre stades qui correspondent à de véritables réorganisations des structures mentales, et non pas à des ajouts successifs. Le dernier de ces stades,

celui des « opérations formelles », s'établirait entre 11 et 16 ans et caractériserait la pensée adulte. On estime donc habituellement que les théories de Piaget concernent essentiellement les enseignements du premier et du second degré mais, qu'au niveau universitaire, elles n'appellent pas d'attention particulière puisque les étudiants ont en principe terminé leur développement intellectuel (14) et devraient être capables de formaliser sans difficulté, aptitude qui fonde justement le type d'enseignement que nous leur dispensons.



Cependant, plusieurs études effectuées en Amérique durant la dernière décennie (14, 15), ont montré qu'environ 50 % des étudiants débutant ne sont pas aptes au raisonnement abstrait, à la démarche « Hypothético-déductive » caractéristique de la pensée adulte. Ils raisonnent encore au niveau dit « des opérations concrètes » qui définit le stade précédent, troisième stade du développement cognitif selon Piaget, où le sujet a besoin de l'expérience concrète et effective mettant en jeu les objets réels dans le présent immédiat pour structurer sa pensée.



Dès lors, certains de nos collègues américains ont réfléchi aux difficultés qu'ils rencontrent dans leur pratique de l'enseignement de la chimie dont ils s'accordent à penser que le contenu est manifestement de nature « formelle ». Les concepts qui y sont spécifiquement impliqués n'ont pas été analysés par Piaget qui, malgré sa formation initiale de biologiste, s'est plutôt intéressé à l'enseignement des mathématiques (4).

C'est surtout à la suite de l'article de J. D. Herron, publié en 1975, « Piaget for chemists » (5) que des suggestions, études et analyses diverses se sont multipliées, particulièrement durant ces deux dernières années (9-16). L'auteur y mettait en relation les difficultés, qu'il avait par exemple rencontrées dans un enseignement de chimie à des étudiants de sciences économiques, avec les mécanismes mentaux qui différencient les troisième et quatrième stades.





Cet intérêt grandissant a suscité, dans le numéro de mars 1978 du *Journal of Chemical Education*, qui ne comportait pas moins de trois articles sur ce sujet (10-12), un éditorial

Exemple



Here is a clay ball.  Here is a jar of water. 




We put the ball in the water.  → 



What happens?





(A) B C D

Here is a light ball.  Here is a small, heavy ball. 

 →  

 → 

What happens with the small, heavy ball?

A B C D

Test élémentaire tiré de l'IPDT (14).

en forme de mise en garde de l'« Editor » W. T. Lippincott qui, tout en reconnaissant la portée des théories de Piaget, demandait qu'on n'en tire pas prétexte pour dissimuler la complexité des concepts qui donnent à la chimie sa valeur de discipline à part entière (9).

Cependant, plusieurs autres articles ont été publiés par cette même revue en 1979,

particulièrement en juillet dernier un « resource paper » de 131 références, qui fait le point des opinions, résultats et conclusions qui découlent de ces nombreuses études (15).

Je tenterai, pour ma part, de résumer les données essentielles qui s'en dégagent en classant les problèmes abordés en trois catégories, par ordre de difficulté croissante :

1. Comment distinguer les connaissances et

concepts, que j'appellerai « formels », qui ne sont accessibles qu'au stade des opérations formelles, de ceux qui sont du domaine des opérations concrètes (dénommés ici « concrets ») ?

2. Comment distinguer les individus qui raisonnent couramment au niveau de la pensée formelle de ceux qui sont encore au stade des opérations concrètes ou qui y reviennent fréquemment ?

3. Doit-on et peut-on accélérer chez les étudiants concernés le passage du troisième au quatrième stade ?

I. Distinction entre connaissances et concepts « concrets » et « formels »

Pour la mieux saisir, je tirerai quatre exemples du contenu habituel de la chimie en début du premier cycle inspirés du tableau très significatif dressé par Herron dans son premier article (5) à partir de 16 sujets qui nous sont familiers (tableau 1).

Herron note que, d'une façon générale, les concepts qui impliquent un rapport (densité, molarité, système des masses atomiques) se forment plus difficilement, mais que l'étudiant compense en mémorisant un algorithme qui lui permet d'effectuer les calculs numériques, ce qui amène l'enseignant à se faire certaines illusions sur l'efficacité de son enseignement.

Je remarque pour ma part, à propos de l'exemple 4, qu'en 1^{er} cycle les cours et les livres traitent l'atomistique et la liaison chimique (niveau microscopique) et la thermodynamique chimique (niveau macroscopique) de façon complètement indépendante sans s'aventurer en ménageant une transition qui esquiverait le raisonnement qui permet de passer de l'un à l'autre. Une telle impasse, plus ou moins inconsciente, atteste probablement du caractère formel très accentué de cette opération.

Dans son second article (10), Herron distingue trois classes de concepts en fonction du facteur « perceptibilité » :

- ceux auxquels on peut associer des exemples perceptibles, ainsi que des attributs perceptibles, comme la notion de changement d'état solide-liquide-gaz ;
- ceux qui comportent des exemples, mais pas d'attributs perceptibles (distinction entre corps simple et corps composé) ;
- ceux qui ne comportent ni exemples, ni attributs perceptibles (concepts d'atome ou de molécule).

Les premiers sont facilement perçus au stade « concret » qui utilise le processus logique de sériation et de correspondance. Les deux autres classes de concepts ressortent de la pensée formelle et ils ne peuvent pas être tirés de l'expérience concrète directe : on ne peut pas « regarder » à l'intérieur d'un atome comme on peut le faire pour une cellule en biologie. Et, contrairement aux mathématiques, ces trois classes de concepts interfèrent en chimie, ce qui complique la tâche de

l'enseignant qui veut construire son programme en tenant compte des théories de Piaget. C'est cependant à ce niveau que nous disposons de la plus grande latitude et du minimum d'incertitudes.

En France, cartésiens incorrigibles, nous pensons devoir commencer par enseigner ce que nous appelons les « bases », c'est-à-dire les notions les plus formelles et abstraites, pour en tirer ensuite les justifications des divers phénomènes observés.

Bien que philosophiquement défendable, cette démarche s'effectue à contresens de la genèse intellectuelle de l'individu, et même de la connaissance scientifique collective qui s'élabore à la suite de tâtonnements expérimentaux et théoriques par de brusques structurations (relativité, mécanique quantique, régulation allostérique).

C'est donc une hiérarchie contre nature qui amène aussi à privilégier prématurément l'enseignement magistral et tend à faire évoluer l'étudiant en dehors de son schéma naturel (6).

Cependant, comme nous le verrons plus loin, il ne suffit pas de rétablir une progression plus naturelle pour résoudre tous les problèmes pédagogiques.

II. Distinction entre individus « concrets » et « formels »

C'est apparemment sur ce point que Herron a reçu le plus de questions à la suite de son premier article et auxquelles il a tenté de répondre en 1978 (10). Confronté au pragmatisme américain, il souligne que le test « papier-crayon » classique est inadéquat et que Piaget et Inhelder ont utilisé pour cela uniquement l'entretien individuel et l'observation directe.



Jean Piaget

(Photo Unesco)

Tableau 1

Connaissances accessibles au stade « concret »	Connaissances qui ne sont assimilables qu'au stade « formel »
1. Celles qui sont issues de mesures par lecture directe (balance trébuchet, pH mètre).	1. Celles qui concernent les grandeurs dérivées : densité, enthalpie de réaction, « activité » et théorie du pH.
2. Équilibrer une réaction par tâtonnements, calculer une masse moléculaire, concentration, etc..., à l'aide des formules données ou mémorisées.	2. Dédire une méthode pour équilibrer une réaction d'oxydoréduction de la notion de transfert électronique ; calculer une concentration après des dilutions successives non prévues.
3. Notion d'acidité liée à la teinte d'un réactif ou à la zone du cadran vers laquelle dévie l'aiguille du pH mètre.	3. Acide en solution dans l'eau libre H^+ (Arrhénius), concept d'acide comme donneur de H^+ (Bronsted-Lowry), et enfin comme accepteur de doublet électronique (Lewis) qui nécessite déjà un bon niveau de raisonnement formel.
4. A partir d'un modèle mécanique du gaz parfait, prévoir l'effet d'une augmentation de la température sur la pression et l'énergie cinétique moyenne.	4. Interpréter les phénomènes macroscopiques à partir des grandeurs microscopiques ; interprétation statistique de l'entropie, grandeurs intensives et extensives.

S'interrogeant sur la nécessité d'une telle identification, il pense que, si elle est justifiée, l'enseignant éclairé peut mieux y parvenir au travers d'une discussion informelle en T.P. ou T.D., et qu'elle devrait se limiter à détecter les difficultés momentanées de certains étudiants confrontés à un processus précis du raisonnement formel : proportionnalité, ou nécessité logique d'envisager toutes les hypothèses possibles ou du « toutes choses égales par ailleurs ».

La tentation d'élaborer et d'utiliser des méthodes « standardisables », pour suivre le niveau cognitif de groupes d'étudiants, l'a cependant emporté. Deux séries de tests ont été publiées en 1979 dont l'une, « An inventory of Piaget's developmental tasks » (IPDT) a été « validée » (14) par rapport aux résultats issus d'entretiens cliniques décrits par Piaget. Elle est présentée comme commode, pratique et sûre pour une large gamme de groupes d'âge et peu sensible aux facteurs situationnels. Elle comprend 72 tests du type à choix multiple, sans temps limité, qui ont été administrés à 520 sujets scientifiques ou non allant d'étudiants débutants à des adultes d'âge varié.

Les auteurs précisent que l'IPDT ne sera utilisé que lorsque l'entretien individuel n'est pas possible et qu'on recherche un outil de mesure rapide et global dont les résultats devront être interprétés uniquement en fonction des théories de Piaget.

En ce qui concerne les étudiants de chimie (89 scientifiques et 21 non scientifiques), les performances des scientifiques sont légèrement meilleures mais la différence n'est pas significative. Cette observation surprenante est en accord avec d'autres études, de même que la faible corrélation ($r = 0,28$) trouvée entre le succès aux examens et les résultats obtenus à l'IPDT. Les auteurs estiment que des recherches plus précises devraient résoudre ces paradoxes.

La seconde série, publiée tout récemment (16), comporte 20 tests « papier-crayon » à choix multiple se rapportant à 6 opérations logiques : proportionnalité, combinatoire, probabilité, raisonnement conditionné, contrôle des variables et applications d'une règle universelle (conservation de la matière). Elle a porté sur 435 scientifiques, 426 non scientifiques et 27 étudiants de troisième année de chimie physique, mais elle n'a pas été « validée ».

Les observations précédentes s'y trouvent

confirmées et précisées. Les auteurs pensent qu'il n'est pas utile de distinguer à tout prix les étudiants « formels » des « concrets » et qu'il vaut mieux estimer séparément leur aptitude aux opérations logiques spécifiques de la chimie. Par exemple, ils ont été frappés par les faibles scores obtenus aux tests de proportionnalité, laquelle intervient fréquemment dans les raisonnements en chimie (stœchiométrie). Ils ont remarqué en outre que cette aptitude ne s'améliorait pas sensiblement en cours d'étude : sur des problèmes simples, les débutants sont même plus performants que les étudiants de troisième année ! Il me semble que cette anomalie est à rapprocher des résultats de tests de raisonnement conditionné (16) où les étudiants avancés sont moins aptes que les débutants pour concevoir une hypothèse qui contredit les connaissances acquises mais qui s'avère nécessaire pour interpréter des données nouvelles. Il y a là un phénomène de rigidité cognitive qui rappelle manifestement l'« obstacle épistémologique » de Bachelard (23).

Vis-à-vis de la conservation de la masse (début des opérations formelles), les résultats sont également médiocres. Lorsqu'on demande quelle est la masse d'une solution formée à partir d'une masse a de solvant et b de soluté, il y a échec pour 26 % des débu-

tants et 32 % des étudiants de troisième année. J'ai moi-même constaté la confusion qui existe, même en fin de maîtrise, entre corps fondu et corps dissous, chez les étudiants qui s'affolent lorsqu'il leur faut récupérer un produit de synthèse en évaporant le solvant sous vide : ils sont persuadés que tout va partir !

Quant au contrôle des variables en cours d'expérience, il est aussi déficient. Pour l'illustrer on peut envisager l'épreuve suivante rapportée par Herron (5) : on demande dans quel flacon se produit la couleur jaune à partir de solutions incolores numérotées de 1 à 4 (H_2SO_4 dilué, H_2O_2 diluée, H_2O pure, thiosulfate de Na) en ajoutant une solution de KI d'une burette marquée g . La plupart des élèves procèdent dans le désordre, par essais et erreurs, rares sont ceux qui notent à mesure le numéro des flacons, en éliminant les essais négatifs.

Les auteurs de cette seconde série de tests pensent que de telles maladroites révèlent une incapacité à dépasser la perception immédiate des éléments d'un problème et une inaptitude à l'analyse formelle structurée suivant le mode hypothético-déductif caractéristique du quatrième stade.

III. Problème du passage du troisième au quatrième stade : est-il souhaitable de l'accélérer et comment peut-on y parvenir ?

Au niveau de l'intention, du projet éducatif, il y a consensus pour répondre par l'affirmative à la première partie de la question. Tout au plus peut-on signaler l'« opinionite » négative émise dans cette même revue (18) à propos de la formalisation et de l'influence « piagétienne ».

Bien que discipline essentiellement expérimentale, la chimie se structure grâce à un ensemble complexe de concepts formels qui sont, de plus, trop divers pour être efficacement remplacés dans la pratique par deux ou trois algorithmes passe-partout. L'accroissement rapide du domaine et du niveau des connaissances requises fait que l'aptitude à la formalisation est de plus en plus nécessaire. Cette opinion transparait même dans l'appréciation réservée de Lippincott précédemment signalée (9).

La faible corrélation entre l'aptitude au raisonnement formel et le succès aux examens n'est pas non plus invoquée pour dissuader les enseignants de poursuivre cet objectif : elle est considérée comme un simple problème de docimologie, donc d'adaptation du mode d'évaluation des connaissances (16).

Dès lors, se pose la question épineuse du « comment ? ». Beistel semble bien formuler le problème en préconisant le maintien d'un « décalage optimal » afin qu'il existe pour chaque système de notions ou d'opérations une vitesse optimale à trouver : avancer trop vite est sans doute nuisible à la solidité des

constructions et aux pouvoirs d'assimilation, mais marcher trop lentement est tout aussi dangereux à d'autres ou aux mêmes points de vue » (3).

C'est au niveau de la réalisation que les résultats sont peu satisfaisants et même, à la limite, embarrassants. Notons, en premier lieu, les méthodes dites de « training », c'est-à-dire celles qui visent à améliorer les performances dans les processus de raisonnement spécifiques du stade des opérations formelles (sériation, conservation, implication, etc...) indépendamment des connaissances propres à une discipline donnée (15). Elles ne doivent pas être confondues avec les techniques de « renforcement », du type « plan Keller » (17), qui procèdent des théories « behavioristes » fort controversées et étrangères à l'épistémologie génétique de Piaget, en dépit d'une tentative de rapprochement (7) qui n'est pas vraiment convaincante.

Le « training » améliore effectivement le niveau des réponses aux problèmes « piagétiens », mais il n'y a pas en général rétention des aptitudes acquises ni transfert à un corps de connaissances scientifiques (15).

Dans son premier article (5), Herron suggérerait que les concepts de la chimie soient dégagés de l'étude d'exemples concrets à partir desquels s'opérerait une modélisation des notions abstraites. Il pensait que les sujets « concrets » pourraient ainsi structurer chaque système de concepts à partir de substituts préformels. Lippincott estime

pour sa part qu'une telle approche n'est pas rentable à cause de la multiplicité des concepts nécessaires à la chimie (9).

Dans son second article (10), Herron dénonce le travers, particulièrement marqué en chimie physique, qui consiste à développer d'emblée des notions et formules abstraites, sans expériences ni illustrations concrètes à l'appui. Il invoque le fait que Piaget lui-même a constaté que les individus « formels » reviennent aux opérations concrètes et même au raisonnement préopératoire toutes les fois qu'ils abordent un domaine nouveau, et que, de plus, il y a demande fréquente et pressante de référence concrète dans la question : pouvez-vous nous donner un exemple ? Et lui-même de donner un exemple qui, banal dans son contenu, montre bien comment on peut mettre le sujet (l'étudiant) en interaction avec l'objet (la connaissance à acquérir) sans faire réaliser effectivement l'expérience. Or, selon Piaget, cette interaction est justement le facteur essentiel du développement intellectuel de tout individu (13). Dans le problème simple qui consiste à calculer la constante de disso-

ciation $k = \frac{x^2}{0,1 - x}$ d'une solution d'acide

acétique 0,1 M (x étant la fraction dissociée), Herron partage les étudiants en deux groupes ; l'un fait le calcul rigoureux complet, l'autre utilise l'approximation habituelle qui néglige x par rapport à la concentration initiale, et on confronte les résultats. De cette façon, l'approximation se trouve légitimée aux yeux des étudiants « concrets », qui sont

souvent plus « légalistes » que les « formels ».

Mais Herron reconnaît que l'appel au concret ne résoud pas tout, et qu'il peut être sans valeur dans le raisonnement formel pur, qui implique la capacité d'effectuer des opérations sur d'autres opérations. Il relève qu'on a souvent recours alors à des analogies et il souligne qu'elles doivent être utilisées avec le plus grand discernement. A propos d'un film d'animation qui illustre les notions de spectroscopie moléculaire en montrant les interactions entre modèles mécaniques, il constate que son impact est meilleur sur les étudiants « formels » qui voient de suite la forme de logique qui est impliquée, que sur les autres qui ne savent pas l'extraire et l'appliquer au-delà de l'expérience sensible.

J'ai moi-même constaté ce type d'échec en utilisant l'analogie (que je trouve pour ma part géniale !) que fait Kauzmann entre les modes normaux de vibration qui s'instaurent à l'intérieur d'un gaz contenu dans une cavité sphérique et les orbitales d'un système

hydrogénoïde, analogie qui est illustrée par des figures simples et suggestives (20). La plupart des étudiants de licence sont visiblement gênés par une telle promiscuité imposée à l'entité quantique ψ ! Il en est de même pour les belles images photographiques représentant ces orbitales et obtenues par White à partir d'un modèle mécanique (21). Elles ont été reproduites dans les premiers livres de base (22) mais n'ont pas été reprises par les ouvrages récents.

C'est dans l'article qui suit immédiatement celui de Herron qu'est rapporté le résultat le plus spectaculaire et le plus tangible dans cet ordre d'idées (11). Il est tiré d'une série d'expériences conduites méthodiquement sur des étudiants d'un cours d'initiation à la chimie dans une « high school » du Connecticut. Le thème retenu était l'acquisition de la notion de stoechiométrie qui, pour deux sections (groupe témoin), était enseignée selon le mode magistral, et pour deux autres sections (groupe expérimental) à l'aide d'exemples concrets et de modèles atomiques et moléculaires. En analysant les réponses aux deux questions suivantes, nouvelles

pour les deux groupes :

1. Qu'est-ce qui contient le plus d'atomes : 30 g d'oxygène ou 30 g de chlore ? (justifiez votre réponse);

2. 35 g de chlore réagissent avec 35 g de sodium. Y a-t-il tout juste assez de chaque réactif ou bien y a-t-il excès de sodium ou excès de chlore ? (justifiez);

les auteurs ont constaté que l'utilisation des modèles concrets profitait beaucoup plus aux étudiants qui avaient déjà un bon niveau de raisonnement formel qu'à ceux qui raisonnaient au stade des opérations concrètes, de sorte que le fossé entre « concrets » et « formels » s'en trouvait nettement élargi.

Si on ajoute à ce dilemme l'argument suivant lequel le retard des « concrets » pourrait être en partie d'origine génétique, argument basé sur le fait que les garçons sont un peu plus nombreux que les filles à atteindre le quatrième stade (5), on réalise combien il peut être dangereux d'avancer des conclusions trop hâtives dans ce domaine. On risquerait, pour le moins, d'alimenter la controverse stérile qui oppose actuellement les « innéistes » aux « environmentalistes ».

Conclusion

La théorie et les expériences de Piaget ne résolvent pas directement tous les problèmes pédagogiques. Mais elles offrent des données fondamentales remarquablement structurées qui nous permettent de mieux saisir les processus essentiels du développement intellectuel de l'être humain et, donc, d'éviter les erreurs majeures dont certaines peuvent provoquer de véritables régressions dans le fonctionnement de la pensée (15). Il serait biologiquement absurde de demander à des individus de procréer alors qu'ils ne sont pas encore nubiles ! Nous pouvons, à l'aide des analyses de Piaget, nous garder de telles absurdités dans l'élaboration de nos programmes et la conception de nos méthodes d'enseignement.

Il y a justement un point qui n'est pas abordé dans la longue série d'articles du *Journal of Chemical Education* : quel rôle spécifique l'enseignant peut-il jouer ? Bien que Piaget soit résolument partisan d'une pédagogie « active », l'enseignant n'est pas chassé du scénario, il doit être aussi actif que l'étudiant (2), son rôle sera celui d'un mentor qui

stimule l'initiative et la recherche (15). La belle formule qui cristallise la pensée de Piaget est : « comprendre, c'est inventer ! ». De ce point de vue, elle est donc beaucoup moins négative que celle de l'Américain Rogers, apôtre de la non-directivité : « Learning is beautiful, teaching is ridiculous ». Simplement, l'enseignant doit se garder d'imposer son schéma d'assimilation tant que celui-ci est trop différent de celui de l'étudiant. L'équilibre entre les schémas est essentiel pour préserver l'efficacité du dialogue, donc de l'action, entre les deux partenaires (2).

Enfin, Piaget pense que les rapports de la psychologie et de la pédagogie sont comparables à ceux qui unissent la physiologie ou la biologie générale à la médecine. C'est à la pédagogie expérimentale de déterminer par des comparaisons très méthodiques et très systématiques entre diverses méthodes et diverses populations (3) quel est le meilleur projet éducatif. Durant ces dernières années, nos collègues américains ont entrepris une telle expérimentation dans l'enseignement de

la chimie. Il nous faut reconnaître que, pour une fois, nous serions mieux placés qu'eux, car l'œuvre fondamentale de Piaget, dont certaines parties sont jugées d'interprétation délicate, est entièrement conçue et publiée dans notre langue. C'est d'ailleurs à une batterie de tests du Français F. Longeot, publiée en 1962 et 1964 dans le *Bulletin de l'Institut National d'Étude du Travail et d'Orientation professionnelle*, que se réfèrent Herron (10) et les auteurs de l'IPDT (14).

Mettant en application la méthode qui consiste à partir de l'expérience concrète (celle des lecteurs enseignant la chimie...) pour aborder ensuite les opérations formelles, c'est dans un prochain article que mon collègue J. Dousset fera une mise au point sur les grands principes qui se dégagent des analyses et des ouvrages de Jean Piaget.

Je remercie par ailleurs le Professeur Maurice Gomel qui a suggéré la rédaction de cet article et m'y a très vivement encouragé.

Bibliographie

La presque totalité des articles analysés étant tirés du *Journal of Chemical Education*, cette revue sera désignée par le sigle *J.C.E.*, mais le titre de chaque article sera entièrement énoncé.

- (1) H. Gardner (Harvard Univ.), *New York Times*, 1979 (3 janvier), p. C 1-9.
- (2) F. Kubli, *European J. Sci. Educat.*, 1979, 1, 21.
- (3) J. Piaget, allocution prononcée lors de la remise du Prix de l'Éducation (Fondation MGEN), *Bull. MGEN*, 1973, n° 19, p. 12.

- (4) *Le Monde de l'éducation*, octobre 1979 : L'enseignement des mathématiques, p. 15 et 20.
- (5) J. D. Herron, *J.C.E.*, 1975, 52, 146 : Piaget for chemists.
- (6) D. N. Beistel, *J.C.E.*, 1975, 52, 151 : A Piagetian approach to general chemistry.
- (7) D. W. Brooks, H. F. Holtzclaw, J. D. Lewis, *J.C.E.*, 1975, 52, 581 : Perspectives on curricula.
- (8) M. Albanese, D. W. Brooks, V. W. Day, R. A. Koehler, J. D. Lewis, R. S. Marianelli,

- E. P. Rack et C. Tomlinson-Keasey, *J.C.E.*, 1976, 53, 571 : Piagetian criteria as predictors of success in first year courses.
- (9) W. T. Lippincott, *J.C.E.*, 1978, 55, 139 : Piaget : How best to use his findings ?
- (10) J. D. Herron, *J.C.E.*, 1978, 55, 165 : Piaget in the classroom : guide lines for applications.
- (11) M. P. Goldstein et A. C. Howe, *J.C.E.*, 1978, 55, 171 : Application of piagetian theory to introductory chemistry instruction.

- (12) D. W. Brooks, J. J. Scholz et T. J. Tipton, *J.C.E.*, 1978, **55**, 173 : Concrete illustrations of formal concepts.
- (13) R. Good, E. K. Mellon et R. A. Kromhout, *J.C.E.*, 1978, **55**, 688 : The work of Jean Piaget.
- (14) L. Milakofsky et H. O. Patterson, *J.C.E.*, 1979, **56**, 87 : Chemical education and Piaget.
- (15) R. Good, R. A. Kromhout et E. K. Mellon, *J.C.E.*, 1979, **56**, 426 : Piaget's work and chemical education.
- (16) H. Williams, C. W. Turner, L. Debreuil, J. Fast et J. Berestiansky, *J.C.E.*, 1979, **56**, 599 : Formal Operational reasoning by chemistry students.
- (17) P. Laszlo, *L'actualité chimique*, 1974, **2** (février), 21.
- (18) L. Morin, *L'actualité chimique*, 1974, **7** (octobre), 3.
- (19) A. Kornhauser, *L'actualité chimique*, 1978, **7** (octobre), 36.
- (20) W. Kauzmann, *Quantum Chemistry*, Academic press, New York, 1957, p. 107 et B. V. I. Blokhintsev, *Mécanique quantique*, Masson, 1967, p. 197.
- (21) H. E. White, *Physical Rev.*, 1931, **37**, 1416.
- (22) G. Herzberg, *Atomic Spectra and Atomic Structure*, Dover, New York, 1944, p. 44 et W. J. Moore, *Chimie Physique*, Dunod, Paris, 1965, p. 594.
- (23) G. Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, J. Vrin, Paris, 1975.



**SÉPARATIONS •
PURIFICATIONS
SÉLECTIVES**
des produits organiques fins par
**CHROMATOGRAPHIE GAZEUSE
PRÉPARATIVE INDUSTRIELLE**

Traitements à façon
Etudes d'optimisation

ELF-SRTI

Direction commerciale :
Tour Aquitaine
Cedex 4
92080 PARIS LA DEFENSE
Téléphone : 778.14.15
Télex : ELFAN 203 807 F

Département technique :
C.R.E.S.
B.P. 22
69360 SOLAIZE
(St Symphorien d'Ozon)
Téléphone : (78) 69.81.68
Télex : 300591

Édition française des règles de nomenclature pour la chimie inorganique

Un numéro spécial de 64 pages du « Bulletin », édité par la Société Chimique de France, présentant les règles formulées, en 1970, par la Commission de nomenclature en chimie inorganique de l'I.U.P.A.C.

Prix : 50 F.

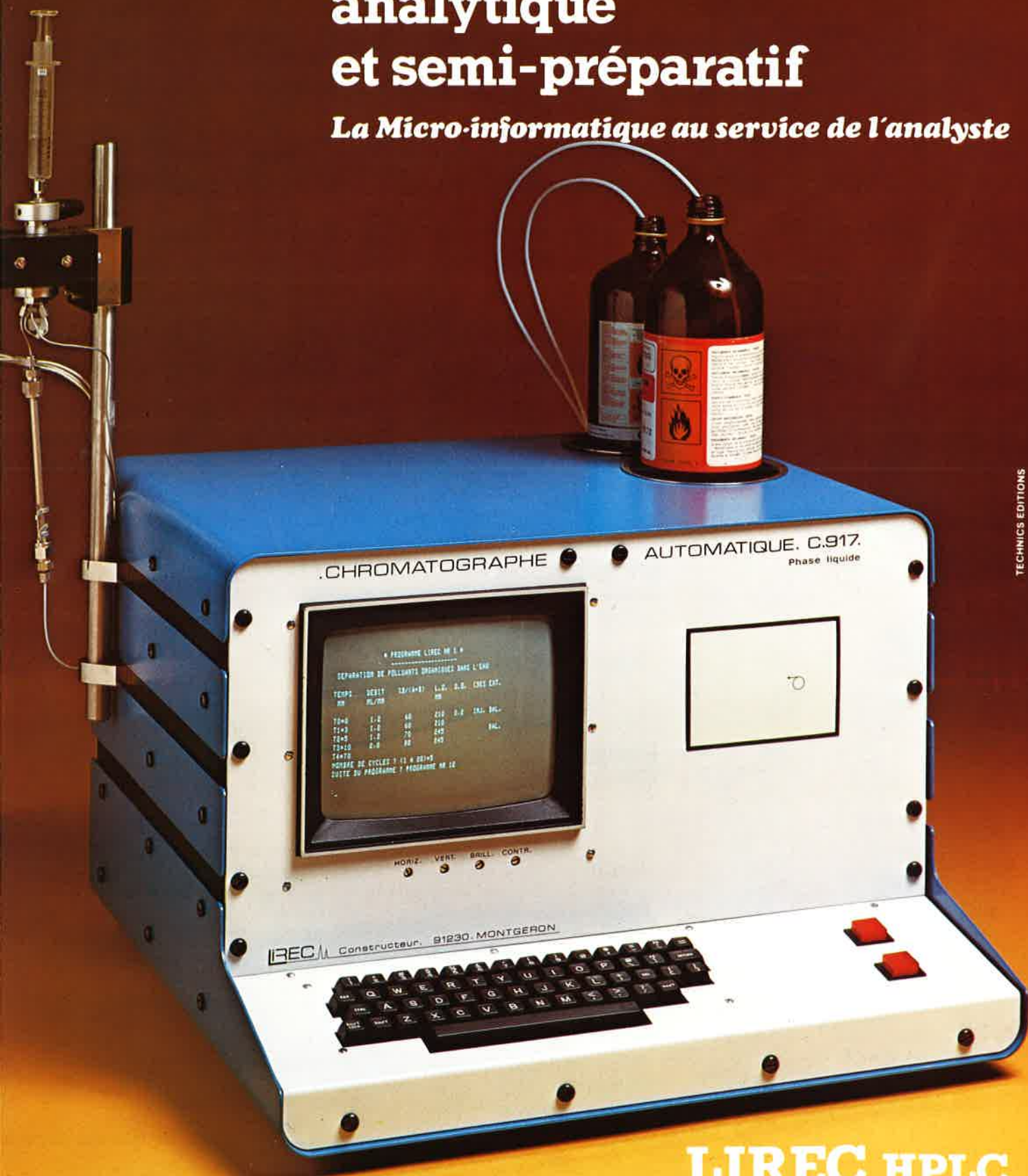
Une commande, pour être agréée, devra être accompagnée du règlement correspondant, sous forme de chèque bancaire ou de chèque postal (280-28 Paris), à l'ordre de la Société Chimique de France.

Il ne sera pas délivré de facture.

C 917

Chromatographe en phase liquide analytique et semi-préparatif

La Micro-informatique au service de l'analyste



TECHNICS EDITIONS

LIREC HPLC
The European
Technological Challenge



C 917

LIREC

Une gamme complète en HPLC

Un ensemble complet de chromatographie à microprocesseur avec écran et clavier.

- Programmation :
- de la composition de la phase liquide à 2 ou 3 solvants
 - du débit
 - des injections
 - de la longueur d'onde et de la sensibilité du spectrophotomètre

Correction automatique de la dérive de la ligne de base.

En option :

- capacité mémoire illimitée avec le lecteur enregistreur de cassettes
- enregistreur imprimant et graphisme sur écran

PRIX 69000



C 914

Ensemble isocratique à hautes performances

- Pompe sans pulsation
- Détecteur ultraviolet à filtre
- Système d'injection
- Colonne analytique ou semi-préparative

Idéal pour les travaux de routine, cet appareil peut être utilisé en recherche.

PRIX 29800



SP 907S

Détecteur ultraviolet

- Variation continue de la longueur d'onde de 190 à 350 nm à l'aide d'un monochromateur à commande manuelle
- Sensibilité de $2,5 \cdot 10^{-3}$ à 1,28 U.A.
- Bande passante : 5nm
- Constante de temps : 0,25 ou 0,5 seconde
- Cuve analytique ou préparative

PRIX 19000



UV 904S

Détecteur ultraviolet à filtre interférentiel

- Lampe à vapeur de mercure basse pression pour travail à 254 nm ou de 280 à 330 nm.
- Version analytique et préparative.

PRIX 8000



GS 803

Programmeur de gradients à microprocesseur.

Quel que soit le type de pompage que vous possédez, GS 803 vous permet de réaliser des gradients d'élution.

En couplant le GS 803 à un injecteur automatique LIREC, vous disposerez d'un ensemble de chromatographie sophistiqué pour la recherche ou les contrôles de routine.

PRIX 15800

Colonnes analytiques

Tous remplissages pour chromatographie d'adsorption, en phase inverse ou par appariement d'ions.

PRIX 700

Granulométrie fine ($5 \mu\text{m}$) et régulière

LIREC HPLC

11, avenue de la République
91230 MONTGERON (FRANCE)
Tél. (6) 903.85.02+

Veillez m'envoyer la documentation complète et les prix sur le ou les appareils suivants : C 917- C 914- SP 907 S- UV 904 S- GS 803- Colonnes analytiques.

NOM _____ SOCIETE _____

LABO _____ TELEPHONE _____

ADRESSE _____

_____ CODE POSTAL _____

TECHNICS EDITIONS

AC

Le 13^e symposium international de chromatographie à Cannes

Cannes et la chromatographie de demain

par Robert Rosset

(Professeur à l'École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de Paris)



Avec 1 200 participants attendus et une cinquantaine d'exposants, Cannes devrait être, entre le 30 juin et le 4 juillet prochains, le rendez-vous international des chromatographistes. Contrairement à d'autres symposiums plus spécialisés, celui de Cannes ne devrait pas privilégier la chromatographie en phase gazeuse par rapport à la chromatographie en phase liquide, traduisant d'ailleurs la situation de fait actuelle. En effet, 1980 est précisément l'année où les courbes de croissance de ces deux techni-

ques (mesurées par les prix de vente des équipements) devraient se croiser, la chromatographie en phase liquide prenant le pas sur la chromatographie en phase gazeuse (au point de croisement, le total des ventes d'équipement pour chacune des techniques sera voisin de 150 millions de dollars).

Ce numéro de *L'actualité chimique* a voulu, lui aussi, faire la part égale aux deux techniques et, bien que ce soit toujours un exercice périlleux, on peut tenter de profiter de ce symposium pour discerner les tendances de la chromatographie.

Le développement de la chromatographie en phase gazeuse continue à être intense : déjà très perfectionnée, elle utilise pleinement les nouvelles technologies liées à l'emploi des microprocesseurs ; les nouvelles générations de chromatographes en phase gazeuse sont puissamment automatisées et le bon usage des possibilités de ces appareils exige autant de savoir dialoguer avec un ordinateur que de connaître la chromatographie et ceci doit être compris des enseignants en chimie analytique : la microinformatique doit faire partie de l'enseignement de l'analyse et l'on doit privilégier en travaux pratiques les appareils où ce dialogue s'instaure, même s'ils sont considérés par certains comme « moins pédagogiques ».

Le progrès majeur de ces dernières années a été la généralisation de l'emploi des colonnes capillaires. Le fait que le brevet de Golay soit tombé dans le domaine public a mis les constructeurs en concurrence, et cela a été générateur de progrès substantiels dans la fabrication des colonnes mais aussi dans celle des injecteurs et des détecteurs. On citera, par exemple, les nouveaux types de catharomètres où l'emploi des méthodes de la fluidique couplées avec celles de la commutation électronique fournit des détecteurs plus sensibles, plus stables et ayant un temps de réponse suffisamment court pour tirer parti des colonnes capillaires et de leur résolution.

Toutefois, le domaine où les progrès ont été le plus manifeste (parce que tout était à faire) reste celui de la chromatographie en phase liquide (CPL). On considère, généralement, que la CPL moderne est apparue en 1969 lorsque, pour la première fois, une session spéciale lui fut consacrée lors du 5^e Symposium international « Advances in Chromatography ». Il est plus exact de reconnaître qu'elle date de 1958 avec l'introduction par Spackman, Stein et Moore des premiers analyseurs automatiques d'acides aminés et de la publication, en

1965, par J. C. Giddings de l'ouvrage fondamental « Dynamics of chromatography » qui ouvrait la voie à ce qu'il fallait faire et inventer pour que la chromatographie en phase liquide devienne une méthode d'analyse efficace.

Au cours des dix dernières années, les théories et les aspects pratiques de la CPL ont progressé rapidement. Sur le plan théorique, on citera surtout l'optimisation des séparations en fonction du but poursuivi : l'utilisation par Knox des grandeurs réduites suggérées par Giddings a permis de comprendre le rôle du diamètre des particules de phase stationnaire, de la viscosité de la phase mobile et d'établir les relations entre temps d'analyse, longueur des colonnes, perte de charge et nombre de plateaux théoriques.

Là encore, l'emploi des méthodes de la microinformatique permet de choisir de façon raisonnée les conditions optimales d'une séparation. Selon le but que l'on se propose, il existe un diamètre optimal de la phase stationnaire, et actuellement, on peut dire que la technologie des chromatographes (qui permettent d'opérer jusqu'à 500-600 bars) est très en avance sur les phases stationnaires dont on dispose (diamètre nominal dans le domaine 3-5 μm). On peut espérer des progrès par l'emploi de particules d'un diamètre compris entre 0,1 et 0,5 μm dans la mesure où l'on parviendra à les préparer et à maîtriser les colonnes correspondantes, surtout les effets dits « extra-colonne » qui deviennent importants avec des pics dont le volume total ne dépasse pas 1 μl .

L'autre voie de recherche concerne la réalisation de colonnes comportant 10^5 voire 10^6 plateaux théoriques.

Sur le plan des mécanismes de séparation, des progrès substantiels ont été accomplis et dépassent largement le simple domaine de l'analyse : en chromatographie d'adsorption le rôle de l'eau est aujourd'hui parfaitement compris et la notion de solvants isohydriques (qui maintiennent constante l'activité des gels de silice et d'alumine) permet de tirer pleinement partie du haut degré de perfection des colonnes correspondantes.

La chromatographie en phase liquide apparaît aussi comme la meilleure méthode pour déterminer les isothermes d'adsorption et les chimistes analystes ayant cette formation pourront certainement jouer un rôle efficace dans des domaines aussi variés que la catalyse, l'adsorption ou la flottation des minerais.

De même, les méthodes de synthèse des silices greffées se sont beaucoup perfectionnées : il a été montré que le paramètre fondamental est la surface hydrocarbonée greffée (produit du nombre de greffons par unité de surface par la surface du greffon) et cela doit conduire les fabricants à garantir ce paramètre pour les phases qu'ils commercialisent. Aujourd'hui, la chromatographie de partage est devenue la méthode de séparation la plus populaire (probablement 70 % des méthodes publiées).

Elle progresse dans le domaine des composés ionisés, les chaînes

alkylées permettant la rétention des paires d'ions formées par le composé ionisé et un contre-ion ayant une chaîne hydrophobe appropriée.

Les techniques de la chromatographie de partage ont, elles aussi, un intérêt qui dépasse largement l'analyse : chimie de la silice, étude des interactions hydrophobes, étude des paires d'ions, etc.

En chromatographie d'échange d'ions, on notera l'introduction de la chromatographie dite « ionique » : par le couplage d'une colonne de séparation et d'une colonne de neutralisation, il devient possible de détecter, en continu, les composés ionisés par conductimétrie. Son emploi, pour la séparation des anions inorganiques, puis sa généralisation à de nombreux composés organiques, ont constitué un progrès majeur de l'emploi des échangeurs d'ions en analyse.

D'autres progrès ont été accomplis : par exemple, la généralisation de la chromatographie d'échange de ligands aux gels de silice (en les saturant d'un cation de métal de transition comme le cuivre) ou la synthèse de silices greffées avec un groupement chiral pour la séparation des énantiomères.

La technologie des appareillages est en pleine évolution : l'emploi des microprocesseurs a conduit à l'automatisation des chromatographes. Les méthodes de régulation des débits sont devenues très précises et ont généralisé l'emploi des pompes à mouvements alternatif du piston. La commande de vannes proportionnelles permet de réaliser des éluions graduées avec deux ou trois solvants.

En détection, on citera les nouveaux spectrophotomètres permettant de choisir, pour chaque pic chromatographique, la longueur d'onde optimale, de corriger automatiquement les dérives de la ligne de base. Citons aussi la spectrofluorimétrie qui permet la détection de quelques 10^{-12} g injectés.

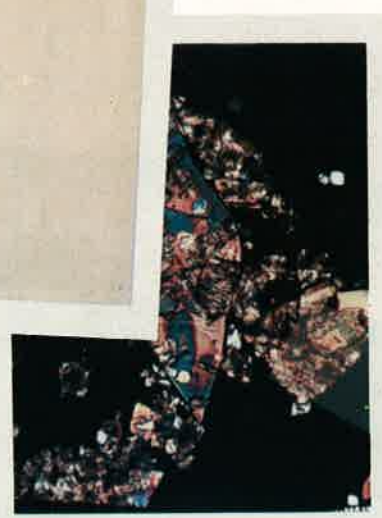
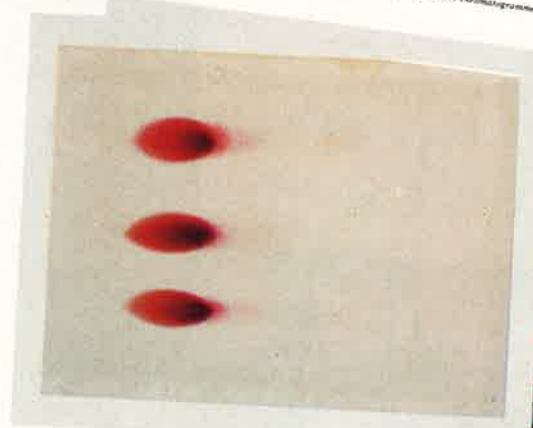
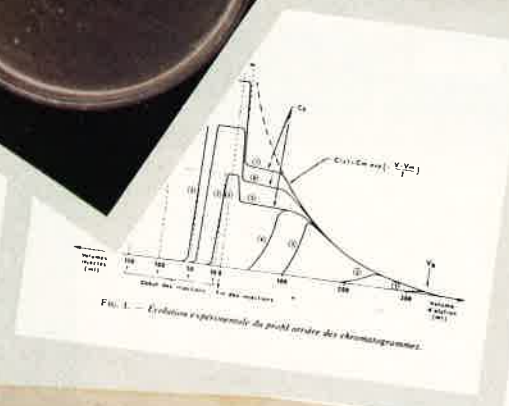
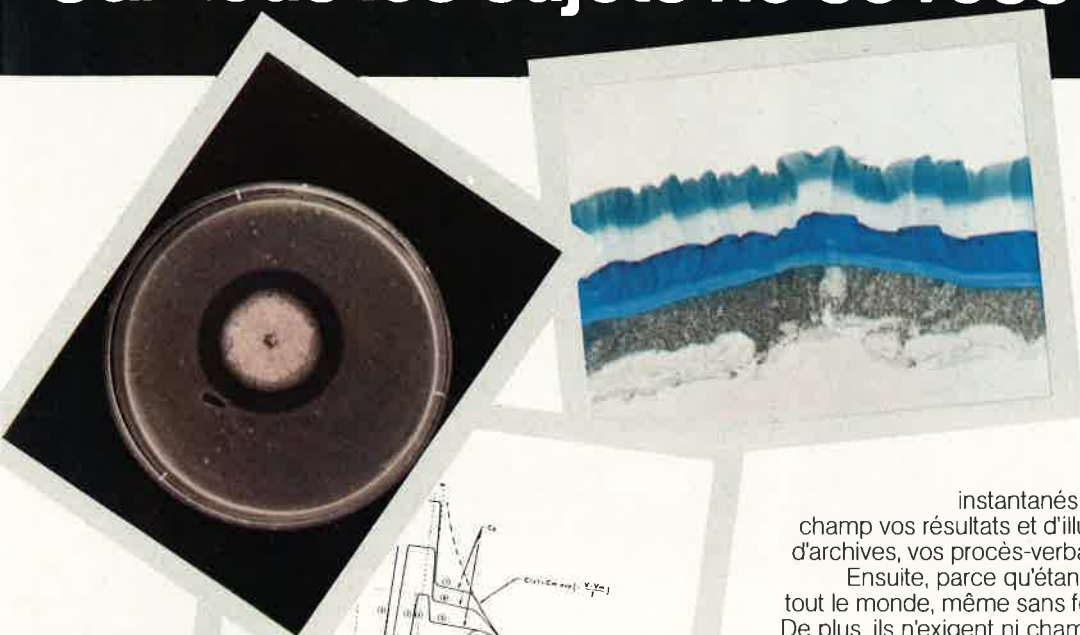
La détection électrochimique est un bon exemple de détection très sensible (10^{-12} - 10^{-14} g) et souvent très sélective; son emploi implique cependant que le chromatographe ait une formation générale en chimie analytique et possède les bases de la chimie des solutions et de l'électrochimie.

Enfin, le couplage entre la CPL et la spectrométrie de masse progresse rapidement avec les techniques de l'ionisation chimique et de la désorption de champ.

Couplage encore avec l'emploi de réactifs pour former, avec les composés à séparer, des dérivés colorés ou fluorescents.

En ce milieu de l'année 1980, la chromatographie est ainsi une discipline bien vivante; souhaitons au Congrès de Cannes de réaliser le brassage des idées et des hommes sans lequel il n'est pas de progrès de la connaissance.

20 films instantanés Polaroid. Car tous les sujets ne se ressemblent pas.



Quel que soit le domaine de vos activités, les 20 films à développement instantanés Polaroid peuvent vous apporter beaucoup.

D'abord, parce qu'étant instantanés, ils vous permettent de contrôler sur le champ vos résultats et d'illustrer immédiatement vos documents d'archives, vos procès-verbaux d'essais ou vos communications.

Ensuite, parce qu'étant simples, ils peuvent être utilisés par tout le monde, même sans formation photographique particulière. De plus, ils n'exigent ni chambre noire ni matériel de laboratoire, ce qui les rend particulièrement économiques en temps et en argent.

C'est pour répondre à tous vos besoins photographiques que Polaroid produit 20 types de films différents.

Il y a donc un film Polaroid (ou plusieurs) qui correspond exactement à ce que vous voulez faire. En couleurs, en noir et blanc (avec ou sans négatif), dans des sensibilités différentes et dans 5 formats différents du 8,5 x 10,5 cm au 20 x 25 cm.

Donc, qu'il s'agisse de photographier des machines-outils, des pièces défectueuses, des éprouvettes de laboratoire, ou encore des spécimens microscopiques, des plaques de chromatographie ou des écrans vidéo, il y a un ou plusieurs films professionnels Polaroid à développement instantané pour répondre au problème. Et sachez-le bien : les photos Polaroid noir et blanc ne "passent" pas. Les photos couleurs non plus d'ailleurs, car nos colorants sont les plus stables de tous ceux utilisés dans l'industrie photographique.

Alors, résultats immédiats, simplicité, possibilités quasi illimitées, économie, voilà de bonnes raisons pour consulter les techniciens Polaroid. Ils vous conseilleront sur le choix des appareils, des dos adaptables et des films Polaroid à utiliser dans votre cas particulier.

Polaroid. Centre d'Information et de Démonstration 141-143, av. de Wagram 75017 Paris.

Polaroid 1980 tous droits réservés. "Polaroid" est la marque déposée de Polaroid Corporation, Cambridge, Mass., U.S.A.

COUPON INFORMATIONS

A retourner à Polaroid France, Centre d'Information et de Démonstration, 141-143, avenue de Wagram, 75017 PARIS

Je désire être documenté(e) sur :

les 20 films instantanés Polaroid professionnels les dos Polaroid

les appareils de prises de vues Polaroid professionnels

Nom _____ Fonction _____

Société ou organisme _____

Rue _____ N° _____ Tél. _____

Ville _____ Code postal _____

LIQUID CHROMATOGRAPHY

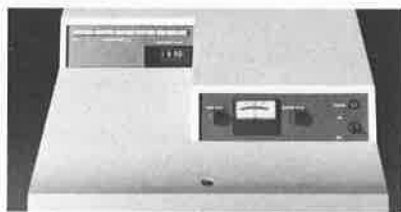


Enfin un détecteur spectrophotométrique conçu spécialement pour la CPL.

Le nouveau détecteur LC-75 de Perkin-Elmer possède une avance considérable par rapport à n'importe quel détecteur UV actuellement utilisé pour la chromatographie en phase liquide. C'est le premier à pouvoir répondre à tous les besoins de la CPL, des plus simples aux plus complexes. Nous avons augmenté sa puissance par rapport à celle de ses prédécesseurs : plus petit, il occupe moins de place sur une paillasse ; modulaire, il s'insère dans notre gamme complète d'appareils et d'accessoires de CPL de même que l'unité de commande automatique qui décuple ses possibilités.

Simplicité et fiabilité.

Un seul interrupteur pour la source et l'électronique.
Une touche à enfoncer pour le changement de sensibilités.
Commandes de zéro fin et grossier.
Bouton unique pour sélectionner la longueur d'onde.
C'est tout !



La sensibilité du modèle LC-75 est affichée directement en unités standard par un sélecteur à boutons-poussoirs. Son changement automatique de filtre d'harmoniques élimine les harmoniques optiques. Etalonné en permanence, l'appareil ne nécessite aucun réglage de maintenance.

Performances remarquables

La reproductibilité des réglages de longueur d'onde est du même ordre que l'étalonnage spectroscopique. Les analyses de traces sont excellentes, même sur des échantillons de volume réduit grâce à la grande luminosité de l'optique et à l'utilisation d'une source unique pour l'UV et le Visible.

Une cuve spéciale

La conception de la cuve permet de diminuer la dégradation de l'échantillon et les effets thermiques. Elle est en effet placée après le monochromateur - l'échantillon n'est traversé que par le faisceau utilisé pour l'analyse.

La cuve spéciale transmet toute l'énergie incidente avec une réponse identique à celle des cuves standard de 1 cm.

Le résultat : une insensibilité totale aux changements d'indice de réfraction de la phase mobile, de température, de débit et des conditions ambiantes dans le laboratoire.

Une commande automatique étonnante

L'adjonction du coffret modulaire de commande automatique modèle LC-75 permet de profiter pleinement de toutes les possibilités spectroscopiques du détecteur.

Vous communiquez avec l'appareil dans un langage simple par l'intermédiaire du clavier ; la commande automatique modèle LC-75 vous permet de suivre pas-à-pas les analyses spectroscopiques de pics les plus sophistiquées. Par exemple, elle donne rapidement et facilement les rapports de densité optique qui permettent d'identifier les pics de manière sûre et de vérifier que la séparation chromatographique est complète et adéquate.



Le mode de balayage, déclenché par une simple pression sur un bouton, donne un spectre permettant de sélectionner la longueur d'onde offrant la meilleure sensibilité et de déterminer la pureté des pics de composants.

Découvrez ce détecteur étonnant

Mettez-vous au courant de ce tout dernier développement des techniques de chromatographie en phase liquide, téléphonez ou écrivez à votre représentant Perkin-Elmer

PERKIN-ELMER FRANCE

Siège Social :
19 Rue des Peupliers,
92270 BOIS-COLOMBES
tél. (1) 784.74.74.

Agences :

- LYON : 7, rue des Moulins
Z.I. « La Mouche »
69230 St-Genis-Laval, tél. (7) 850 20 82
- 54520 NANCY-LAXOU
20, rue du Colonel-Moill, tél. (8) 327 22 63
- 31000 TOULOUSE
34, bd Lascrosses, tél. (61) 23 40 45

Antennes : Aix, Bordeaux, Lille, Marseille, Nantes, Rouen, Strasbourg, Tours.

Quelle évolution pour la CLHP dans l'industrie chimique ?

par Mme M. Courtier et M. J.-P. Thomas

(Rhône Poulenc Industries, Direction des recherches et du développement, Centre de Recherches Nicolas Grillet, 13, quai Jules-Guesde, 94400 Vitry-sur-Seine)

Les techniques de la CLHP se sont rapidement développées dans les divers domaines de la chimie fine et de la biochimie. On discerne

La CLHP aujourd'hui

A partir des années 50, la chromatographie en phase gazeuse s'est développée rapidement. Elle a radicalement transformé l'analyse des composés chimiques assez facilement volatilisables et l'industrie pétrochimique en a tiré un immense avantage.

De façon assez paradoxale, la chromatographie liquide sur colonne, qui était connue depuis longtemps et dont le champ d'application est théoriquement plus vaste que celui de la chromatographie gazeuse, restait peu développée à l'époque. C'était une méthode très artisanale, réservée à quelques chercheurs patients. Elle nécessitait des colonnes dont l'efficacité était limitée par la hauteur de plafond des laboratoires...

Il faut toutefois faire des exceptions en ce qui concerne la chromatographie d'échange d'ions dont l'évolution a été constante, la chromatographie d'exclusion qui a permis de déterminer la répartition des masses moléculaires des polymères et les applications industrielles de la chromatographie d'adsorption puisque la pénicilline, par exemple, a, dès le début de sa production, été purifiée par cette méthode.

Vers 1970, l'idée d'accroître la vitesse et l'efficacité des colonnes de chromatographie liquide se répandait. Grâce à l'apparition de supports constitués par des particules de diamètres inférieurs à 30 µm présentant une répartition granulométrique régulière, grâce également à l'existence de pompes permettant d'obtenir des pressions suffisantes pour assurer la percolation des liquides au travers de ces supports, la chromatographie liquide sous haute pression ou CLHP voyait le jour.

Par la suite, on améliorait les caractéristiques des phases stationnaires, d'une part en augmentant leur surface spécifique et d'autre part, en conférant aux particules une structure de microsphères régulières et de répartition granulométrique étroite. Il était alors possible tout à la fois de diminuer la longueur des colonnes (à efficacité égale) et de diminuer la perte de charge. Les pressions nécessaires pour assurer la percolation pouvaient être abaissées et la CLHP devenait la chromatographie liquide à haute performance.

Grâce aux travaux d'équipes universitaires et notamment celles des Professeurs Guiochon et Rosset à Paris, celle du Professeur Porthault à Lyon, grâce également à la contribution industrielle, les bases théoriques et la technologie de la CLHP évoluèrent rapidement. Ses méthodes sont devenues fiables et de plus en plus simples à mettre en œuvre.

Les appareils de CLHP arrivent maintenant très largement en tête à la rubrique des investissements de laboratoire et les constructeurs savent que cette situation ne se modifiera pas au cours des prochaines années. Il subsiste cependant un point noir : on ne dispose pas en CLHP de détecteurs aussi généraux qu'en chromatographie en phase gazeuse.

La chromatographie d'adsorption a été la première à bénéficier de l'ensemble de ces progrès. Une étude entreprise dans le cadre de la

maintenant les idées directrices qui permettent d'adapter la CLHP à de nouvelles applications notamment en analyse industrielle.

DGRST en collaboration avec l'équipe de M. Rosset (ESPCI) a permis à Rhône-Poulenc de développer des microbilles de silice de surface spécifique élevée et de diamètres voisins de 5 µm (Sphérosils Normatom Prolabo) permettant d'atteindre des caractéristiques de séparation remarquables et d'utiliser des colonnes courtes (10 cm ou moins).

Par ailleurs, nous avons contribué à rendre la chromatographie d'absorption facile à maîtriser dans son efficacité et sa reproductibilité en dégagant la notion de solvants isohydriques (1) ou isoactifs (tableau 1).

En assurant une parfaite maîtrise du processus chromatographique, cette notion permet d'obtenir des séparations stables et reproductibles.

Elle permet également de limiter le nombre des phases mobiles et de simplifier la mise au point d'une séparation envisagée (2).

Elle rend donc possible la normalisation des méthodes et leur répétabilité d'un laboratoire à un autre.

Enfin, elle abrège le temps nécessaire aux changements de phase mobile lorsqu'un même appareillage doit effectuer des analyses diverses.

Tableau 1. Teneur en eau de solvants purs isohydriques

Deux solvants sont isohydriques (ou isoactifs) lorsque mis en contact successivement avec la même phase stationnaire ils n'en modifient pas l'état d'activation.

Chacun de ces solvants a une teneur en eau bien définie qui correspond à l'équilibre entre ce solvant et la phase stationnaire.

Exemple de séries de solvants isohydriques :

	Sphérosil Normatom XOA 600 teneur en eau (% v/v)	Sphérosil Normatom XOA 800 teneur en eau (% v/v)
Méthanol	5,2	5,2
Diméthylformamide	4,7	
Isopropanol	0,7	0,3
Acétonitrile	0,22	0,18
Dioxanne	0,14	
Tétrahydrofurane	0,13	
Acétate d'éthyle *	0,060	0,060
Di-isopropyle oxyde	0,008	0,010
Dichloro-1,2 éthane	0,007	0,009
Chloroforme (0,5 % éthanol)	0,006	0,006
Cyclohexane	< 0,0005	
n-heptane	< 0,0005	< 0,0002
Iso-octane	< 0,0005	< 0,0002

* Solvant de référence.

La chromatographie de partage s'est développée très rapidement dès que l'on a pu réaliser des phases stationnaires appropriées en greffant des chaînes aliphatiques linéaires comportant 18 ou 8 atomes de carbone sur des microbilles de silices.

Actuellement, la chromatographie de partage semble largement supplanter la chromatographie d'adsorption lorsqu'il est possible de choisir entre les deux méthodes. Cela s'explique par l'évidente facilité de mise en œuvre de la chromatographie de partage qui ne requiert que des phases mobiles très simples, constituées dans la plupart des cas de mélanges d'eau et de méthanol, ou d'eau et d'acétonitrile. Il y a là l'illustration d'un phénomène général selon lequel on cherche toujours à simplifier les méthodologies en reportant la complexité sur la technologie (ici des phases stationnaires très élaborées).

Toutefois, la chromatographie d'adsorption ne sera jamais éliminée et on peut même prévoir qu'elle regagnera du terrain. En effet, les résultats de nos travaux sur les solvants isohydriques et les méthodes que nous avons préconisées pour définir rapidement et même automatiquement la composition optimale des phases mobiles simplifient considérablement les mises au point et l'utilisation de cette méthode.

D'autres types de greffages permettent d'accéder à des phases stationnaires offrant des affinités variées. Par exemple, des greffons porteurs de groupes $-NH_2$ sont utilisés pour la séparation des sucres. D'autres groupes, $-OH$, $-CN$, sont introduits pour modifier plus ou moins la polarité du support siliceux et l'adapter à d'autres cas de séparations.

La chromatographie d'échange d'ions, profitant également des progrès techniques, offre de nouvelles possibilités notamment pour le dosage des traces dans les contrôles de pollution et pour l'analyse des acides organiques dans les milieux complexes. La combinaison judicieuse de deux colonnes d'échangeurs d'ions permet d'utiliser une détection conductimétrique. Cette technique, appelée « chromatographie ionique » (3), est développée dans le système Dionex décrit dans un article de cette série.

Une nouvelle méthode, qui s'apparente à la fois à la chromatographie de partage et à l'échange d'ions, consiste à associer aux substances ionisées que l'on cherche à séparer un ion de charge opposée pour former des paires d'ions. Celles-ci sont alors séparées sur les supports, greffés ou non, mentionnés plus haut. On peut ainsi séparer un mélange d'acides carboxyliques sur une silice greffée octyle (C_8) en utilisant comme phase mobile un mélange d'eau et d'acétonitrile renfermant un « contre ion » cationique : le triméthylcétylammonium par exemple.

Conditions pour une évolution de la CLHP

Les méthodes de la CLHP sont aujourd'hui largement répandues dans les laboratoires de recherches analytiques. L'objectif est maintenant de tirer tous les avantages que l'on peut en attendre, en étendant leur domaine d'application au contrôle de la qualité des produits, à l'analyse industrielle en ligne et même au pilotage rétroactif des unités de production.

Pour faire progresser la CLHP selon ces divers axes d'applications, il y a des idées directrices que nous nous proposons d'exposer.

Le contrôle de qualité

Le contrôle de qualité des produits chimiques est une opération de routine qui suppose l'utilisation de méthodes fiables et reproductibles.

Cette exigence est encore plus impérative si, pour des raisons réglementaires ou même tout simplement commerciales, les méthodes en question doivent être normalisées.

Enfin, là comme ailleurs, il faut envisager une automatisation des tâches répétitives pour accroître la rigueur des résultats et pour augmenter la compétitivité des moyens de production.

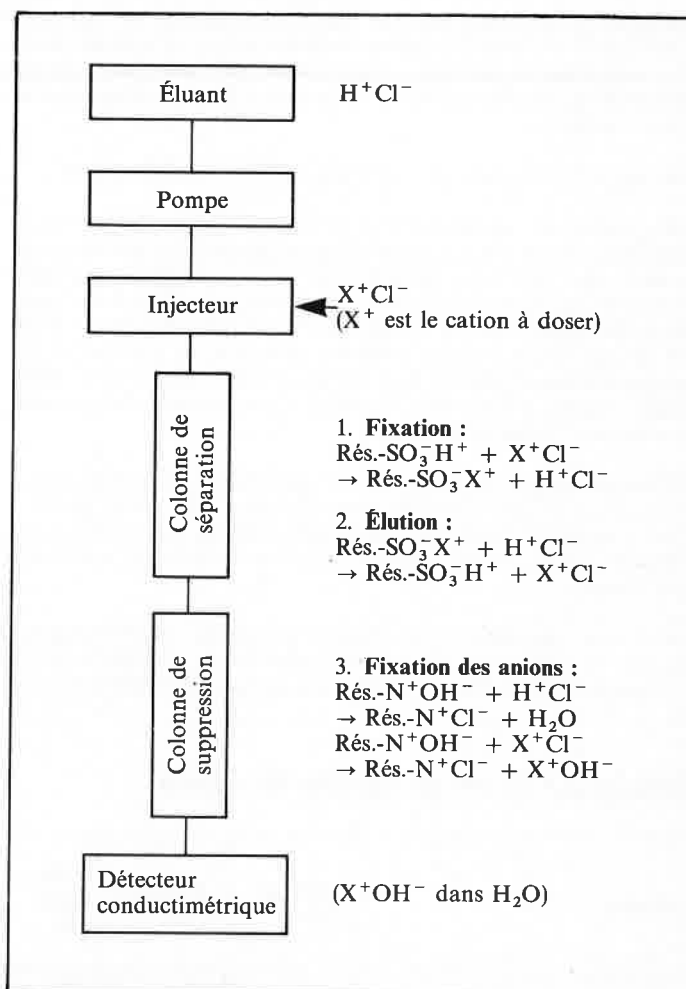
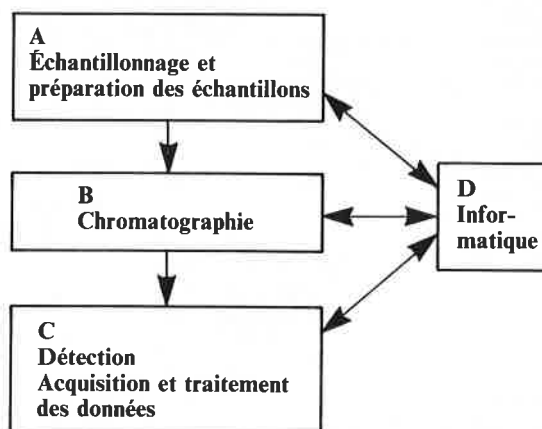


Figure 1. Chromatographie ionique : principe, exemple de séparation de cations.

Enfin, grâce à la réalisation de supports résistant à des pressions élevées, la chromatographie d'exclusion (gel permeation) bénéficie à son tour aujourd'hui des avantages apportés par la CLHP (efficacité et surtout rapidité).

La CLHP offre, sur le plan de l'adaptation aux contrôles de pureté des produits de chimie fine et de biochimie, une possibilité de remplacement de la chromatographie sur couche mince qui n'est pas



vraiment quantitative, qui est relativement longue et qui peut difficilement se passer d'une intervention humaine. Il convient donc d'envisager dès maintenant la conception d'appareils automatiques relativement complexes, basés sur un système chromatographique en phase liquide.

On peut imaginer pour ce type d'appareil le schéma ci-dessus.

Pour réaliser un tel ensemble, la première idée qui s'impose est de simplifier à l'extrême la partie analytique proprement dite B. On ne conçoit guère que l'on puisse adopter pour cet usage des systèmes d'éluion à gradient de concentration. Il faut opter résolument pour des systèmes isocratiques. Ils sont faciles à définir, simples et fiables. Ils ne requièrent pas de systèmes de pompage complexes, ils permettent une régénération et un équilibrage en des temps courts, toutes choses permettant d'obtenir une bonne stabilité des constantes chromatographiques.

S'il faut envisager des séparations complexes, la bonne solution sera toujours de réaliser éventuellement plusieurs séparations isocratiques à la place d'une chromatographie unique à gradient, cette dernière restant bien entendu toujours utilisée en recherche analytique.

La seconde nécessité est de réaliser un système méthodologique unique en rassemblant les modes opératoires considérés. C'est d'ailleurs une démarche préalable à tout projet d'automatisation. Ce

point mérite d'être développé : nous n'envisageons pas ici le cas déjà bien résolu d'une analyse qui se répète sur des échantillons de même nature comme dans l'industrie pharmaceutique, quand, par exemple, on contrôle à longueur de journée la teneur en principe actif d'un comprimé afin de s'assurer que les machines fonctionnent régulièrement. Notre propos concerne la réalisation d'un appareillage permettant d'analyser par CLHP des substances chimiques variées, comme il s'en fabrique chaque jour dans une usine de chimie fine par exemple. Étant donné que l'on imagine mal d'affecter un appareil à l'analyse de chaque produit et qu'il n'est pas pensable non plus de réduire tous les modes opératoires à un seul, la solution consiste à sélectionner quelques systèmes chromatographiques bien choisis en limitant le nombre des phases stationnaires et des solvants. On dispose alors d'une méthodologie automatisable qui, moyennant la possibilité de faire varier quelques paramètres, est adaptée à l'analyse d'une large gamme de produits différents.

Si l'on envisage de réaliser un appareil automatique basé sur le principe de la chromatographie d'adsorption permettant d'effectuer successivement des séparations diverses, il faut réduire au strict minimum le nombre des solvants que l'on doit combiner pour obtenir dans chaque cas la phase mobile optimale.

Nous avons montré qu'on pouvait limiter à 6 le nombre des solvants de base et nous avons décrit la manière de les combiner 2 à 2 pour obtenir des mélanges binaires qui recombinaient entre eux permettent de couvrir toute la gamme de polarité (tableaux 2 et Figure 2).

Tableau 2. Critères de sélection des solvants

Solvants	Viscosité (cP)	Ébullition (°C)	Point éclair (°C)	Transmission nulle (λ nm)	Anomalies de comportement	Impuretés stabilisants	Toxicité	Solvants retenus
<i>n</i> -Pentane	0,23	36,1	- 40	210				
<i>n</i> -Hexane	0,32	69	- 28	210				
Cyclohexane	1,00	80,7	2,5	210				
<i>n</i> -Heptane	0,41	98,4	- 0,5	210				
Triméthyl-2,2,4 pentane	0,50	99,2	16	210				*
Benzène	0,65	80,1	- 11	280				
Toluène	0,59	110,6	4	285				
Tétrachlorure de carbone	0,97	76,8	—	265				
Chloroforme	0,57	61,2	—	245				
Chlorure de méthylène	0,44	39,8	—	235				
Dichloro-1,2 éthane	0,79	83,5	—	230				*
Di-éthoxyde	0,23	34,6	- 47	220				
Di-isopropyloxyde	0,37	68,3	- 22	220				*
Tétrahydrofuranne	0,55	66,0	- 14,5	220				
Dioxanne	1,5	101,3	11	220				
Acétate d'éthyle	0,45	77,1	7	260				*
Acétonitrile	0,37	81,6	5,6	210				*
Acétone	0,56	56,5	- 9	330				
Isopropanol	2,3	82,3	21	210				
Éthanol	1,20	78,3	16	210				
Méthanol	0,60	64,7	15,6	210				*
Diméthylformamide	0,63	153	67	270				

Les applications de la CLHP en analyse industrielle

Les unités de production pétrochimiques sont équipées, depuis longtemps, de chromatographes en phase gazeuse. Jusqu'à maintenant, en revanche, la chimie fine est restée très démunie d'analyseurs industriels. Le développement de la CLHP arrive à point car la compétition économique actuelle impose en chimie fine un accroissement des rendements et, du fait de l'augmentation régulière de la taille des unités de production, une plus grande rigueur de fonctionnement.

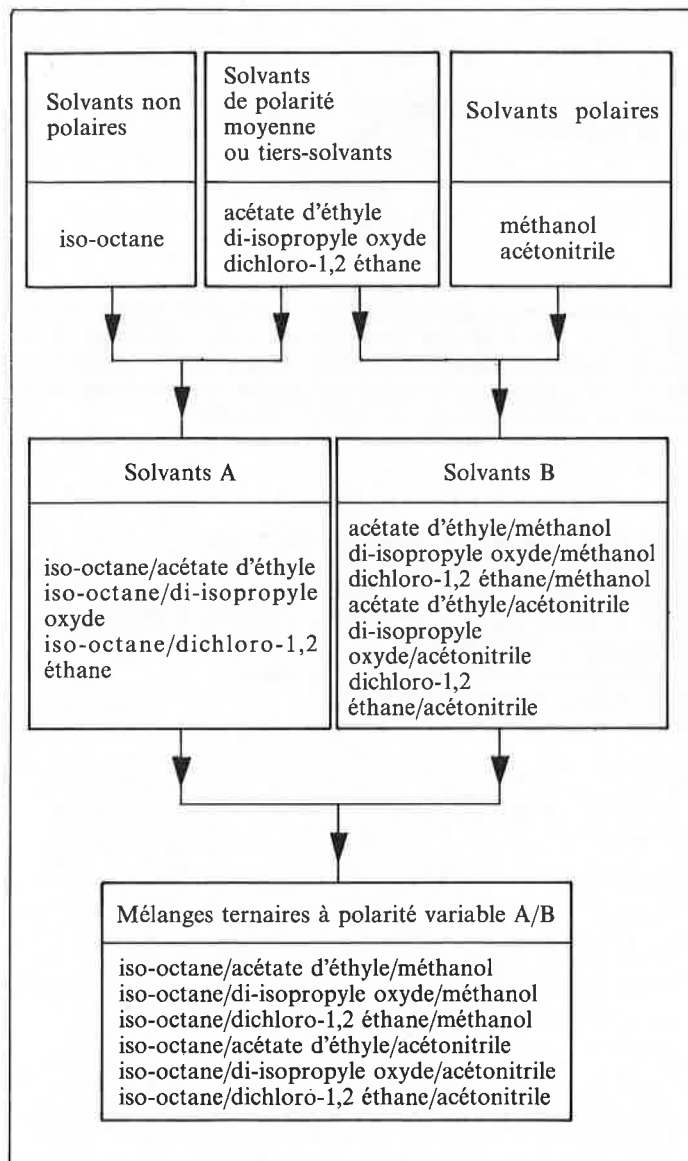


Figure 2. Classement et mélange des solvants pour l'élaboration de la phase mobile.

En général, un analyseur industriel doit d'abord donner une réponse rapide. Le délai d'analyse doit être petit par rapport à la dérive de marche d'une réaction de façon à permettre d'intervenir à temps pour compenser cette dérive.

Rosset et Caude (4) ont montré qu'on pouvait raccourcir la longueur des colonnes et diminuer corrélativement la durée des analyses, sans altérer l'efficacité de la séparation, en diminuant le diamètre des particules du support. Toutefois, il ne semble guère raisonnable actuellement de descendre au-dessous de diamètres de 5 μm .

Guillemin (5) apporte la preuve qu'avec des surfaces spécifiques élevées (Sphérosils Normatom de 600 et 800 m^2/g) on peut réduire la longueur des colonnes jusqu'à 1 ou 2 cm en chromatographie d'adsorption. On obtient alors des durées de réponse qui sont de l'ordre de la minute ou même inférieures. Dans ce cas, pour conserver

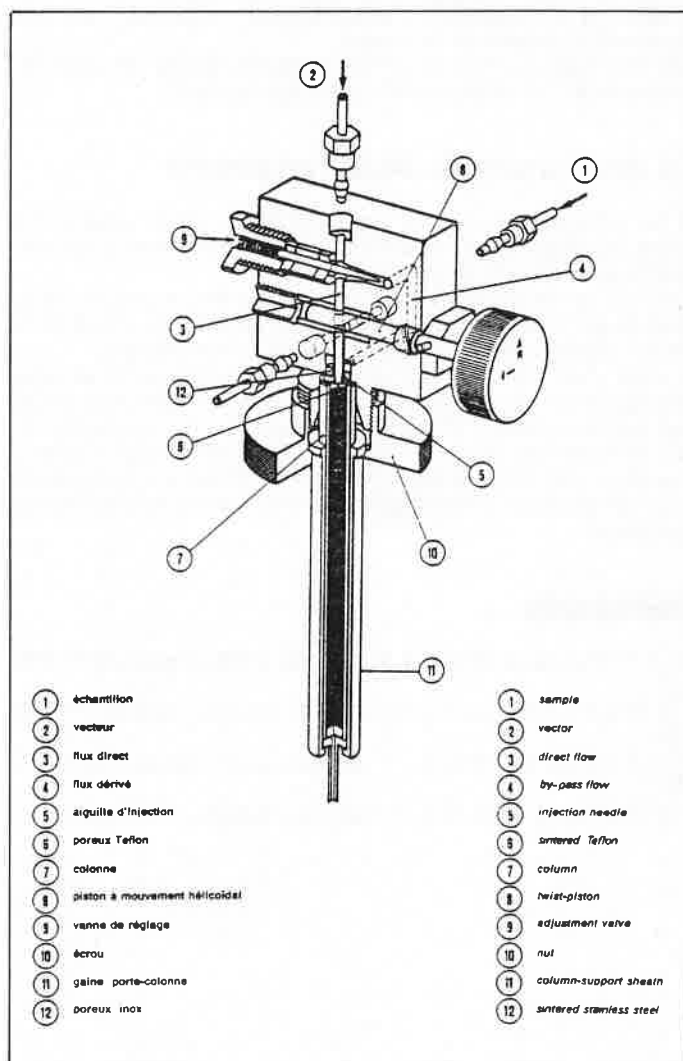


Figure 3. Vanne d'injection à flux dérivé réglable et système de colonnes sans volume mort et sans raccords sertis Chromaflux LC 50 (Prolabo) (Dispositif breveté).

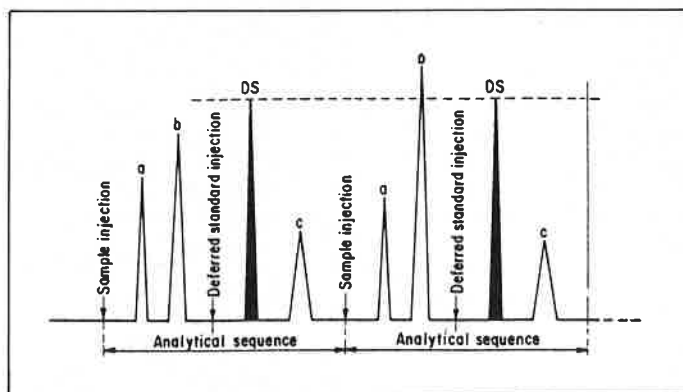


Figure 4. Technique du « standard différé ». (C. L. Guillemin, *Instrumentation Technology*, April 1975, p. 43).

une résolution suffisante, il faut disposer d'un circuit chromatographique présentant un très faible volume mort. Ces résultats permettent presque d'assimiler la CLHP à un capteur physique dont le temps de réponse est quasi instantané (figure 3).

L'autre qualité exigée d'un analyseur industriel est la fiabilité, surtout si l'appareil est utilisé en pilotage rétroactif.

Dans ce domaine, le rôle de l'informatique est très important. Elle permet tout d'abord l'autocontrôle de l'analyseur, c'est-à-dire la vérification permanente du fonctionnement satisfaisant de tous organes mécaniques ou électriques.

Elle assure ensuite l'introduction à intervalles réguliers de solutions d'étalonnage qui permettent de quantifier l'analyse.

La chromatographie liquide préparative

A la différence de la chromatographie en phase gazeuse, la chromatographie liquide se prête bien à la transposition de l'échelle analytique à l'échelle préparative.

Cela tient essentiellement au fait que, contrairement à ce qui se passe dans les gaz, la diffusion dans les liquides est faible en regard de la vitesse d'écoulement de la phase mobile dans les colonnes.

Il serait d'un coût prohibitif de remplir des colonnes de grandes dimensions avec les supports développés pour la CLHP. Cependant des supports mieux adaptés, constitués par des particules de diamètres moyens un peu plus élevés et par là même moins onéreux à fabriquer, sont actuellement développés. Ils permettent de bénéficier à l'échelle préparative des progrès acquis en chromatographie liquide analytique.

Bibliographie

- (1) J. P. Thomas, A. Brun et J. P. Bounine, *J. Chromatogr.*, 1977, **139**, 21 ;
J. P. Thomas, M. Caude, A. Brun et J. P. Bounine, *Analisis*, 1977, **5**, 205.
(2) J. P. Thomas, A. Brun et J. P. Bounine, *J. Chromatogr.*, 1979, **172**, 107 ;
J. P. Thomas, A. Brun et J. P. Bounine, *Analisis*, 1979, **7**, 221.

Enfin, grâce à l'utilisation de la technique de « standard différencié », il est possible de vérifier en permanence le bon fonctionnement de l'analyse elle-même : injection, séparation chromatographique, détection, acquisition et traitement de la mesure (Figure 4).

Bien entendu, s'il est essentiel de détecter les pannes d'un appareil, il est surtout important que celles-ci soient aussi rares que possible. C'est la raison pour laquelle il faut que la partie chromatographique elle-même, élément essentiel de l'analyseur, fonctionne avec une grande sécurité.

Il convient donc de concevoir un processus analytique très simple, de s'appuyer sur une technologie fiable et d'utiliser des réactifs (phase stationnaire, solvants, étalons) de qualité constante.

Les bases de la transposition d'une échelle à l'autre ont été établies par R. Rosset (6).

*
* *

Pour conclure, ce rapide exposé sur les orientations prises à l'heure actuelle en vue d'étendre les applications des méthodes de la chromatographie liquide en analyse industrielle, il convient de rappeler que cette extension passe par la mise au point de méthodes simples et réalisables avec une technologie fiable.

- (3) A. Jardy et R. Rosset, *Analisis*, 1979, **7**, 259.
(4) R. Rosset, M. Caude et A. Jardy, *Manuel pratique de chromatographie en phase liquide*, Varian S.A., Orsay, 1975, p. 60.
(5) C. L. Guillemin, J. P. Thomas, S. Thiault et J. P. Bounine, *J. Chromatogr.*, 1977, **142**, 321 ;
C. L. Guillemin, *J. Chromatogr.*, 1978, **158**, 21.
(6) R. Rosset, *Analisis*, 1977, **5**, 253.

Séparation des protéines par chromatographie préparative

par B. Mirabel (Société Rhône-Poulenc Industrie, Centre de Recherches de la Croix-de-Berny, 182, Av. A. Briand, 92160 Antony)

I. Introduction

La mise au point de méthodes préparatives performantes, pour la préparation de protéines purifiées, est devenue une nécessité compte tenu de l'intérêt croissant manifesté, tant par les pouvoirs publics que par les industriels, pour le développement des biotechnologies (fermentation, transformations enzymatiques, génie génétique).

Dès à présent la purification de protéines à l'échelle industrielle connaît un intérêt certain dans :

- le domaine alimentaire, avec la production d'isolats de soja, de protéines de lactosérum, de sang... qui ouvrent des horizons intéressants en diététique, ainsi que dans le domaine des additifs alimentaires naturels par suite de leurs propriétés fonctionnelles remarquables (pouvoir moussant, émulsifiant, gélifiant...),
- le domaine thérapeutique, avec notamment la production de protéines sériques purifiées (albumine, immunoglobulines spécifiques...),
- le domaine industriel, avec l'utilisation des catalyseurs biologiques spécifiques que sont les enzymes purifiées. Citons notamment l'utilisation de L aminocyclase, pour la préparation de L aminoacide et plus particulièrement de L méthionine et de pénicilline amidase pour la production d'acide 6-amino penicillanique, matière première de base pour la préparation des pénicillines semi-synthétiques.

Un grand nombre de techniques différentes sont utilisées pour la purification des protéines (1); il s'agit notamment des techniques suivantes :

- précipitation ;
- électrophorèse, isoélectrofocalisation ;
- ultracentrifugation ;
- ultrafiltration ;
- chromatographie (exclusion, échange d'ions, affinité...).

Toutefois seules les techniques de précipitation, d'ultrafiltration et de chromatographie semblent utilisables pour des productions industrielles de grandes quantités.

Le choix de la méthode de purification d'une protéine donnée dépendra des propriétés spécifiques de cette protéine (pH isoélectrique, masse moléculaire, affinité pour certains substrats ou inhibiteurs...) et de la nature des impuretés à séparer.

On retiendra que :

- la précipitation, qui correspond à la méthode la plus ancienne, présente l'inconvénient d'être peu spécifique et de conduire, dans la plupart des cas, à des protéines partiellement dénaturées ;
- l'ultrafiltration, qui permet de concentrer l'ensemble des macromolécules et de les séparer des petites molécules, ne permet pas de séparer les protéines entre elles ;
- la chromatographie, qui correspond à la technique préparative la plus spécifique, est la mieux adaptée pour la production de protéines de pureté élevée.

Dans certains cas, toutefois, la combinaison de ces différentes techniques peut être avantageuse.

II. Choix des adsorbants

Les principales méthodes chromatographiques, ci-dessus définies, et notamment les chromatographies hydrophobe, d'échange d'ions et d'affinité, nécessitent que la protéine puisse accéder à la surface active du support.

Principales méthodes chromatographiques appliquées à la purification des protéines

Les principales méthodes de séparation chromatographiques des protéines sont directement basées sur les différentes propriétés caractéristiques des protéines en solution :

a. Séparations basées sur leur taille moléculaire

Les protéines sont caractérisées par une taille moléculaire élevée et peuvent, de ce fait, être purifiées par chromatographie d'exclusion (2).

Du point de vue de la préparation industrielle, cette technique sera d'autant plus performante que la taille des molécules à séparer sera différente. Elle s'appliquera donc préférentiellement aux séparations extrêmes du type :

- « dessalage » : séparation des protéines (grosses molécules) de petites molécules du type chlorure de sodium, sulfate d'ammonium, éthanol, lactose...
- déprotéination : séparation des microorganismes, des virus ou des micelles (grosses molécules) des protéines (comparativement assimilés à des petites molécules). Citons par exemple le cas de la séparation entre le virus de la grippe et l'ovalbumine.

b. Séparations basées sur leurs propriétés hydrophobes (3-7)

Les protéines renferment des zones hydrophobes (chaînes latérales des aminoacides non polaires) en nombre, taille et accessibilité variables ; elles peuvent, de ce fait, être purifiées par chromatographie hydrophobe en mettant à profit leurs interactions avec un adsorbant hydrophobe.

c. Séparations basées sur leurs charges électriques

La charge électrique des protéines dépend de leurs propriétés acido-basiques et est directement reliée au nombre et à la nature des chaînes latérales ionisables de leur chaîne polypeptidique.

Chaque protéine peut être caractérisée par son pH isoélectrique (pHi), pH auquel elle ne possède plus de charge électrique.

Leur séparation par chromatographie d'échange d'ions met à profit le fait :

- qu'aux pH inférieurs à leur pHi, les protéines ont une charge nette positive et peuvent être retenues sur les échangeurs de cations ;
- qu'aux pH supérieurs à leur pHi, elles ont une charge nette négative et peuvent être retenues sur les échangeurs d'anions.

d. Séparations basées sur leurs affinités biologiques spécifiques (6,9-13)

Certaines protéines possèdent la propriété d'interagir et de se lier de façon spécifique et réversible avec une autre molécule appelée ligand. Parmi les principales affinités biologiques, on peut citer notamment les interactions du type :

- enzyme : substrat ; enzyme : inhibiteur ; enzyme : coenzyme ;
- protéine réceptrice : hormone ;
- antigènes : anticorps...

La purification de ces protéines est obtenue par chromatographie d'affinité en mettant à profit leurs interactions avec un ligand spécifique immobilisé sur un support.

Compte tenu de la taille moléculaire élevée des protéines, il faudra donc pouvoir disposer de support présentant une porosité élevée, permettant aux protéines d'accéder à la surface poreuse interne.

Les principaux supports utilisés, compatibles avec ces spécifications de porosité élevée, sont représentés par les gels d'agarose ou de polyacrylamide, de la cellulose, du dextrane ou des billes de silice poreuses.

Pour pouvoir envisager des productions importantes de protéines par chromatographie préparative industrielle, il convient, par ailleurs, de pouvoir disposer de supports poreux, de porosité contrôlée, présentant une rigidité mécanique et une stabilité chimique et biologique élevées.

C'est pour ces raisons que nous avons choisi d'utiliser les billes de silice poreuse développées par Rhône-Poulenc Chimie fine sous le nom de marque « Sphérosil[®] ». La matrice minérale rigide ainsi que la forme sphérique des grains confèrent en effet aux Sphérosil des propriétés mécaniques (rigidité, incompressibilité, faible perte de charge lors de l'utilisation en colonne) permettant d'envisager des utilisations industrielles.

Caractéristiques des Sphérosil[®]

Les Sphérosil[®] présentent l'avantage d'avoir des caractéristiques bien définies et indépendantes des conditions d'utilisation (pH, force ionique) tant du point de vue coupe granulométrique que volume poreux, surface spécifique et diamètre poreux moyen (14).

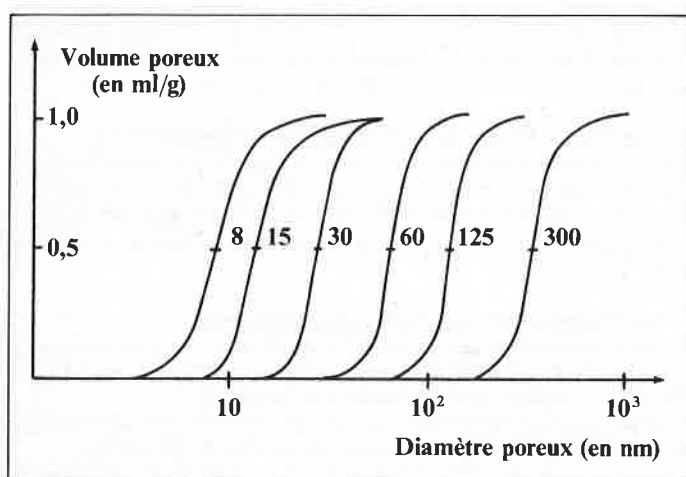


Figure 1. Répartition des diamètres poreux des Sphérosil.

Tableau 1. Caractéristiques physiques des Sphérosil

Type de Sphérosil	XOA 400	XOA 200	XOB 075	XOB 030	XOB 015	XOC 005
Surface spécifique (m ² /g)	400	185	100	50	25	10
Diamètre poreux (nm)	8	15	30	60	125	300
Granulométrie	40-100μ et 100-200μ (150-350 mesh et 70-150 mesh)					
Volume poreux	1 cm ³ /g					

III. Exemples d'applications préparatives : purification des protéines du lactosérum

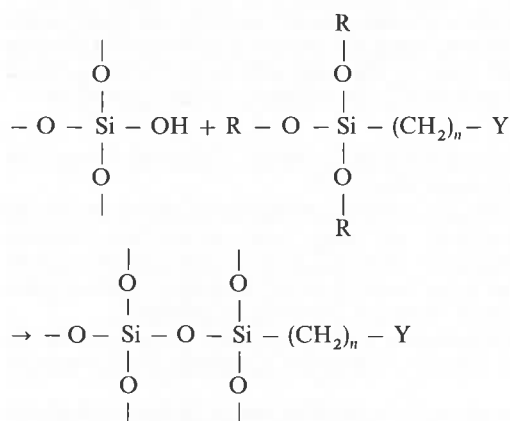
III.1 Caractéristiques du lactosérum

Le lactosérum, ou petit lait, qui est obtenu comme sous-produit de la fabrication des fromages et de la caséine, se présente sous la forme d'un liquide jaune vert pouvant être globalement assimilé à une solution diluée de sels minéraux, de lactose et de protéines.

Selon son mode d'obtention, on distingue deux grands types de

Ces caractéristiques sont reportées dans le tableau 1. Les courbes de répartition des diamètres poreux sont, par ailleurs, présentées sur la figure 1.

• Pour les applications en chromatographie d'affinité ou en chromatographie hydrophobe, les Sphérosil peuvent être modifiés par greffage des groupements fonctionnels ou des ligands sélectionnés. Plusieurs modes de greffage ont été développés, le plus classique reste toutefois le greffage par silane selon la réaction :



avec Y = groupement fonctionnel à greffer.

• Pour les applications en chromatographie d'échange d'ions, les quatre types de Sphérosil échangeur d'ions suivants sont proposés par Rhône-Poulenc Chimie fine :

Sphérosil DEA	Échangeur d'ions basique faible	$-\text{N} \begin{array}{l} \text{Et} \\ \diagdown \\ \text{Et} \end{array}$
Sphérosil QMA	Échangeur d'ions basique fort	$-\text{N}(\text{CH}_3)_3^+ \text{Cl}^-$
Sphérosil C	Échangeur d'ions acide faible	$-\text{COOH}$
Sphérosil S	Échangeur d'ions acide fort	$-\text{SO}_3\text{H}$

Ces échangeurs d'ions sont préparés à partir du Sphérosil XOB015 qui, par son diamètre poreux élevé (125 nm), permet une libre diffusion des protéines à l'intérieur des pores et permet donc d'obtenir, avec une cinétique rapide, des capacités en protéines élevées. La surface interne de l'échangeur est en effet largement accessible.

Tableau 2. Composition moyenne des lactosérums (en g/100 g)

	Eau	Matières azotées	Lactose	Cendres	Matières grasses
Lactosérum doux	93,5	0,9	4,5	0,6	0,02
Lactosérum acide (lactique)	93,5	1	4,0	0,8	0,02

Les proportions relatives et les principales caractéristiques de ces différentes protéines sont rassemblées dans le tableau 3.

Tableau 3. Caractéristiques des protéines du lactosérum

Type de protéines	Masse moléculaire	Point isoélectrique	Proportion dans le lactosérum de bovins
● Albumines :			
β-lactoglobulines	18 200	5,2	53
α-lactalbumines	14 000	5,1	25
sérum albumine	69 000	4,9	6
● Immunoglobulines	160 000	5,8-7,3	16

III.2. Purification des lactoprotéines par chromatographie d'exclusion

Cette méthode a été préconisée par différents auteurs (16-20). La préparation de lactoprotéines purifiées par gel filtration, au Danemark, a été indiquée par Steiner (17); les applications potentielles de cette méthode dans le traitement des lactosérums ont été décrites par Lindquist et Williams (18) et Delaney et coll. (19-20). Elle n'a toutefois connu qu'un développement commercial très limité (voisin de 0) par suite :

- d'une part de la pureté moyenne des protéines obtenues en pratique (tableau 4);
- d'autre part de leur prix de revient élevé, lié en parties, à la dilution créée par le procédé.

Tableau 4. Composition moyenne des lactoprotéines obtenues par gel filtration (16)

Protéines (en %)	Lactose (en %)	Cendres (en %)	Matières grasses (en %)
41,9	24,9	11,5	0,8

Tableau 5. Caractéristiques des protéines obtenues après ultrafiltration et gel filtration sur Sphérosil XOA 400 (en % de la matière sèche).

	Pro- téines	Lactose	Cendres	Matières grasses
Après ultrafiltration	60	28,6	0,4	5
Après U.F. puis gel filtration	90	2,1	3,3	4,6

Dans le but d'améliorer la pureté des protéines obtenues, nous avons étudié la combinaison de la chromatographie d'exclusion avec l'ultrafiltration en tant que traitement de préconcentration et de prépurification.

Cette étude a été menée au stade pilote à partir d'une colonne de Sphérosil XOA 400. La pureté des protéines obtenues est très satisfaisante (cf. tableau 5); leur prix de revient reste toutefois trop élevé et n'est pas compatible avec leur prix de marché.

III.3 Purification des lactoprotéines par chromatographie d'échange d'ions

La chromatographie d'échange d'ions est décrite dans la littérature pour la séparation analytique des lactoprotéines. Cette séparation analytique est essentiellement obtenue par déplacement chromatographique sur DEAE Sephadex (21) et DEAE cellulose (22).

Par mise en œuvre des Sphérosil échangeurs d'ions, nous avons récemment proposé un nouveau procédé pour la préparation de lactoprotéines purifiées tant à partir de lactosérum doux ou acide que de lait écrémé (8,23 à 26).

Les travaux menés au laboratoire, puis au stade pilote (cf. photo), vont se concrétiser en 1980 par le démarrage d'une première unité industrielle (production de 150 t/an de protéines purifiées).

III.3.1 Principe de mise en œuvre des Sphérosil échangeurs d'ions

Les Sphérosil échangeurs d'ions sont utilisés en colonne, le principe du procédé de séparation, représenté par la figure 2, se décompose en quatre étapes :

- adsorption des protéines

La solution de protéines à traiter est percolée sur la colonne de Sphérosil échangeurs d'ions. Les protéines restent adsorbées sur la colonne.

- lavage

La colonne est lavée à l'eau de façon à éliminer la solution déprotéinée restant dans son volume liquide.

- élution des protéines

Les colonnes de Sphérosil échangeurs d'anions sont préférentiellement éluées par des solutions acides et les colonnes de Sphérosil échangeurs de cations par des solutions basiques.

- lavage

Après élution la colonne est à nouveau lavée à l'eau de façon à éliminer la solution restant dans son volume liquide; elle peut être ensuite directement réutilisée.

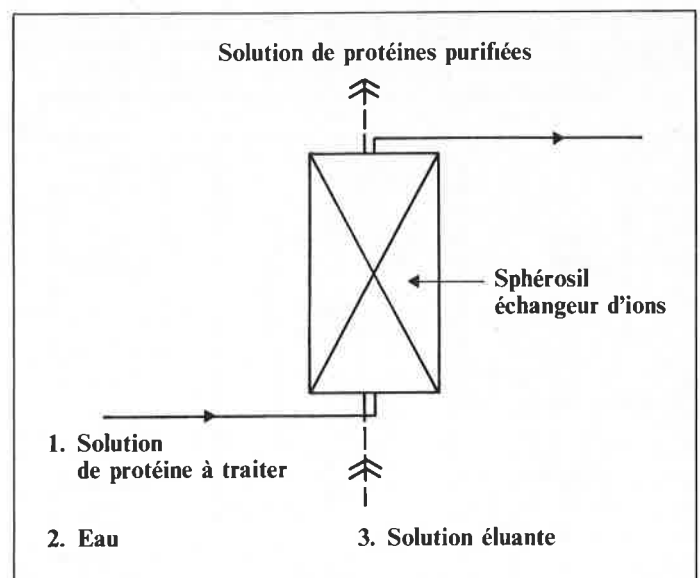
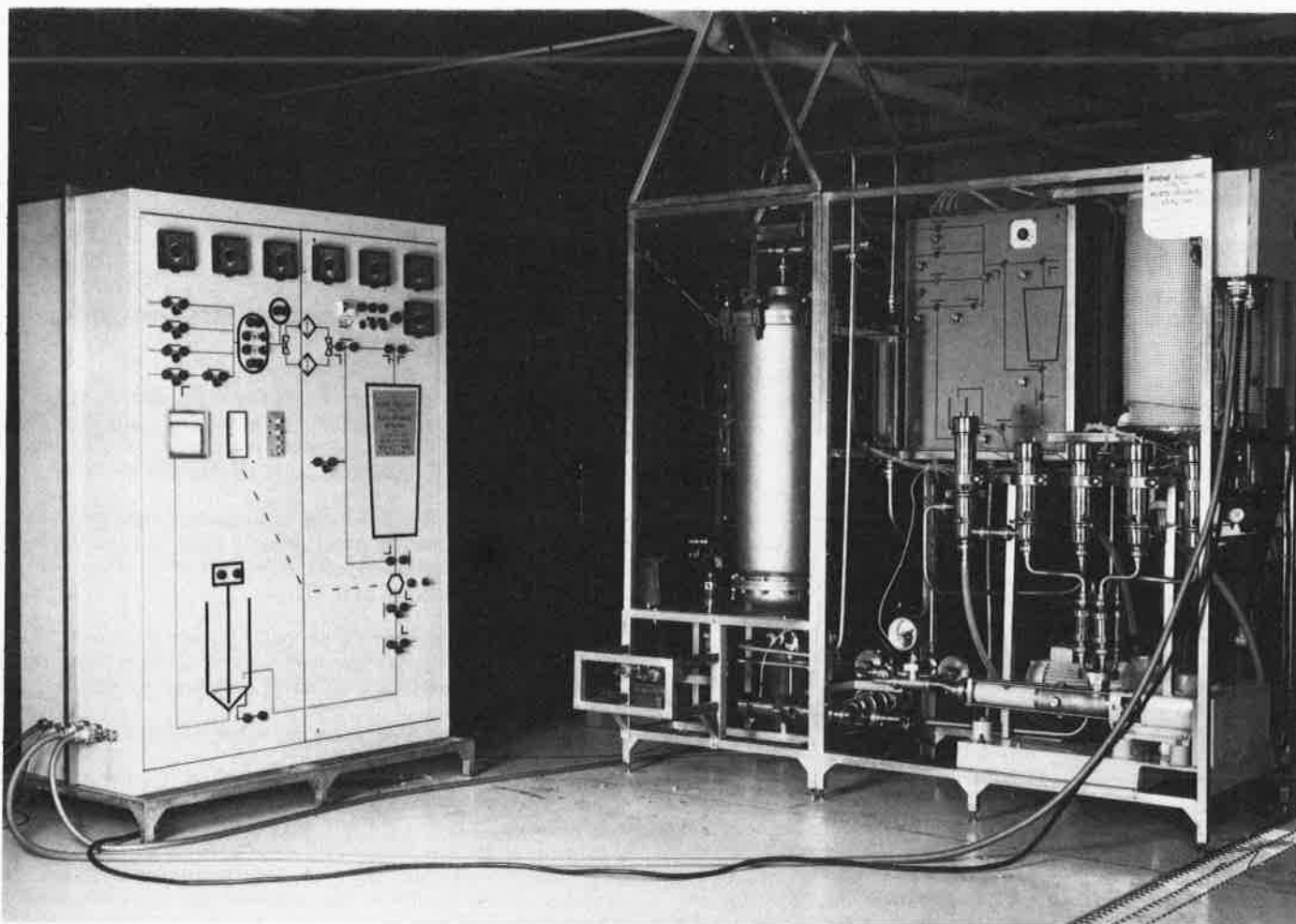


Figure 2. Schéma de principe



(Document R.P.)

Remarque

Dans le cas du traitement de solutions complexes contenant différentes protéines, il peut être avantageux d'utiliser deux colonnes en série : une colonne de Sphérosil échangeurs d'anions et une colonne de Sphérosil échangeurs de cations dans le but notamment de fractionner les protéines entre elles.

III.3.2. Cas des lactosérums acides

Le procédé retenu (schéma de principe, figure 3) consiste à mettre en œuvre une colonne de Sphérosil échangeurs de cations (Sphérosil S). En effet, au pH du lactosérum acide (pH 4,6) l'ensemble des protéines est sous forme cationique et s'adsorbe sur échangeurs de cations.

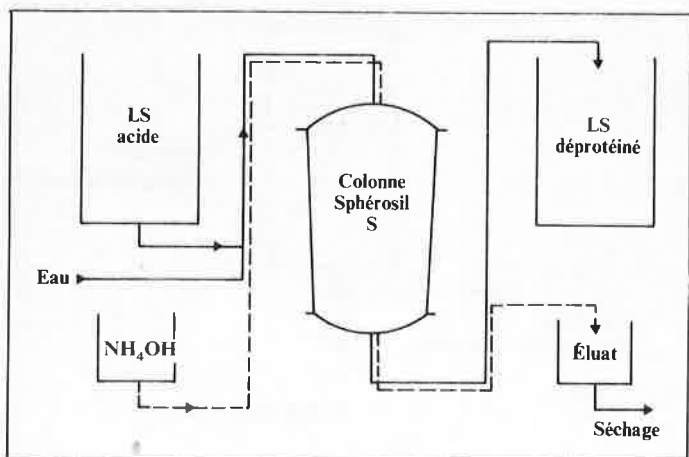


Figure 3. Procédé lactosérum acide. Schéma de principe.

Le bilan matière type d'un cycle de purification pour une unité de 450 kg de Sphérosil S, qui traiterait 10 000 litres/cycle de lactosérum acide à 6 g/l en protéines, est reporté dans le tableau 6. Il est possible d'effectuer sur cette base environ 10 à 12 cycles par jour.

Tableau 6. Lactosérum acide. Bilans d'un cycle

	Lactosérum traité	Lactosérum déprotéiné	Éluat
Volume l	10 000	10 900	1 200
Protéines g/l	6	voisin de 0	45

Tableau 7. Protéines de lactosérum acide. Analyse chimique

	Protéines Sphérosil S
Divers	
Azote protéique (%)	13,8
Cendres (%)	2,2
Lactose (%)	< 0,5
Matières grasses (%)	< 0,5
au (%)	6
Minéraux	
Ca (%)	0,8
P (%)	0,6
Na (%)	0,04
K (%)	0,03
Mg (%)	0,03

Les fractions protéiques éluées sont obtenues en solution à une concentration d'environ 4,5 %, c'est-à-dire environ 8 fois plus concentrées que dans le lactosérum initial, elles peuvent être ensuite séchées selon les technologies classiques (concentration, atomisation).

Les protéines purifiées obtenues sont solubles et ne sont pas dénaturées; elles présentent une pureté élevée et ne contiennent notamment plus que des traces de lactose et de matières grasses; leur teneur en cendres reste par ailleurs très faible (tableau 7).

III.3.3 Cas des lactosérums doux

Le procédé retenu (schéma de principe, figure 4) consiste à mettre en œuvre une colonne de Sphérosil échangeurs d'anions (Sphérosil QMA) et une colonne de Sphérosil échangeurs de cations (Sphérosil-XOB 015). En effet, au pH du lactosérum doux (pH = 6,6) la plupart des protéines sont sous forme anionique et s'adsorbent sur échangeurs d'anions et une faible proportion (7 à 10 %), essentiellement constituée d'immunoglobulines, est sous forme cationique et s'adsorbe sur échangeurs de cations.

Le bilan matière type d'un cycle de purification pour une unité de 600 kg de Sphérosil QMA, qui traiterait 10 000 litres/cycle de lactosérum à 6 g/l en protéines, est reporté dans le tableau 8.

Tableau 8. Lactosérum doux. Bilan matière d'un cycle

	Lacto-sérum traité	Lacto-sérum déprotéiné	Éluat Sphérosil QMA	Éluat Sphérosil XOB 015
Volume (l)	10 000	115 000	750	95
Protéines (g/l)	6	-	60	40

De même que précédemment, avec le lactosérum acide, les protéines obtenues ici sont solubles et non dénaturées, et présentent une pureté élevée (tableau 9).

Tableau 9. Protéines de lactosérum doux. Analyse chimique

	Fraction Sphérosil QMA	Fraction Sphérosil XOB 015
Divers (%)		
Azote protéique	13	12,7
Cendres	2,5	3,7
Lactose	0,5	0,5
Matières grasses	0,5	0,5
Eau	9	9
Lactose	0,1	0,1
Minéraux (%)		
Ca	0,7	1,1
P	0,5	0,8
Na	0,08	0,02
K	0,06	0,07
Mg	0,04	0,5

Aspect économique (estimation juillet 1979).

L'estimation du coût de purification, par le procédé Sphérosil, a été plus particulièrement approfondie dans le cas du traitement de lactosérum doux, sur la base d'une étude pilote effectuée sur une période de deux ans avec un fonctionnement continu d'environ 18 mois.

Nous avons montré qu'il était possible, sur la base du schéma de principe de la figure 4, d'effectuer 10 à 12 cycles de purification par jour. Le coût du traitement (à l'exclusion de l'amortissement et des frais de séchage, estimé sur la base d'une durée de vie de deux ans des Sphérosil échangeurs d'ions (aucune baisse de capacité du Sphérosil QMA n'a été observée sur la durée des essais pilote), est d'environ 3 F/kg.

L'investissement pour une unité produisant 150 t/an de protéines étant d'environ 1 000 kF, le prix de revient de la protéine finie (amortissement et séchage compris) serait de l'ordre de 6 à 6,5 F/kg en accordant une valeur nulle au lactosérum.

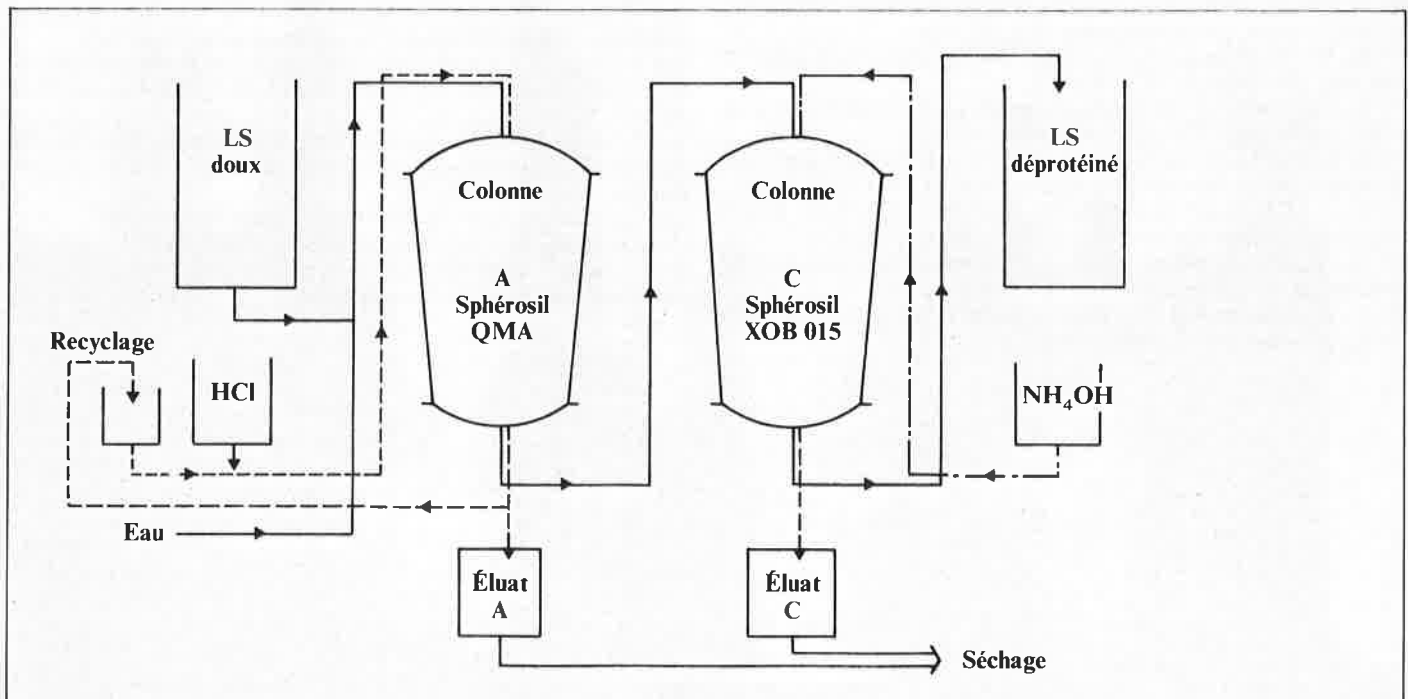


Figure 4. Procédé lactosérum doux. Schéma de principe.

Remarque

Les résultats, présentés ci-dessus, concernent le traitement des lactosérums doux et acides directement issus de fromageries ou de caséineries.

Il est, par ailleurs, possible de travailler à partir de lactosérum ayant préalablement subi différents traitements technologiques (deminéralisation totale ou partielle, déminéralisation et concentration, acidification, etc.).

Nous avons notamment constaté que les traitements de déminéralisation permettaient d'accroître la capacité effective en protéines des Sphérosils échangeurs d'ions en réduisant la compétition protéines force ionique au niveau des sites échangeurs d'ions.

III.3.4 Cas du lait écrémé (25)

Le contenu protéique de lait écrémé est constitué, pour une part, d'environ 6 g/l de protéines solubles que nous appellerons les séroprotéines (il s'agit de la fraction qui se retrouve dans les lactosérums), et, d'autre part, d'environ 30 g/l de caséine qui se

présente à plus de 95 % sous forme d'un complexe salin à l'état micellaire. Dans le lait de vache, les micelles se trouvent sous forme de particules sphériques de diamètre moyen voisin de 100 nm.

Le procédé retenu pour la purification des protéines solubles du lait écrémé est identique au procédé précédent de traitement du lactosérum doux. En effet, la caséine du fait de la taille de ses micelles, se trouve exclue du volume poreux des billes de Sphérosil et n'est donc pas retenue.

Ce procédé met donc en jeu à la fois un phénomène de chromatographie d'exclusion et un phénomène de chromatographie d'échange d'ions.

Après passage du lait écrémé sur les colonnes de Sphérosil, on obtient en sortie une solution contenant essentiellement la caséine, le lactose et les sels minéraux, à partir de laquelle il peut être possible de purifier la caséine native, soit par chromatographie d'exclusion, soit par ultrafiltration.

Les protéines solubles éluées des colonnes présentent des puretés comparables à celles des protéines issues du lactosérum doux.

IV. Conclusion

La chromatographie préparative est une méthode particulièrement intéressante pour la production de protéines à haut niveau de pureté et l'apparition récente, sur le marché, de supports minéraux poreux greffés échangeurs d'ions (Sphérosil échangeurs d'ions) devrait permettre un développement important de cette technique dans les années à venir.

Les travaux actuellement menés dans notre laboratoire laissent envisager des développements industriels à moyen terme dans des secteurs aussi variés que les protéines végétales (luzerne, colza, soja...), les protéines du sang (albumine, immunoglobuline) et les enzymes.

Bibliographie

- (1) A. Atkinson, The purification of microbial enzymes, *Process Biochemistry*, 1973, **9**, 12.
- (2) K. H. Altgelt et L. Segal, Gel permeation chromatography, Marcel Dekker, Inc. New York, 1971.
- (3) S. Hjerten, Some general aspects of hydrophobic interaction chromatography, *J. Chromatogr.*, 1973, **87**, 325.
- (4) B. H. J. Hofstee, Hydrophobic affinity chromatography of proteins, *An. Biochem*, 1973, **52**, 430.
- (5) C. Chothia, Hydrophobic bonding and accessible surface area in proteins, *Nature*, 1974, **248**, 5446, 338.
- (6) B. Bizzini, Quelques développements récents dans les techniques de séparation et d'étude des protéines, *Spectra 2000*, 1976, **31**, 12.
- (7) A. L. Lehninger, Biochemistry, the molecular basis of cell structure and function. Worth Publisher, Inc. 1970, 1975.
- (8) B. Mirabel, Nouveau procédé d'extraction des protéines du lactosérum, *Ann. Nutr. Alim.*, 1978, **32**, 243.
- (9) C. R. Lowe et P. D. G. Dean, Affinity chromatography, John Wiley and sons Ltd, Londres, 1974.

- (10) P. Cuatrecasas, Proteins purification by affinity chromatography, *J. Biol. Chem.*, 1970, **245**, 12, 3059.
- (11) R. B. Dunlap, Immobilized biochemicals and affinity chromatography, Plenum Pres, New York, 1974.
- (12) INSERM, 1979, vol 86. Les colloques de l'INSERM. Affinity chromatography.
- (13) M. Dautrevaux, Applications de la chromatographie en phase liquide au domaine protidique, E.N.S.C. Montpellier 1972, 25.
- (14) B. Mirabel, Enzymes immobilisées sur supports poreux, *Rivista Italiana*, 1977, **3**, 8, 143-148.
- (15) Ch. Alais, Science du lait, principes des techniques laitières, 3^e édition, Éd. Sep. 1975.
- (16) G. Smith, Whey protein, *Wld. Rev. Nutr. Diet.*, 1976, **24**, 88.
- (17) U. Steiner, Gel filtration, a new method of recovering whey proteins, *Dairy Sci.*, 1968, **30**, 3020.
- (18) L. O. Lindquist et K. W. Williams, Aspects of whey processing by gel filtration, *Dairy Inds.*, 1973, **38**, 459.
- (19) R. A. M. Delaney, Whey processing by reverse osmosis, ultrafiltration and gel filtration, Dairy Research Centre, Moorepark, Co. Cork (An Foras Taluntais 1971).
- (20) R. A. M. Delaney, J. K. Donnelly et R. D. Kearney, Industrial applications of gel filtration, *Process Biochem*, 1973, **8**, 113.
- (21) J. Hladik et J. Kas, Fractionation of whey proteins and casein of cow's milk on sephadex DEAE A 50 and A 25, *J. Chromatogr.*, 1973, **75**, 117.
- (22) F. Cervone, J. D. Brito and al., Simple procedures for the separation and identification of bovine milk whey proteins, *Biochim Biophys Acta*, 1973, **295**, 555.
- (23) Brevet français n° 75-26530 (publication n° 2.321.932).
- (24) Demande de brevet français publiée n° 2.359.634.
- (25) Demande de brevet français publiée n° 2.390.906.
- (26) Demande de brevet français publiée n° 2.399.214.

Une Autre Innovation



Enfin la colonne HPLC a été réduite...



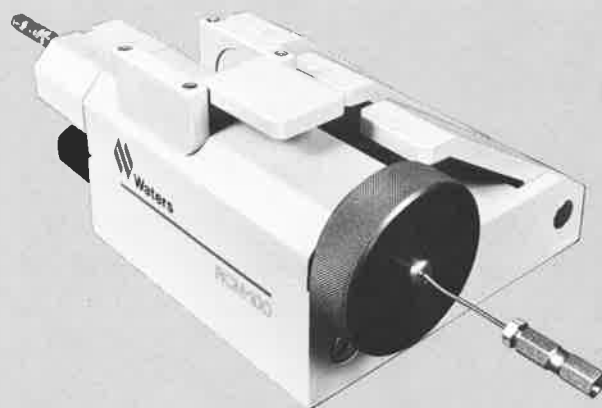
A ceci



LE SYSTEME À COMPRESSION RADIALE (RCSS)



PLUS



DONNE

La cartouche Radial-PAK
compressée dans le RCM 100
fournit la colonne de haute efficacité



**UNE PERFORMANCE
SUPERIEURE A TRAVERS UNE
TECHNOLOGIE INNOVATRICE**

> **REPRODUCTIBLE**

La conception du système, et la nature chimique des garnissages permettent la reproductibilité aussi bien dans le temps que d'une cartouche à l'autre.

> **FIABLE**

La compression radiale évite la formation de chemins préférentiels, de volumes vides, et d'hétérogénéité dans le lit du garnissage.

> **RAPIDE**

La faible perte de charge combinée aux performances citées plus haut permet un équilibre rapide tout en conservant l'efficacité, la résolution et la durée de vie.

> **ECONOMIQUE**

Le moindre coût des cartouches, les durées d'analyses réduites permettent des économies appréciables.

EN RECHERCHE

- > CHANGEMENT RAPIDE DE PHASE MOBILE
- > OBTENTION RAPIDE D'INFORMATIONS
- > FACILITE DE MISE EN OEUVRE DES CARTOUCHES
- > MOINDRE COUT

EN DEVELOPPEMENT DE METHODES

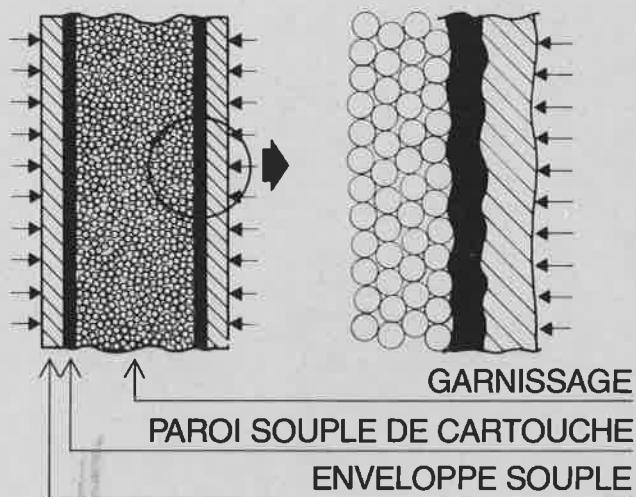
- > UNIFORMITE DES RESULTATS
- > CHANGEMENT RAPIDE DE PHASE MOBILE
- > FACILITE DE MISE EN OEUVRE DES CARTOUCHES
- > MOINDRE COUT PAR ANALYSE
- > MEILLEURE REPRODUCTIBILITE

EN CONTROLE DE QUALITE

- > UNIFORMITE DES RESULTATS
- > SIMPLICITE D'UTILISATION
- > LONGUE DUREE DE VIE
- > MOINDRE COUT



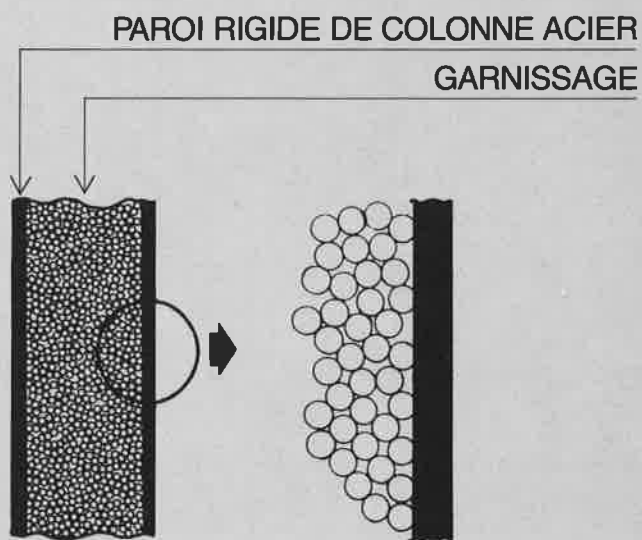
CARTOUCHE RADIAL-PAK : PAROI SOUPLE COMPRESSEE



LIT UNIFORME, STABLE

AU LIEU DE...

COLONNE ACIER : PAROI RIGIDE



LIT NON UNIFORME, INSTABLE

L'ENGAGEMENT WATERS

La livraison et l'installation de votre module de séparation à Compression Radiale est une expérience qu'il faut tenter dans le domaine analytique. Notre philosophie de l'innovation et de l'assistance client en Chromatographie Liquide repose sur:

- > Une technologie supérieure grâce aux 15 années de spécialisation en chimie des garnissages et en instrumentation.
- > L'assistance scientifique de la plus grande équipe de chimistes et de chromatographistes à votre disposition dans la résolution de vos problèmes de séparations.
- > L'assistance technique de l'ensemble des ingénieurs de Service pour la maintenance et le dépannage.

WATERS PEUT VOUS FAMILIARISER AVEC CETTE TECHNOLOGIE AVANCEE DE LA CHROMATOGRAPHIE LIQUIDE

POUR DES INFORMATIONS SUR:

- > Adaptation de la Compression Radiale à votre problème
- > Amélioration dans l'efficacité de votre HPLC
- > Un essai du module
- > L'achat de votre système

CONTACTER

- > WATERS SA
18 à 26, rue Goubet 75019 PARIS
Téléphone : 200.60.08 - 200.67.01 -
200.10.76
Télex : 670 203 F

La première page représente un grossissement de 5.000 X de l'intérieur d'une cartouche après compression.

Le grain de silice est de granulométrie 11 microns



Waters S.A.

La Chromatographie Liquide
18-26, Rue Goubet
75940 Paris Cedex 19
Telephone: 200 67 01-200 60 08
Telex: 670203

ALLEMAGNE Waters GmbH / 6240 Königstein, Taunus / Herzog-Adolf-Strasse 4 / Tel.: 06174/4021
ARABIE SAÛDITE Abdul Ghani El Ajou Corp. / P.O. Box 78 / RiYadh / Tel.: 25709/10/49
AUSTRALIE Waters Associates Pty., Ltd. / 82-96 Myrtle Street / Chippendale, Sydney, NSW 2008 / Tel.: 02-699-1377
AUTRICHE Waters Associates Ges. mbH / Schönbachstrasse 13 / A-1130 Wien / Tel.: 0222-820176
BELGIQUE Waters Associates NV / Schepen A. Gossetlaan 6A / 1720 Groot-Bijgaarden / Tel.: 02-465-5088
CANADA Waters Scientific Ltd. / 6480 Viscount Road, Unit No. 4 / Mississauga, Ontario L4V 1H3 / Tel.: 416/677-0580
DANEMARK Waters Associates AS / Sondre Ringvej 24 / 4000 Roskilde / Tel.: 03-361080
EGYPTE El Mehry Engineering Organization / P.O. Box 584 Heliopolis West / Nasr City, Cairo / Tel.: 602746
ESPAGNE Waters Española SA / Calle de la Coruña 29 / Barcelona 26 / Tel.: 225-14-68
ETATS UNIS Waters Associates, Inc. / 34 Maple Street / Milford, Massachusetts 01757 / Tel.: 617/478-2000
GRECE P.N. Gerolymatos & Cie S.P.R.L. / 35 Rue Michalakoboulou / Athens 612 / Tel.: 748-193
HOLLANDE Waters Associates BV / Postbus 166 / Penningweg 33 / 4870 AD Etten-Leur / Tel.: 01608-16350
IRAN Seltech C° Ltd. / P.O. Box 64-624 / Tehran / Tel.: 652445
ISRAEL APA-Advanced Technologies Ltd. / P.O. Box 21205 / Tel Aviv 62196 / Tel.: 03-226788
ITALIE Disi Italia S.P.A. / Via Frua 14 / 20146 Milano / Tel.: 469-7851
JAPAN Nihon Waters Ltd. / Shuwa Kioicho Park Building / 3-6, Kioicho, Chiyoda-ku, Tokyo-102 / Tel.: 264-8005
PORTO RICO Waters Puerto Rico, Inc. / Calle Francisco Cruz, Haddock #50 / Cidra PR #172 / Tel.: 809/739-8466
PORTUGAL Sociedade Technica de Equipamento de Laboratoria Lda / Rua Duque de Palmela, 30-1G / Liston-2 / Tel.: 537284
ROYAUME UNI Waters Associates Ltd. / 324 Chester Road / Hartford, Northwich, Cheshire, CW8 2AH / Tel.: 0606-883846
SUEDE Waters Associates AB / Box 34 / Ogardesvagen S43321 Partille / Tel.: 031-447340
SUISSE Brechbuhler AG / 1255 Veyrier-GE / 272, route de Veyrier / Case Postale / Geneve / Tel.: 022-439060
TURQUIE Kurt and Kurt / Selanik CAD 53 / 4 Ki Zilay - Ankara / Ankara / Tel.: 17-35-03

La chromatographie ionique :

une nouvelle technique pour l'analyse des ions *

par **W. E. Rich et R. A. Wetzel** (*Dionex Corp., U.S.A.*)

La chromatographie ionique (C.I.) est une nouvelle technique de chromatographie liquide réalisant le couplage échange d'ions-conductimétrie. Cette méthode, développée aux U.S.A. par H. Small, T. Stevens et W. Bauman (1) de la DOW CHEMICAL, résoud les divers problèmes de séparation et de détection des ions conjugués d'acides ou de bases fortement ou moyennement dissociés. Ainsi, la puissance de séparation de la chromatographie liquide à haute performance (C.L.H.P.) peut maintenant être appliquée aux difficultés analytiques soulevées par ces types de composés.

De façon générale, la C.I. peut séparer et détecter les anions dont les acides correspondants ont un pK_a inférieur à 7 et les cations dont les bases correspondantes ont un pK_a supérieur à 7. Grâce à son

exceptionnelle sélectivité, sa sensibilité et sa rapidité, la C.I. est particulièrement adaptée aux applications suivantes : analyse d'anions et de cations dans les eaux usées, les eaux naturelles et de source, l'eau de pluie et l'air ambiant, les rejets industriels liquides et gazeux, les eaux de chaudière.

Elle s'applique aussi à l'analyse élémentaire organique et à de nombreux contrôles de qualité industriels.

Le tableau I donne une liste actualisée (mais non limitative) des espèces séparées et détectées avec succès. Les principes de cette nouvelle technique, ainsi que quelques applications, sont exposés dans cet article.

Tableau I. Liste des ions séparés et détectés par chromatographie ionique.

Ions inorganiques		
Ammonium	Chromate	Potassium
Arséniate	Dithionate	Rhénate
Azide	Fluorure	Rubidium
Baryum	Hypochlorite	Sodium
Bromate	Iodate	Strontium
Bromure	Iodure	Sulfate
Calcium	Lithium	Sulfite
Carbonate	Magnésium	Tétrafluoroborate
Césium	Nitrate	Thiocyanate
Chlorate	Nitrite	Thiosulfate
Chlorure	Ortho-phosphate	
Chlorite		
Ions organiques		
Acétate	Éthylméthylphosphonate	N-butylammonium
Acrylate	Formiate	Oxalate
Ascorbate	Fumarate	Propionate
Benzoate	Gluconate	Sarcosinium
Butyrate	Glycolate	Succinate
Butylphosphate	Hydroxycitrate	Tartrate
Citrate	Itaconate	Tétraéthylammonium
Monochloracétate	Lactate	Tétraméthylammonium
Dichloracétate	Maléate	Triéthanolammonium
Trichloracétate	Malonate	Triéthylammonium
Cyclohexylammonium	Méthacrylate	Trifluorométhanesulfonate
Dibutylphosphate	Méthylphosphonate	Triisopropanolammonium
Diéthanolammonium	Monoéthylammonium	Triméthylammonium
Diéthylammonium	Monométhylammonium	Tri- <i>n</i> -butylammonium
Diisopropanolammonium	Monisopropanolammonium	
Diméthylammonium	Morpholinium	

Principe de la chromatographie ionique

Une description détaillée de la C.I. est donnée dans la publication de base des initiateurs (1) et dans une publication plus récente de MM. Jardy et Rosset (2); toutefois, les principes de la méthode peuvent être expliqués succinctement par un exemple. La figure 1 représente schématiquement l'analyse des anions et cations par C.I. Dans les deux cas, l'appareillage comprend un système de pompage, un

éluant, une vanne d'injection, une colonne de séparation par échange d'ions, une colonne de neutralisation basée sur le même principe et une cellule de conductimétrie.

L'échantillon est d'abord injecté dans le flux d'éluant; puis la réaction classique d'équilibre décrite à la figure 1 provoque la séparation des anions ou cations sur la colonne analytique ou « séparateur » (3).

Le système de détection, dans ce type de chromatographie liquide, comporte une deuxième colonne échangeuse d'ions et une cellule

* Traduit par C. Tinet, à qui toute correspondance peut être adressée : SEMSA, 109, avenue de Verdun, 92130 Issy-les-Moulineaux. Tél. : 644.00.95.

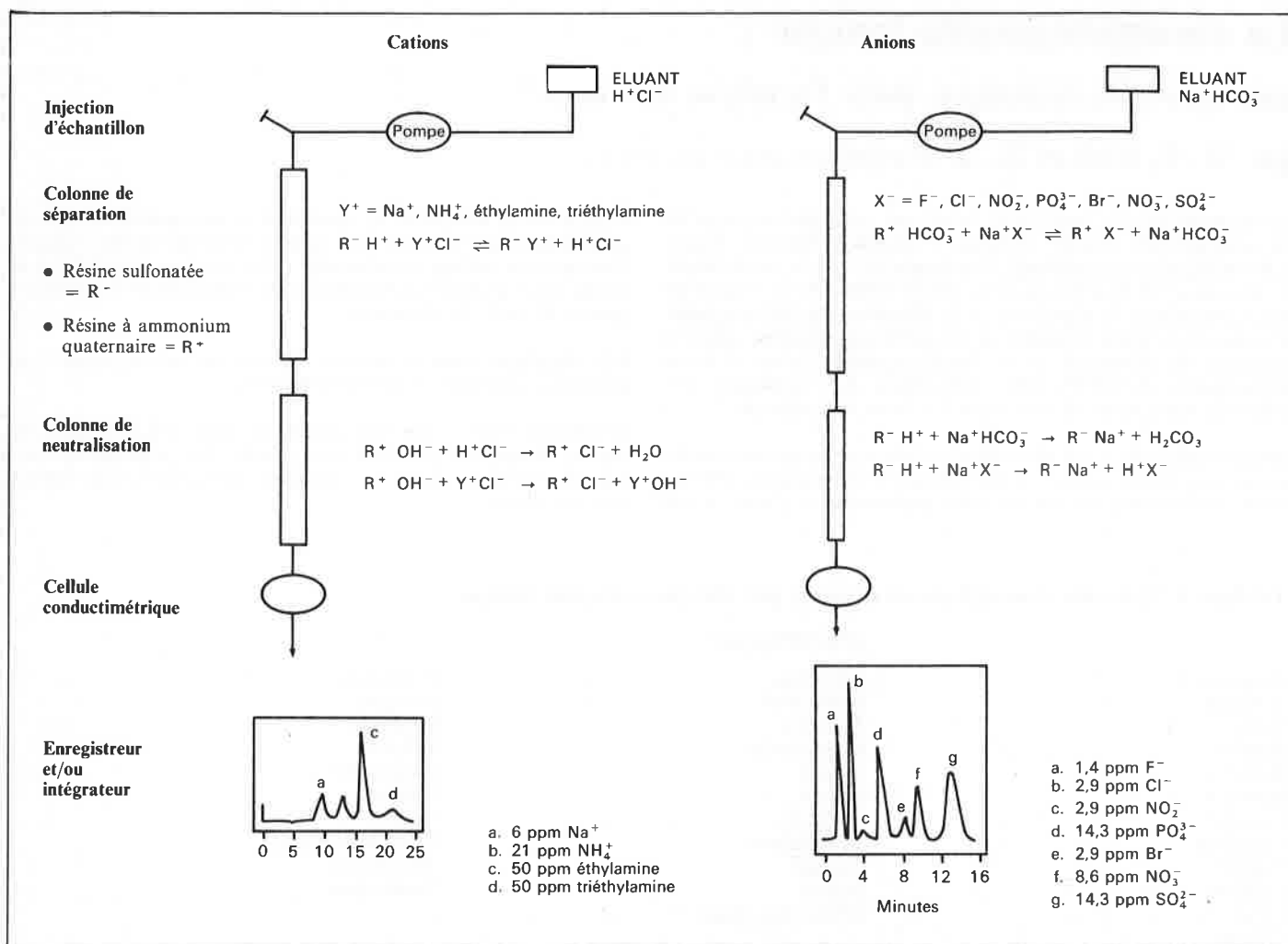


Figure 1. Schéma analytique de la chromatographie d'anions et de cations.

conductimétrique montées en série avec le séparateur. Cette dernière est appelée colonne de neutralisation de l'éluant. Sa fonction est, en fait, de convertir l'éluant en une espèce moins conductrice pendant que les ions de l'échantillon sont transformés en une forme simple et détectable. Ce procédé permet une mesure conductimétrique des ions sur un bruit de fond de faible niveau.

Les réactions ioniques dans la colonne de neutralisation sont aussi expliquées sur la figure 1 :

- dans le cas de l'analyse d'anions, l'éluant (carbonate de sodium et/ou bicarbonate de sodium), est converti en gaz carbonique dissout de faible conductance, tandis que les ions sont élués sous forme d'acides très conducteurs,
- dans le cas de l'analyse de cations, l'éluant (de l'acide chlorhydrique) est transformé en eau tandis que les ions sont élués sous forme de bases à haute conductance.

La réponse conductimétrique est traitée sur un enregistreur graphique et/ou un intégrateur électronique. Identification et quantification des espèces ioniques d'un échantillon sont possibles par la comparaison des temps de rétention et des hauteurs de pic (ou des aires de ceux-ci) avec ceux de solutions-étalons.

Applications de la chromatographie ionique

Toute nouvelle technique requiert d'être comparée aux méthodologies préexistantes de façon à déterminer son utilité. La C.I. possède plusieurs caractéristiques qui font d'elle une méthode de choix pour

L'étendue de réponse linéaire commence à quelques $\mu g/l$ et se termine aux environs de 50 à 100 mg/l (injection de 100 μl d'échantillon), selon la dissociation des espèces. Au-dessus de 100 mg/l , la conductivité est une fonction simple de la concentration.

De l'examen attentif de la figure 1, on peut tirer quelques conséquences importantes :

1. H^+X^- et Y^+OH^- doivent être fortement ionisés ($pK_a < 7$ pour H^+X^- , $pK_a > 7$ pour Y^+OH^-) de façon à posséder une bonne détectabilité. Ainsi, des chromatogrammes de haute résolution sont courants, à partir de matrices très complexes puisque les éléments peu dissociés ne sont pas détectés par C.I.
2. H^+X^- et Y^+OH^- doivent être stables en solution. Des corps amphotères tels que les acides aminés sont fixés sur la colonne de neutralisation et, de ce fait, ne sont pas analysables. De même, les métaux de transition précipitent généralement en hydroxydes sur la résine de neutralisation (échangeur de OH^-) et ne sont pas non plus visibles.
3. H^+X^- et Y^+OH^- ne doivent pas comporter plus de 20 atomes de carbone, environ. Des composés organiques plus importants tendent à être adsorbés par la résine de neutralisation, provoquant ainsi un étalement du pic ou, même, la fixation totale.

divers types de dosages. Ces caractéristiques sont résumées ci-après :

1. analyse multi-ionique pour chaque échantillon ;
2. limites de détection de l'ordre du $\mu g/l$ obtenues en routine ;

3. résolution entre ions interférants qui peuvent restreindre la précision des méthodes analytiques classiques;

4. analyse directe de composés demandant habituellement une préparation fastidieuse pour faciliter leur séparation et leur détection.

La C.I. étant une technique récente, peu de résultats décrivant ses applications ont été publiés dans la littérature scientifique. Les auteurs passent en revue ce qui a été écrit à ce sujet et présentent les résultats d'un certain nombre de nouvelles applications.

A. Analyse des eaux usées et naturelles

La présence de certains anions dans les effluents d'eaux usées peut provoquer une détérioration des circuits d'eaux naturels. On rencontre le phosphore et l'azote sous diverses formes chimiques dans les eaux usées.

Le phosphore est normalement présent en tant que phosphate, polyphosphates et organophosphorés. Les corps azotés intéressants les eaux polluées sont les nitrite, nitrate, l'ammonium et les organonitrés.

D'ordinaire, les analyses sont souvent basées sur la titrimétrie et la colorimétrie. Celles-ci sont sujettes à certaines interférences et manquent de rapidité (4), alors que la C.I., sans préparation de l'échantillon, peut déterminer ces ions à des niveaux de concentration de quelques ppm en moins de 30 minutes.

La figure 2 décrit l'utilisation de la C.I. dans la caractérisation des anions d'une eau de rejet industriel, à l'aide d'un éluant standard :



Le temps total d'analyse était approximativement de 24 mn.

R. A. Wetzel et Coll. (5) ont montré que la C.I. constitue une technique éprouvée pour le dosage de traces dans l'eau. Les applications à l'environnement pour ce genre d'analyses comprennent notamment la détermination de la composition ionique de l'eau de pluie et le dosage des effluents de piles à combustible car le niveau de concentration de ces milieux est généralement très bas.

Des colonnes de préconcentration (3 x 50 mm) sont employées chaque fois qu'il est nécessaire de concentrer des ions jusqu'à des

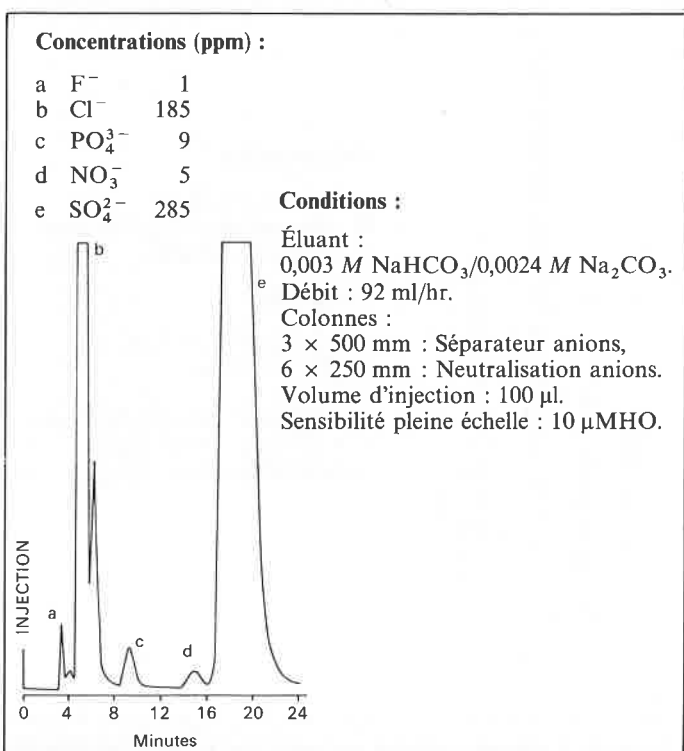


Figure 2. Analyse d'anions dans un rejet d'eau usée.

quantités détectables dans la mesure où de grands volumes d'échantillon peuvent être injectés au travers de ces colonnes. La prise d'essai peut varier alors de 1 à 100 ml et être introduite manuellement, par seringue, ou à l'aide d'une pompe. Puis, la colonne de préconcentration vient remplacer la boucle d'injection normale de l'analyseur d'ions et une analyse de routine est effectuée.

Les échantillons peuvent être concentrés à distance du chromatographe et stockés plusieurs jours avant dosage, car la fixation des ions sur la résine du concentrateur est relativement stable.

La C.I. a aussi été utilisée pour contrôler la qualité des alimentations en eau potable de différentes villes (6).

B. Analyse de l'eau de pluie

La C.I. se révèle aussi intéressante dans l'analyse des anions de l'eau de pluie (7). On a mesuré des échantillons de précipitation atmosphérique collectés en des stations éloignées ou proches des agglomérations pour estimer la concentration naturelle des ions dans l'eau de pluie, non perturbée par l'activité humaine. Ces résultats permettront d'étudier l'accroissement de certains éléments en fonction du temps et de l'activité industrielle.

Na⁺, K⁺, NH₄⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻ sont dosés dans les prélèvements. La confrontation entre mesures par C.I. et par d'autres méthodes, telles que l'absorption atomique et la spectrophotométrie, a été faite : une correspondance à ± 10 % s'en dégage pour une gamme de concentration allant de 50 à 5 000 µg/l et des comparaisons inter-laboratoires ont donné une corrélation à ± 15 % (Figure 3).

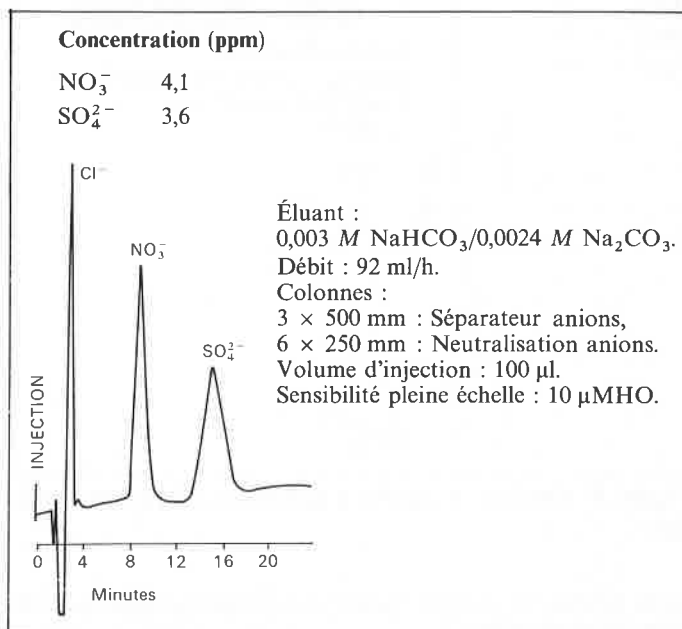


Figure 3. Analyse d'eau de pluie par C.I.

C. Protection des chaudières de centrales électriques

Les chaudières à grand rendement, employées pour la production de l'énergie électrique et les réactions industrielles en phase vapeur (à cause de phénomènes de corrosion et de dépôt de tartre dans les tubulures des générateurs), peuvent nécessiter des révisions périodiques coûteuses. Ces problèmes sont maîtrisés grâce au traitement chimique de l'eau déminéralisée et désaérée alimentant la chaudière, et par une purge continue de celle-ci.

Il est nécessaire de surveiller les concentrations des produits de traitement ; ceci peut être mené à bien en analysant l'eau purgée. La Société DOW CHEMICAL a utilisé un analyseur d'ions automatisé pour effectuer de tels dosages, directement sur les échantillons (8). La

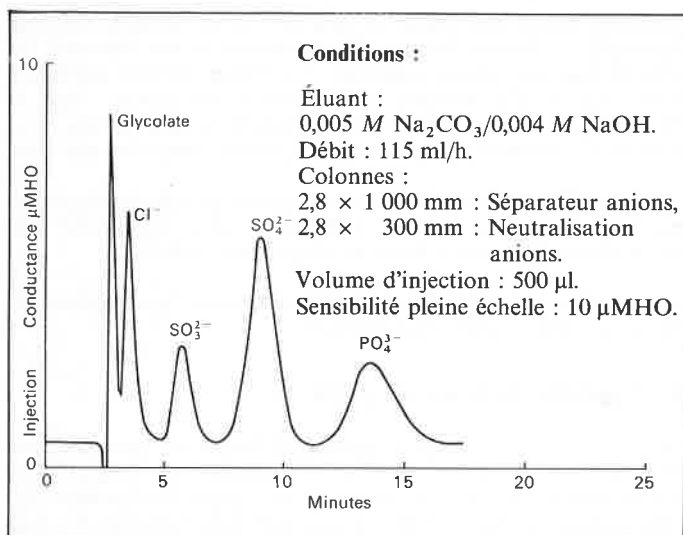


Figure 4. Contrôle des anions dans une eau de chaudière.

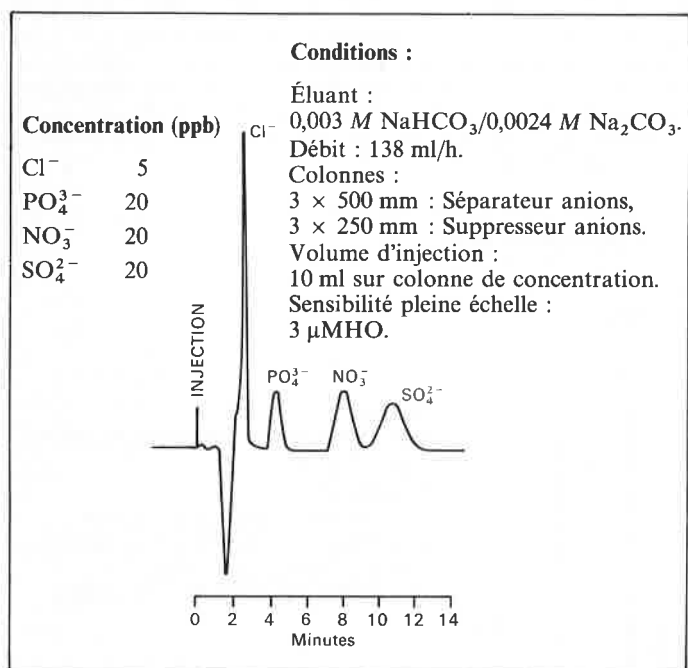


Figure 5. Analyse de traces d'anions avec préconcentration.

Figure 4 donne un exemple typique de chromatogramme d'eau de purge d'une chaudière.

L'autre difficulté majeure, aussi bien dans les centrales électriques conventionnelles que nucléaires, est la corrosion des tubulures de générateurs de vapeur. La même technique de préconcentration (cf. § A, réf. 5) est employée ici avec toute son efficacité, aux faibles teneurs de quelques μg/l. (Figure 5 : chromatogramme d'une analyse de traces d'anions.)

D. Analyse des émissions atmosphériques

La C.I. s'applique de même à l'analyse des espèces de la phase gazeuse, ou de celles adsorbées sur particules, provenant des émissions de sources polluantes et de véhicules.

Un analyseur d'ions a été automatisé avec succès en étant interconnecté à un échantillonneur automatique (9). Ainsi devenait possible une analyse en continu, le nombre d'échantillons traités étant fonction de la capacité d'échange de la colonne de

neutralisation. On a pu ainsi doser les sulfates solubles, l'ammonium et les alkylamines dans les gaz d'échappement d'automobile et dans des solutions de barbotage. Une excellente corrélation a été obtenue entre C.I. et titrimétrie automatique au chloroanilate de baryum, avec un écart-type relatif de moins de 5%.

Une autre possibilité dans le domaine de la production d'énergie électrique (particulièrement pour les centrales à charbon) est l'analyse des laveurs à gaz qui retiennent l'excès de SO₂ provenant de la combustion du charbon. La branche « Méthodes de prélèvement et d'analyses » du « Laboratoire de Recherches des Sciences de l'Environnement (S.A.M.B., E.S.R.L.) » de l'Agence Américaine de Protection de l'Environnement (E.P.A.) a mené des tests à cet effet (10, 11). Elle a démontré l'aptitude de la C.I. à la détermination du sulfite et du sulfate au cours de procédés de désulfuration du gaz.

Les résultats de l'analyse directe de solutions de lavage par C.I., comparés aux méthodes titrimétriques et turbidimétriques, sont résumés dans le tableau II.

Tableau II. Analyse de laveurs pour désulfuration de gaz
Concentration en ppm

Chromatographie d'ions			Titrage au Ba ²⁺	Turbidimétrie
SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	SO _x total en SO ₄ ²⁻	SO _x total en SO ₄ ²⁻	SO _x total en SO ₄ ²⁻
2,0	2,1	4,5	4,4	4,2
1,5	2,7	4,5	3,7	4,0
0,0	2,4	2,4	2,5	2,5
0,0	2,1	2,1	2,0	1,7
0,7	3,3	4,1	4,1	4,1
0,0	1,4	1,4	1,5	1,3
0,8	1,8	2,7	2,6	2,7
0,0	1,1	1,1	1,2	1,1

E. Analyse de l'air ambiant

Le dosage de traces de gaz toxiques dans l'atmosphère fait l'objet d'un regain d'intérêt de la part de nombreuses industries. Quelques-uns de ces gaz soulèvent des problèmes analytiques en chromatographie gazeuse. Un exemple : le chlorure de monochloroacétyle. Ce

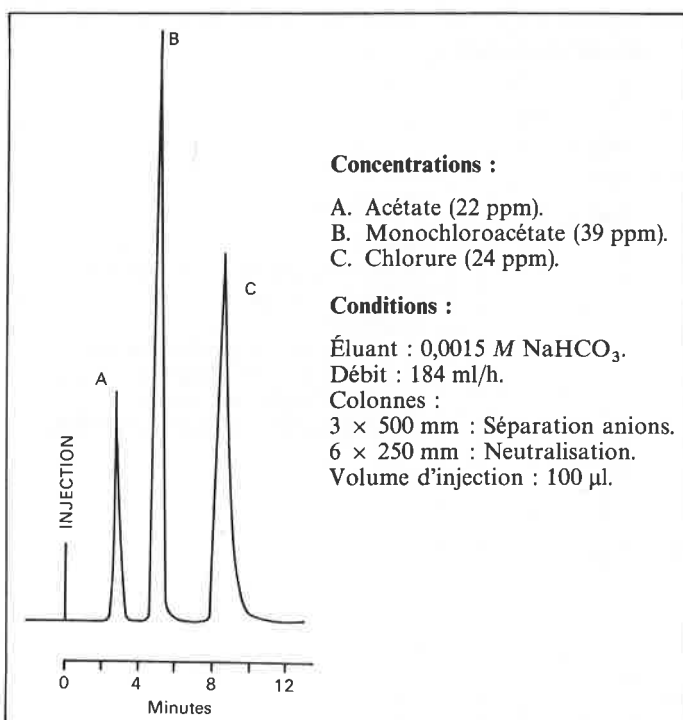


Figure 6. Analyse d'acides extraits par le bicarbonate de sodium d'un filtre en gel de silice.

gaz peut être séparé de l'air sur gel de silice, puis extrait par une solution diluée de bicarbonate de sodium et enfin analysé sans autre traitement par C.I. sous forme d'acide monochloracétique et de chlorure (12). Le chromatogramme de la figure 6 illustre cette application.

Autre gaz toxique : le SO_2 . J. Mulik (11) a montré que le piégeage du SO_2 atmosphérique dans un laveur à H_2O_2 diluée le transformait quantitativement en SO_4^{2-} . Cette solution peut être injectée

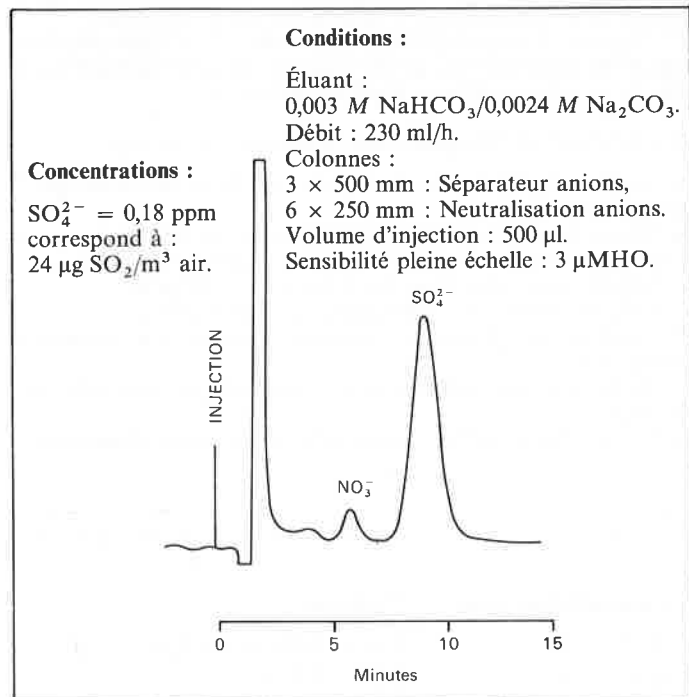


Figure 7. Analyse d'un barbotteur à H_2O_2 pour dosage du SO_2 atmosphérique.

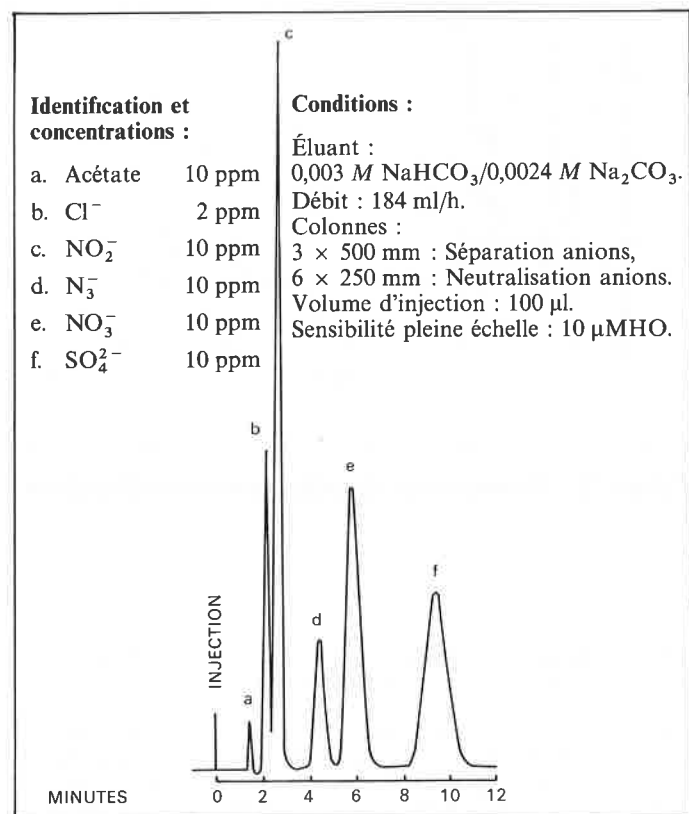


Figure 8. Analyse des particules produites par le déploiement d'un ballon à gonflage rapide.

directement dans l'analyseur d'ions, et le SO_2 quantifié sous forme de SO_4^{2-} . Ce procédé [contrairement à d'autres méthodes (telles que celle de West-Gaeke)], a l'avantage d'une solution de barbotage non affectée par la température. La figure 7 reproduit une telle analyse.

Les oxydes d'azote et le SO_2 présents dans l'air sont partiellement absorbés par les aérosols atmosphériques. En raison de l'acidité de ces particules de SO_4^{2-} et de NO_3^- , qui peuvent être corrosives lorsqu'elles sont entraînées par l'eau de pluie, elles sont constamment contrôlées par l'E.P.A. (11, 13); celle-ci a aussi étudié leur toxicité pour les êtres vivants. J. Mulik et Coll. (13) ont démontré que la C.I. pouvait être un très bon outil dans l'analyse des nitrate et sulfate des aérosols atmosphériques.

La détermination de l'azoture dans des rejets aqueux et dans les particules produites par le déploiement d'un ballon à gonflage rapide a pu, de même, bénéficier des développements de la C.I. Dans une étude récente (14), on a mis au point la collection de ces particules et leur lavage par de l'eau désionisée. Les anions solubilisés ont ensuite été analysés par C.I. Les résultats se concrétisent en un chromatogramme caractéristique (tel que celui de la figure 8), comportant acétate, chlorure, nitrite, azoture et sulfate. La quantification de l'azoture a donné un recouvrement à 5 % près, par rapport à la colorimétrie.

Tableau III. Analyse de sulfate et nitrate dans des aérosols atmosphériques

Échantillon N°	SO_4^{2-} ($\mu\text{g/ml}$)		NO_3^- ($\mu\text{g/ml}$)	
	C.I.	Bleu de méthylthymol	C.I.	Réduction du cadmium
1	65,1	66,2	9,23	11,9
3	79,4	72,9	21,2	20,4
5	29,2	30,9	6,4	7,0
7	52,9	53,2	23,6	23,5
9	35,5	35,3	9,3	9,6
11	88,8	82,1	4,3	4,5
13	23,6	25,1	5,2	5,9
15	35,9	36,5	17,5	18,2
17	47,6	48,7	12,3	12,4

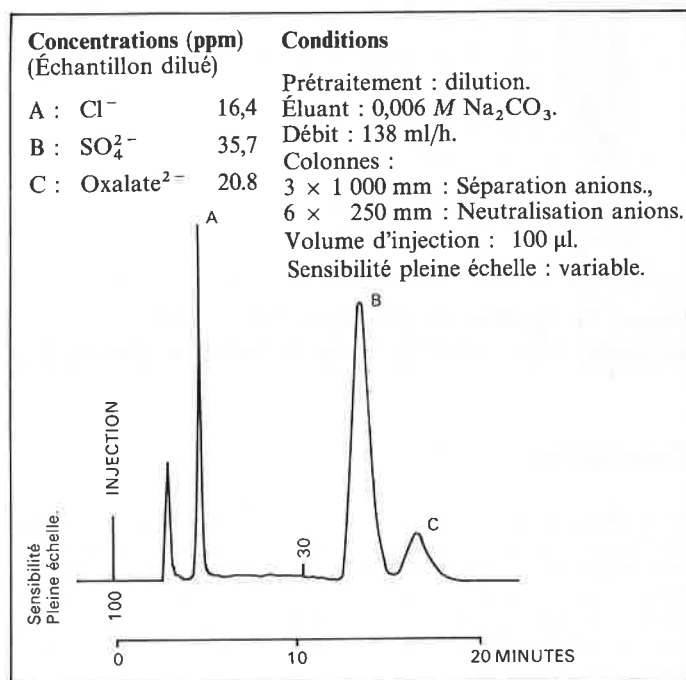


Figure 9. Analyse d'oxalate, sulfate et chlorure dans une liqueur de Bayer (Industrie de l'aluminium).

F. Contrôles analytiques de qualité

Le champ d'applications de cette technique est large dans le domaine des contrôles de qualité. Un exemple parmi d'autres : le dosage des sels minéraux de colorants alimentaires.

D. Fratz (15) a montré la validité de la méthode pour le dosage de F^- , Cl^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-} et I^- dans des colorants utilisés en alimentation, spécialités pharmaceutiques et cosmétiques. Cet exemple illustre bien sa capacité comme moyen d'analyse multi-ionique d'un échantillon et d'élimination des interférences. L'utilisation d'une précolonne (colonne de 3×150 mm placée en amont du séparateur) permet de retenir le colorant organique tandis que les ions minéraux sont élués normalement.

D'autres contrôles de qualité sont courants (16), tels que :

- Oxalate et sulfate dans les liqueurs de Bayer de l'industrie de l'aluminium (Figure 9);
- Traces de monométhylamine, diméthylamine, triméthylamine et ammonium dans la diméthylformamide (Figure 10);
- Sulfate et chromate dans des bains de métallisation;
- Chlorate, chlorure et sulfate dans des bases fortes;
- Composition anionique et cationique d'antigel pour automobile (Figure 11);
- Acides organiques aliphatiques ou aromatiques dans différentes matrices;
- Spectre d'ions soufrés : sulfite, sulfate, thiosulfate (Figure 12).

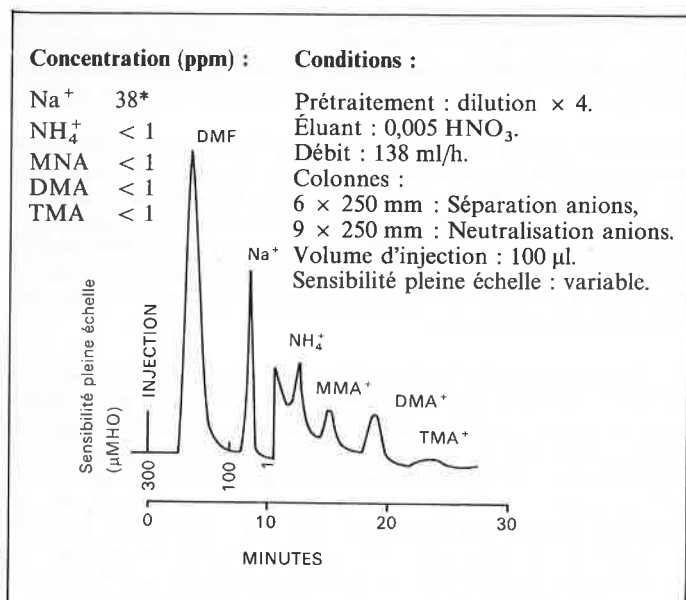


Figure 10. Analyse de cations dans la diméthylformamide.

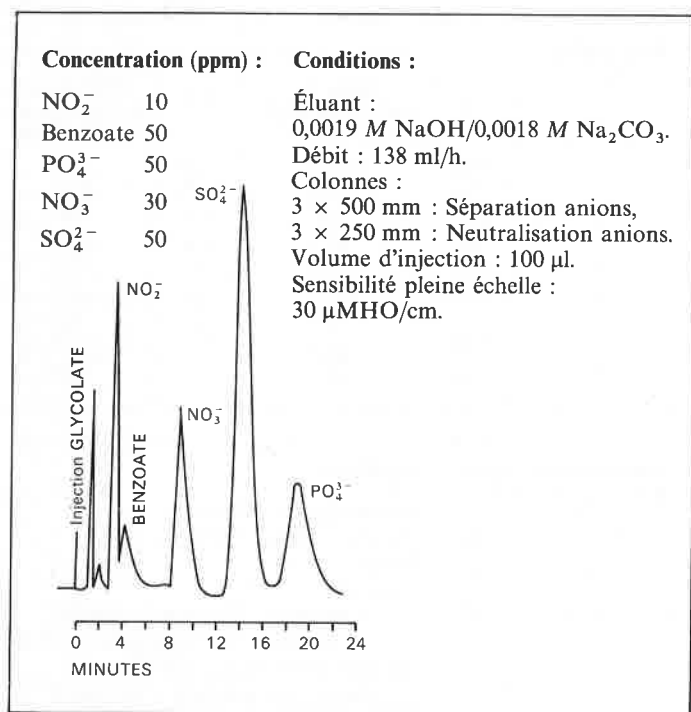


Figure 11. Analyse de glycolate, NO_2^- , PO_4^{3-} , benzoate, NO_3^- et SO_4^{2-} dans de l'éthylène-glycol, 2 %.

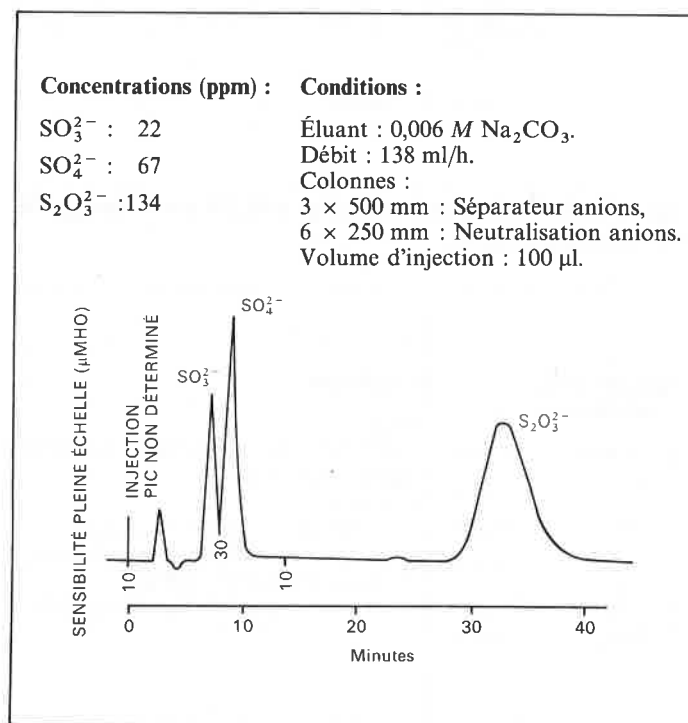


Figure 12. Détermination de sulfite, sulfate et thiosulfate.

Conclusion

La chromatographie ionique se révèle être une nouvelle méthode analytique sensible, performante et efficace, au service des chimistes rencontrant journellement des problèmes de dosage d'ions conjugués d'acides ou de bases fortement ou moyennement dissociés. De nombreuses applications ont été décrites, aussi bien dans le domaine de l'environnement (aquatique et aérien) que dans ceux de la chimie industrielle, des analyses liées à la production d'électricité et des contrôles de qualité.

Grâce à la réunion originale de l'échange d'ions et de la

conductimétrie, tous les laboratoires devant analyser des ions peuvent bénéficier de ses développements.

La technique a aussi les avantages d'un fonctionnement pouvant être automatisé et d'un temps d'analyse réduit à quelques minutes par ion. De ce fait, il apparaît que la Chromatographie Ionique est destinée à remplacer un certain nombre de méthodes classiques, dans la mesure où l'analyse multi-ionique nécessite la mise en œuvre de plusieurs de ces méthodes; ce qui augmente parallèlement le temps global d'un dosage.

Bibliographie

- (1) H. Small, T. S. Stevens et W. C. Bauman, *Analytical Chemistry*, 1975, 47, n°11, 1801.
- (2) A. Jardy et R. Rosset, *Analisis*, 1979, 7, n° 6, 259.
- (3) W. Reiman III et H. F. Walton, « Ion exchange in analytical chemistry », Pergamon Press éd., Elmsford, New-York (1970).
- (4) « Standards methods for the examination of water and wastewater », 14^e éd., Association Américaine pour la Santé Publique (1975).
- (5) R. A. Wetzel, C. L. Anderson, H. Schleicher et G. D. Crook, *Analytical Chemistry*, 1979, 51, 1532.
- (6) L. Westwood et D. Schuetzle, Laboratoire de recherche de Ford, Communication personnelle.
- (7) D. C. Bogen et al., « Baseline precipitation chemistry measurements by ion chromatography »; communication 361 à la Conférence de Pittsburgh sur la chimie analytique et la spectroscopie appliquée, Cleveland, Ohio (1978).
- (8) T. S. Stevens et al., *Analytical Chemistry*, 1978, H 9 (8), 1176.
- (9) R. B. Zweidinger, S. B. Tejada, J. E. Sigsby, R. L. Bradow, « Application of ion chromatography to the analysis of ammonia and alkylamines in automobile exhaust » in « Ion chromatographic analysis of environmental pollutants », Ann Arbor Science éd., Michigan (1978).
- (10) R. Steiber et R. M. Statnick, « Application of ion chromatography to stationary source of control device evaluation studies, in « Ion chromatographic analysis of environmental pollutants », Ann Arbor Science éd., Michigan (1978).
- (11) J. D. Mulik, G. Tood, E. Estes, R. Puckett, E. Sawicki, « Ion chromatographic determination of atmospheric sulfur dioxide, in « Ion chromatographic analysis of environmental pollutants », Ann Arbor Science éd., Michigan (1978).
- (12) J. Menear, communication personnelle (1978).
- (13) J. Mulik, R. Puckett, D. Williams et E. Sawicki, « Analysis of nitrate and sulfate in ambient aerosols », *Anal. Letters*, 1976, 9 (7), 653.
- (14) J. Westwood et E. L. Stokes, « Analysis of azide in environmental samples by ion chromatography », soumis à la publication dans *Analytical Letters* (Juin 1978).
- (15) D. Fratz, « Ion chromatographic analysis of environmental pollutants », Ann Arbor Science éd., Michigan, (1978), p. 169.
- (16) Rapports d'applications de DIONEX Corporation, 1977, 1978, 1979.

La chromatographie gazeuse préparative industrielle : une réalité

par G. Chapelet Letourneux*, M.P. Pointet*, B. Roz** et G. Guiochon***

(* Société Nationale Elf Aquitaine, BP 22, 69560 Saint-Symphorien d'Ozon, ** Société de Recherches et de Techniques Industrielles, Route de Guyancourt, 78530 Buc et *** École Polytechnique, Route de Saclay, 91128 Palaiseau Cedex.)

La chromatographie gazeuse est maintenant une technique préparative industrielle au même titre que la distillation. La SNEA et la SRTI ont développé ce procédé qui est actuellement en opération aux U.S.A.

Avec cette technologie, il est désormais possible :

- de séparer des produits ayant des points d'ébullition rapprochés (en particulier des isomères structuraux).
- d'éliminer spécifiquement des impuretés
- de séparer des mélanges azéotropiques
- de séparer des substances thermiquement instables

L'extrapolation

La première expérience physico-chimique utilisant le principe de migration sélective a été signalée par Plinè l'Ancien, il y a plus de 2 000 ans : il s'agissait de détecter la présence de sulfate ferreux en utilisant du papyrus imprégné d'un extrait de noix de galle.

Au début de ce siècle, la technique de séparation par adsorption différentielle sur alumine a été baptisée « Chromatographie » par Tswett qui séparaient des pigments, les produits à séparer étant élués par un liquide.

La technique se résume donc à avoir :

- une phase stable qui effectue la séparation
- une phase mobile qui entraîne les produits à séparer.

En 1952, l'idée d'utiliser un gaz comme phase mobile se développa ; ainsi naquit la chromatographie gaz-liquide qui constitua très rapidement un outil analytique très puissant et apparut, dès cette époque, comme une technologie qui pourrait être utilisée pour une séparation quantitative à l'échelle industrielle.

Cependant, toutes les tentatives d'extrapolation échouèrent sur le fait que lorsque l'on augmente le diamètre des colonnes de quelques mm,

Tous les grades de pureté peuvent être obtenus avec des rendements pouvant atteindre 98 %.

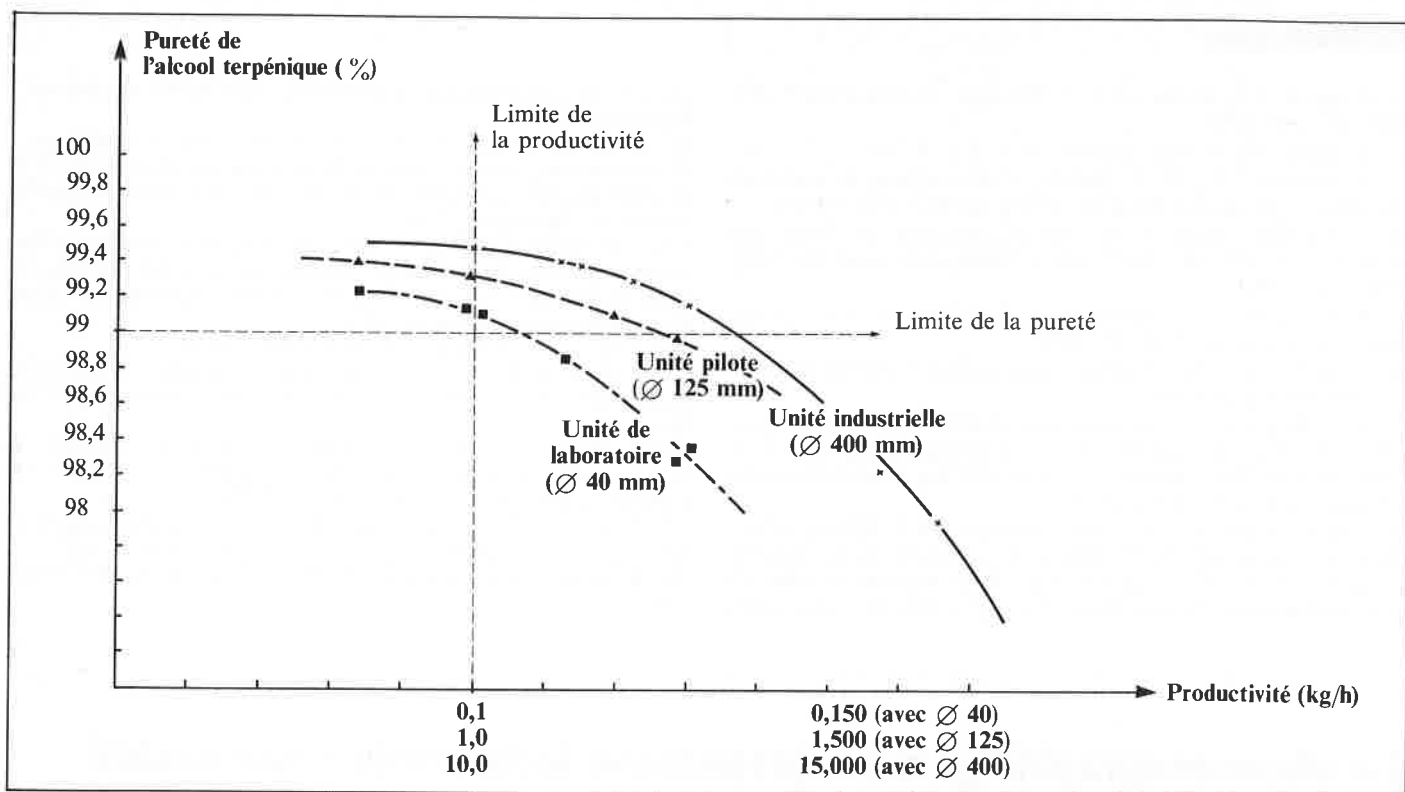
Au contraire des distillations sous-vide conventionnelles, la chromatographie gazeuse préparative industrielle (CGPI) est moins « énergivore » pour effectuer des séparations difficiles. Et, en raison du temps de séjour dans la colonne extrêmement faible par rapport à celui de la distillation (jusqu'à 30 fois plus faible), la CGPI permet le traitement de substances instables thermiquement.

en utilisation analytique, à plusieurs centaines de mm pour des productions, l'efficacité de ces colonnes diminue considérablement.

A la suite d'études théoriques (en particulier dans le laboratoire du Pr Guiochon à l'École Polytechnique) et pratiques, la SNEA et la SRTI ont mis au point une méthode de remplissage des colonnes de fort diamètre grâce à laquelle c'est l'effet contraire qui est observé : l'efficacité des colonnes croît avec leur diamètre (Voir figure 1). Des colonnes ayant des efficacités de plus de 1 000 plateaux théoriques par mètre et des diamètres de 400 mm et plus ont ainsi été construites conduisant à des unités qui peuvent produire jusqu'à 300 t par an.

En octobre 1979, démarrait dans l'usine de la SCM-Glidden, à Jacksonville (USA), une unité de 100 t/an, équipée d'une colonne de 400 mm de diamètre qui dépassait les spécifications, tant en pureté qu'en productivité. Cette unité (photo), utilisée pour séparer des bases de parfumerie, est la première au monde. Au Centre de recherche Elf de Solaize*, deux autres unités fonctionnant sur le même principe sont utilisées pour effectuer des opérations de démonstration et des séparations à façon : l'une est équipée d'une colonne de 125 mm et l'autre d'une colonne de 200 mm de diamètre.

* Adresse : Centre de recherche Elf Solaize, F. 69360, Saint-Symphorien d'Ozon.



Conditions opératoires	Longueur colonne (m)	Température colonne (°C)	Vitesse gaz vecteur (cm/s)	Pressions (bar)		Débit gaz vecteur (m ³ /h)
				Entrée colonne	Sortie colonne	
Unité de laboratoire (Ø 40 mm)	2	180	15	2,9	1,0	0,6
Unité pilote (Ø 125 mm)	1,5	180	15	2,4	1,0	6
Unité industrielle (Ø 400 mm)	1,5	180	15	2,35	1,0	66

(Ø = diamètre de la colonne)

Figure 1. Extrapolation de l'unité de laboratoire à l'unité industrielle

Programmation des opérations

Le procédé de CGPI est cyclique. Les opérations clés du procédé (Voir figure 2) :

- ouverture et fermeture de la vanne d'injection,
 - ouverture et fermeture des vannes de sortie de colonne pour la collecte des effluents après séparation,
- sont commandées par un programmeur mécanique, fonctionnant sur le principe du « timer » de la ménagère.

A des intervalles de temps définis et pendant un laps de temps défini, la charge liquide est mélangée au gaz vecteur dans le vaporiseur. Ce gaz, qui est généralement de l'hydrogène (mais ce peut-être de l'hélium) a été préchauffé. Un apport complémentaire de calories est effectué au niveau du vaporiseur dont la température optimale se situe aux environs des points d'ébullition des composés à séparer.

La charge est introduite, dans le vaporiseur, à une vitesse de l'ordre de 30 g/s pour une unité industrielle, la durée de l'injection étant comprise entre 10 et 30 secondes selon la difficulté de la séparation.

Chacun des composants du mélange, à séparer, entraîné par le gaz vecteur (dont le débit est de l'ordre de 60 m³/h dans une unité industrielle), se déplace dans la colonne à une vitesse différente selon son affinité pour la phase stationnaire liquide : les composants du

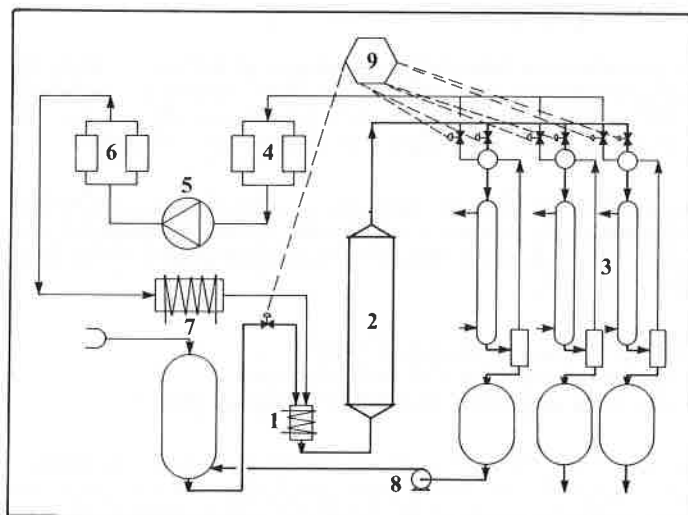
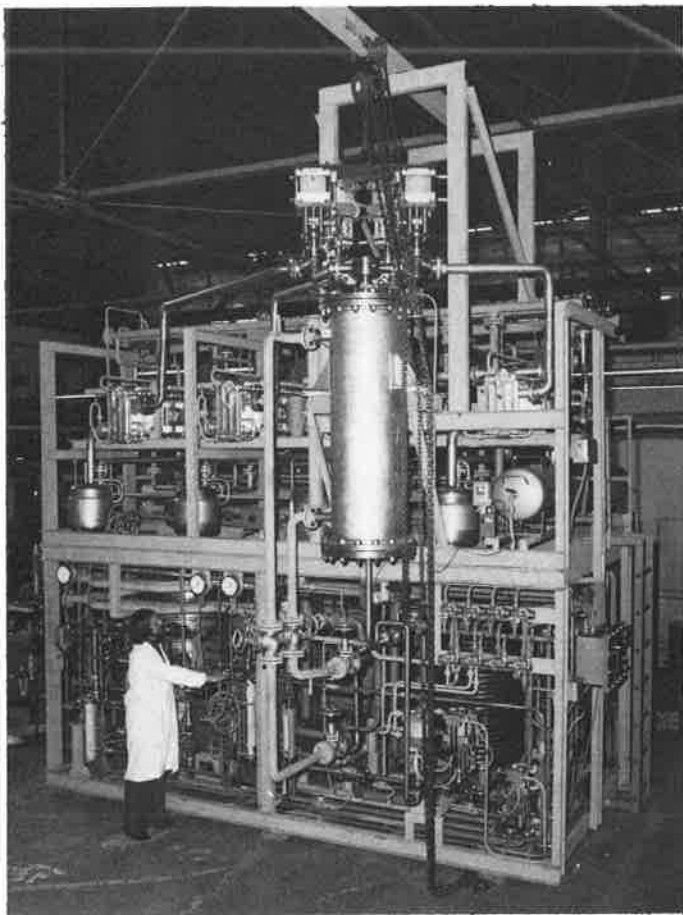


Figure 2. Schéma de principe

1 : vaporiseur. 2 : colonne chromatographique. 3 : système de piégeage. 4 : régénération du gaz vecteur. 5 : compresseur. 6 : désoxygénation du gaz vecteur. 7 : préchauffage du gaz vecteur. 8 : recyclage éventuel de la charge. 9 : automatisation : base de temps.



mélange apparaissent donc en sortie de colonne à des instants différents.

Le pouvoir séparateur exceptionnel de la CGPI vient du fait qu'elle met en jeu deux caractéristiques des molécules à séparer :

- leur polarité,
- leur masse moléculaire,

alors que la distillation ne met en jeu que la masse moléculaire.

A la sortie de la colonne, les différentes fractions sont dirigées vers des condenseurs individuels à l'aide de vannes appropriées. A noter que ces vannes, qui ont des temps d'ouverture et de fermeture voisins du dixième de seconde, un débit de fuite inférieur à 10^{-5} l/mn, qui doivent pouvoir opérer aussi bien à température ordinaire qu'à 300°C et effectuent 300 000 manœuvres dans l'année, ont été l'objet d'une mise au point très soignée. Nous avons, en particulier, fait appel aux constructeurs de vannes pour les centrales nucléaires.

Par ailleurs, un système de condensation multi-étage a été développé pour éviter la formation de brouillard et avoir ainsi des rendements de condensation voisins de 98 %.

Enfin, une partie des produits condensés en fin de séquence est recyclée de manière à épuiser la charge au maximum.

En sortie de condenseur, le gaz vecteur est recyclé après avoir été comprimé, débarrassé des incondensés sur charbon actif, désoxygéné sur catalyseur et séché sur tamis moléculaire. Il revient ainsi parfaitement pur au préchauffeur et le cycle redémarre. Suivant la difficulté de séparation et les temps de rétention relatifs des différents constituants, la durée du cycle est comprise entre 1 et 5 minutes.

Soulignons enfin que la SNEA et la SRTI ont développé une technique de fonctionnement sous-vide du procédé de chromatographie gazeuse qui permet le traitement, sans dégradation, de produits ayant un point d'ébullition élevé avec un rendement important.

Efficacité de la colonne

La clé du procédé est la colonne qui est remplie de fines particules de silice ou de terres de diatomées (diamètre : environ $200\ \mu$) imprégnées d'un polymère liquide qui constitue la phase stationnaire. Suivant les séparations désirées, différentes phases stationnaires peuvent être utilisées.

L'efficacité du procédé est directement liée à l'homogénéité de ce garnissage à l'intérieur de la colonne. Il faut, en particulier, interdire la création de chemins préférentiels. A cet effet, des chercheurs américains issus du MIT avaient recommandé, il y a une dizaine d'années, l'utilisation de colonnes munies de chicanes dont la mission était d'assurer un écoulement homogène du mélange gazeux. Mais l'expérience échoua : à mesure que l'on augmentait le diamètre de la colonne, son efficacité diminuait.

On sait qu'en chromatographie, l'efficacité est exprimée en hauteur équivalente à un plateau théorique (HETP) : plus faible est la HETP, plus efficace est la colonne.

Sur la figure 3, nous avons reporté l'influence des paramètres de remplissage d'une colonne sur son efficacité et nous comparons, sur la figure 4, les colonnes à chicanes à celles remplies selon la technique SNEA-SRTI. Cette dernière est remarquable par le fait qu'elle conduit à des domaines de HETP beaucoup plus faibles que toutes les autres, donc à des efficacités beaucoup plus élevées quel que soit le diamètre des colonnes, et quelles que soient les vitesses du gaz vecteur. Or, travailler à des vitesses de gaz vecteur élevées signifie obtenir des productivités importantes.

Applications

La CGPI permet des purifications estimées, jusqu'à ce jour, impossibles techniquement ou inabordablement économiquement. En bien des occasions cette technique doit être préférée à la distillation fractionnée ou à la distillation extractive.

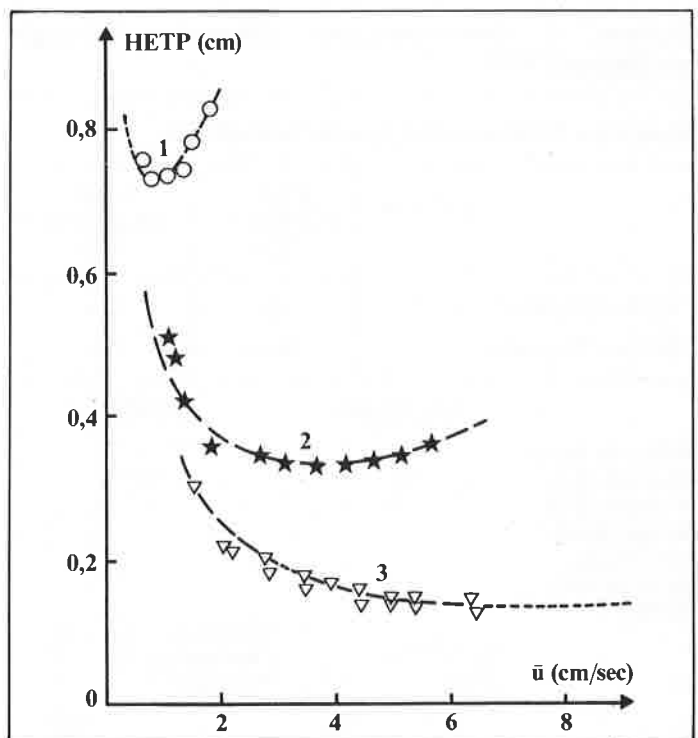


Figure 3. Influence de la méthode de tassement sur l'efficacité d'une colonne de 125 mm de diamètre, 1,5 m de longueur. Chromosorb P NAW 120-140 mesh imprégné à 20 % de squalane. Soluté isoprène. Température 35°C .

1. garnissage par simple remplissage,
2. garnissage en présence de fortes vibrations,
3. garnissage en présence de vibrations et chocs contrôlés.

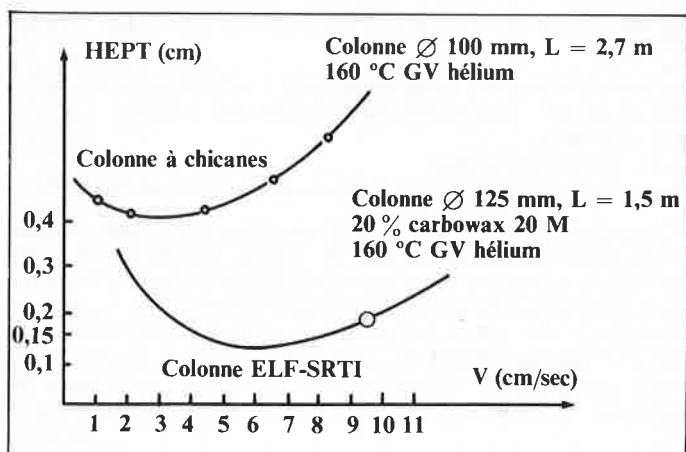


Figure 4. Comparaison des efficacités respectives des colonnes de diamètres voisins avec et sans géométrie interne. Cas de la séparation α/β pinènes.

Quand la séparation est relativement simple (volatilité relative, α , supérieure à 1,2), la distillation doit être retenue. En revanche, pour des volatilités relatives inférieures à 1,1, le taux de reflux des colonnes de distillation augmente très rapidement, entraînant des consommations d'énergie importantes et des risques de dégradation thermique des produits à séparer. Là se situe le domaine de la CGPI. A titre d'exemple, nous avons séparé, au cours d'une opération de travail à façon, deux isomères en série aromatique ayant un α de 1,016 : cette séparation nécessiterait, par distillation, 2 400 plateaux théoriques, soit une colonne à garnissage de 720 mètres.

La CGPI s'applique particulièrement à des produits ayant des points

Tableau 1. Consommations comparées d'énergie distillation/CGPI

Séparation des bromo-2 et bromo-3-thiophènes :

	Charge (%)	Point d'ébullition (°C)	Pureté des effluents (%)
Bromo-2-thiophène	69,4	150	99,1
Bromo-3-thiophène	30,5	158	99,5

	Distillation	CGPI
Efficacité requise		
Plateaux théo.	50	350
Taux de reflux	15,4	-
Énergie requise (en kcal par kg de produit purifié)		
Préchauffage charge	71	Compression H ₂ 231
Rebouilleur	599	Préchauffage H ₂ 122
	670	Vaporisation 82
		435

d'ébullition compris entre la température ambiante et 300 °C. Un large éventail de substances organiques a déjà été testé : paraffines (C₂ à C₃₂), oléfines, diènes, alcoylbenzènes, thiophènes, phénylamine, chloropyridines, phosphines... dans des domaines tels que les parfums et arômes, les intermédiaires de synthèse, en particulier pour la pharmacie...

Un autre intérêt de la CGPI est l'élimination sélective d'une ou de plusieurs impuretés d'un mélange complexe, même si la teneur de ces impuretés est très faible.

Les temps de séjour, très courts dans la colonne (de l'ordre de la minute), constituent un avantage important du procédé par rapport à la distillation où les temps de séjour peuvent être de l'ordre de 30 fois supérieurs : ceci permet le traitement de produits instables thermiquement. Pour ceux qui ne seraient pas dégradés en raison de taux de reflux importants, le tableau 1 montre que la CGPI conduit à de sérieuses économies d'énergie par rapport à la distillation.

Mentionnons que, contrairement à la distillation, la CGPI n'a aucune rétention et n'entraîne donc aucune perte de produit.

A la suite des premiers mois de fonctionnement, aux États-Unis, de l'unité industrielle, équipée d'une colonne de 400 mm, nous avons déterminé avec précision les coûts opératoires du procédé (voir tableau 2) : ils sont exprimés en dollars, car il s'agit de coûts vécus. Et leur compétitivité est certaine.

Tableau 2. Coûts de traitement par CGPI

Sur la base de : unité 400, 8 000 h/an.

Coûts directs d'exploitation	Coût annuel (1 000 × USD)
Électricité 400 000 kWh (0,03 USD/kWh)	12
Main d'œuvre . . . 1/3 opérateur (9,70 USD/h)	26
285 000 ft ³ (0,02 USD/ft ³)	6
Entretien 5 % du coût de l'équipement	34
Régénération colonne durée de vie : 16 000 h	18
Total	96

Investissement	
Équipement	680 000 USD
Off-sites	136 000 USD
Démarrage	100 000 USD
Total	916 000 USD

Si l'on admet un amortissement linéaire sur 10 ans, l'impact sur le coût horaire sera de : 92 USD/h.

En supposant des productivités comprises entre 10 et 15 kg/h, on arrive à des coûts de production de :

	10 kg/h	15 kg/h
Coût direct d'exploitation (USD/kg)	1,2	0,8
Amortissements (USD/kg)	1,15	0,77
Total (USD/kg)	2,35	1,57

N.B. Ces chiffres ne sont donnés qu'à titre d'exemple pour une unité standard et des productivités classiques. Les redevances liées à la licence d'utilisation du procédé ne sont pas incluses.



MOLÉCULES MARQUÉES PAR LES RADIOISOTOPES

^{14}C , ^3H , ^{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

German Chemical Engineering

Published under the auspices of the German Chemical Society, DECHEMA and the Society for Process Engineering and Chemical Engineering (VDI-GVC)

German Chemical Engineering provides information on the most important topical research work in chemical and process engineering carried out at German universities and industrial companies. The field of German chemical engineering has won wide international acclaim for its quality and achievements but most of the investigations leading to these developments are published in the German language. This journal has been designed to improve this situation.

1980. Volume 3. Published bi-monthly. Annual subscription rate DM 198,— plus postage and handling. Sample copies are available upon request.



P. O. Box 1260/1280, D-6940 Weinheim

The short cut to compound location in Beilstein's Handbook of Organic Chemistry

... is how we'd describe a new lab chart (60 x 63 cm) devised recently for Beilstein users. A brief perusal of this highly practical embellishment for lab or library wall provides you with all the information you need to locate a particular compound in Beilstein in the shortest possible time.

Write for your free copy to:



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

vos SOLS CIMENT

sans poussière

propres et colorés,

intouchables et faciles à laver

Pourquoi laisser le ciment brut, gris, triste, poussiéreux et d'entretien difficile, alors qu'il est si facile d'y appliquer vous-même, avec un simple pinceau, le revêtement plastique liquide à durcisseur "MATCOSOL".



SUPPRIME LA POUSSIÈRE

Le MATCOSOL forme un enduit d'une dureté exceptionnelle, lisse mais anti-dérapant qui évite la désagrégation du ciment.



ENTRETIEN FACILE

Le ciment devient imperméable, anti-acide, anti-graisse et se lave à grande eau comme un carrelage courant.



VOS SOLS EN COULEUR

Grâce aux 10 nuances décoratives du MATCOSOL le ciment devient gai, clair et agréable.



fait merveille partout

Balcons, terrasses, loggias, perrons, piscines, bassins, etc...
Garages, salles d'eau, cuisines, couloirs, chaufferies, sous-sols.

MATCOSOL EST UN REVÊTEMENT ÉCONOMIQUE

Demandez la liste de nos
926 distributeurs à :



21, RUE DE LA PAIX
75002 PARIS
TÉL : 742.07.45 +

Purification à l'échelle industrielle du virus grippal

Comparaison de l'ultracentrifugation de zone et de la chromatographie d'exclusion sur billes de silice

par C. Dulout *, A. Peyrouset *, P. Adamowicz ** et A. Poinsard **

(* ELF Aquitaine, Centre de recherches de Lacq, 64170 Artix et ** Institut Pasteur Production, 92230 Garches)

Introduction

La chromatographie d'exclusion a connu un développement important (1) avec la mise au point de gels de séparation à base de dérivés d'agar, de dextrans ou d'acrylamide. Les applications de cette technique de séparation selon la taille, de molécules biologiques ou non, sont innombrables dans les laboratoires. En revanche, son application industrielle est restée relativement peu répandue : les gels, non rigides, ne permettent pas de travailler avec des débits élevés et sont difficilement stérilisables.

La mise au point de billes de verre (2) ou de silice à porosité contrôlée (3), a donné un nouvel essor à la chromatographie d'exclusion : de tels supports ont une résistance mécanique et une résistance aux températures élevées qui autorisent précisément de forts débits et une stérilisation à l'autoclave. Les phénomènes d'adsorption non spécifique ont été éliminés par blocage des sites

actifs de la silice au moyen d'agents polyoxyéthylénés (4, 5) rendant cette technique applicable industriellement.

Les nombreuses applications de cette méthode à la purification de virus de plantes ou de virus animaux (4, 6, 7, 8 et 9) ont démontré son efficacité à l'échelle du laboratoire.

Il nous est apparu intéressant de mettre au point les conditions de purification industrielle du virus grippal. C'est, en effet, l'antigène viral le plus important par le volume et le nombre des lots à purifier dans l'industrie biologique. Cette nouvelle méthode a été comparée à la technique de purification par ultracentrifugation zonale isopycnique sur gradient de saccharose. Cette dernière technique (10) est, en effet, celle qui est la plus largement utilisée par les producteurs de vaccin grippal depuis la mise au point des ultracentrifugeuses à rotor zonal alimenté à débit continu en échantillon (11).

Matériel et méthodes

Multiplication du virus

Cette étude a porté sur les souches du virus grippal correspondant à la situation épidémiologique en Europe de la période 1977-1978 : A/URSS/H₁N₁, A/Victoria/H₃N₂, A/Texas/H₃N₂ et B/Hong Kong.

Des aliquotes (0,2 ml) de suspension virale sont inoculées dans la cavité allantoïdienne d'œufs embryonnés de 10 jours ; après incubation à + 35 °C, pendant 2 à 3 jours, et après refroidissement des œufs à + 4 °C, les liquides allantoïdiens sont collectés et leur mélange clarifié par centrifugation. Des lots de 500 litres de liquide virulent sont ainsi préparés.

Concentration du virus

Les virions du liquide virulent clarifié sont adsorbés sur hématies de poule puis relargués pour obtenir une suspension virale de 60 litres. Cette suspension est partagée en deux fractions égales de 30 litres, dont l'une est directement soumise à l'étape de purification par ultracentrifugation zonale isopycnique, et dont l'autre est concentrée à nouveau par ultrafiltration jusqu'à un volume de 3 litres ; le concentrat virulent est soumis à l'étape de purification par chromatographie d'exclusion.

Purification par ultracentrifugation zonale isopycnique

La séparation par ultracentrifugation zonale isopycnique est réalisée dans un rotor K III (Electronucleonics) alimenté à débit continu en échantillon (12-15 l/h) sur un gradient de saccharose (2 à 60 %) autoformé dynamiquement et accéléré à 90 000 g. Après passage de l'échantillon, le rotor est décéléré jusqu'à l'arrêt dans les conditions qui permettent une réorientation convenable du gradient, et son contenu est récolté par le bas en 32 fractions de 100 ml. Les fractions les plus riches en activité hémagglutinante sont rassemblées et leur mélange constitue la préparation antigénique purifiée.

Purification par chromatographie d'exclusion

Une colonne d'un diamètre de 10 cm et d'une longueur de 120 cm est remplie de billes de silice (Sphérosil XOB 030, Rhône-Poulenc) de diamètre poreux moyen 60 nm et de granulométrie 100 à 200 µm. Le

nombre de plateaux théorique de la colonne est de 3 000. Les sites adsorbants de la silice sont bloqués par passage d'une solution aqueuse de PEG 20 000 à 1 % pendant 24 heures. L'appareil (figures 1 et 2) est pourvu de dispositifs automatiques permettant un fonctionnement continu : la préparation d'antigènes à fractionner est injectée à intervalles de temps réguliers et les phases exclues et retardées sont respectivement distribuées en sortie de colonne, dans des récipients distincts, par des électrovannes commandées par un programmeur (12). La colonne est alimentée en solution tamponnée physiologique de pH 7,4 à un débit de 150 ml/mn et l'échantillon viral injecté par fractions de 500 ml. Les effluents en

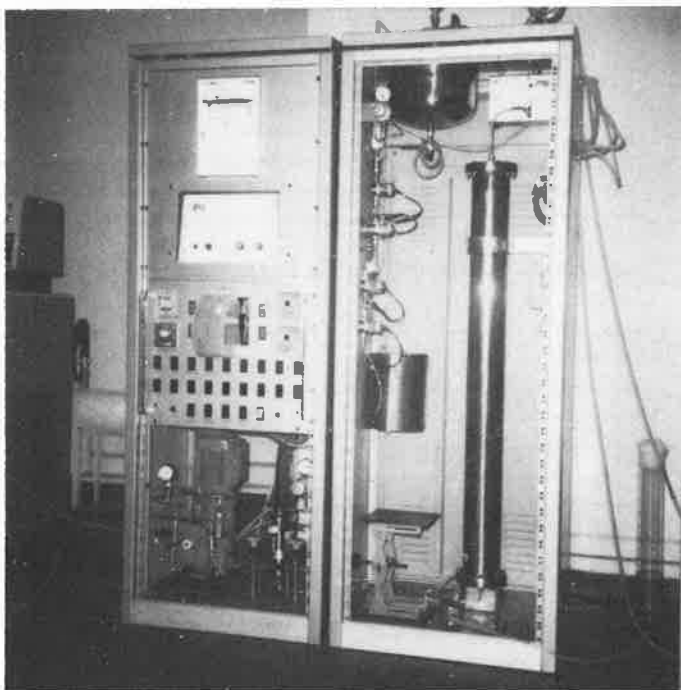


Figure 1. Chromatographe industriel.

sortie de colonne passent dans une cellule UV accouplée à un enregistreur qui inscrit le profil continu de la densité optique à 280 nm. La durée d'un cycle entre deux injections d'échantillon est de 1 heure

Activité hémagglutinante

Le titre en antigène viral est déterminé par l'hémagglutination d'hématies de coq, à 0,5 %, en microplaques ; il est exprimé en unités internationales (UI), rapporté à un étalon.

Taux de protéines

Les protéines sont dosées par la méthode de Lowry (13), l'albumine bovine sérique servant d'étalon.

Densité apparente des antigènes purifiés

50 microlitres d'antigène purifié sont déposés sur un gradient préformé de saccharose (15-55 %) et centrifugés à 50 000 t/mn pendant 60 mn (rotor MSE SW 65 6 × 4,2 ml). Après centrifugation, les tubes sont percés et des fractions de 100 µl sont collectées et analysées pour déterminer, d'une part le taux de saccharose par réfractométrie, et d'autre part le titre hémagglutinant. La densité du pic d'activité hémagglutinante est déduite du taux de saccharose correspondant.

Microscopie électronique

Les antigènes purifiés sont examinés au microscope électronique (Philips EM 300) après coloration négative au phosphotungstate de sodium à 2 % (pH 7,4).

Résultats

Séparation des antigènes viraux

Un profil de séparation par chromatographie est présenté dans la figure 3. Il a été contrôlé que l'activité hémagglutinante est retrouvée dans la phase exclue et se superpose au pic de densité optique à 280 nm, tandis que la phase retardée contient du matériel non viral. On doit remarquer l'identité des profils de densité optique après chaque injection d'échantillon, indiquant que la colonne conserve, dans le temps, un pouvoir de séparation non altéré par les passages répétés d'échantillon.

Le pic d'activité hémagglutinante obtenu par ultracentrifugation zonale (figure 4) est retrouvé dans les fractions denses du gradient

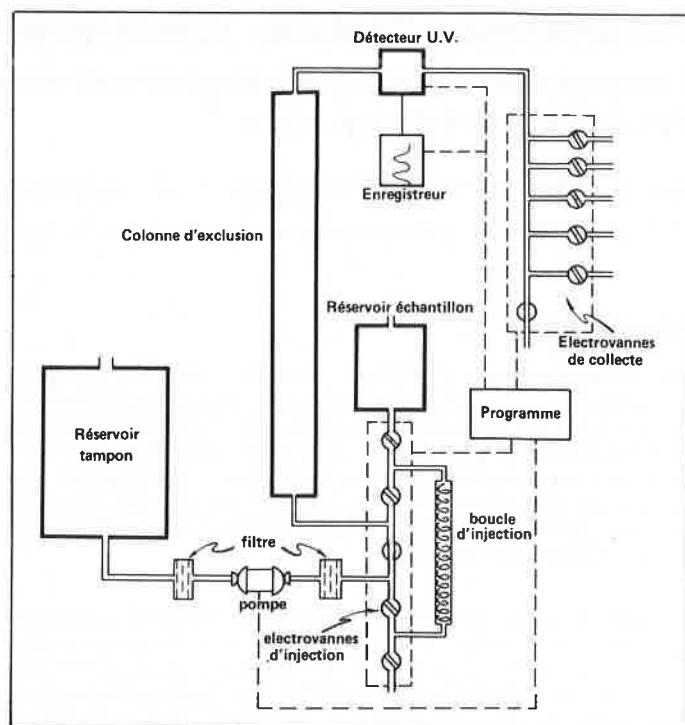


Figure 2. Schéma du chromatographe industriel.

($d = 1,14$ à $1,22$); on observe que l'importance de ce pic est beaucoup plus élevée que celle de la phase exclue obtenue par chromatographie, du fait qu'il correspond à l'injection sur le gradient de la totalité de l'échantillon à purifier, tandis que la phase exclue en chromatographie ne correspond à l'injection que d'une partie aliquote de l'échantillon.

Rendements

Les rendements des deux techniques de purification ont été calculés à partir des titres hémagglutinants des antigènes purifiés, rapportés aux titres des antigènes avant purification. On constate que les rendements obtenus par chromatographie sont légèrement plus

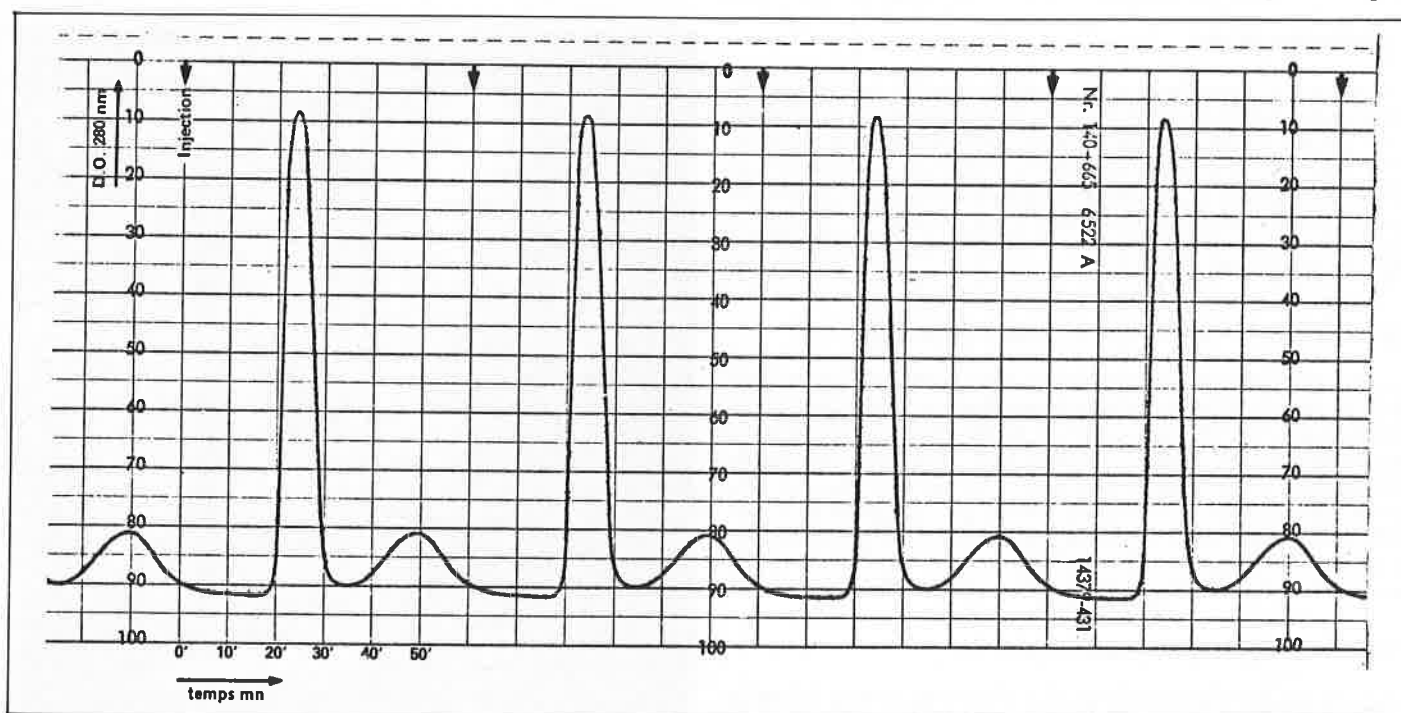


Figure 3. Chromatogrammes du virus grippal A/URSS/H₁N₁

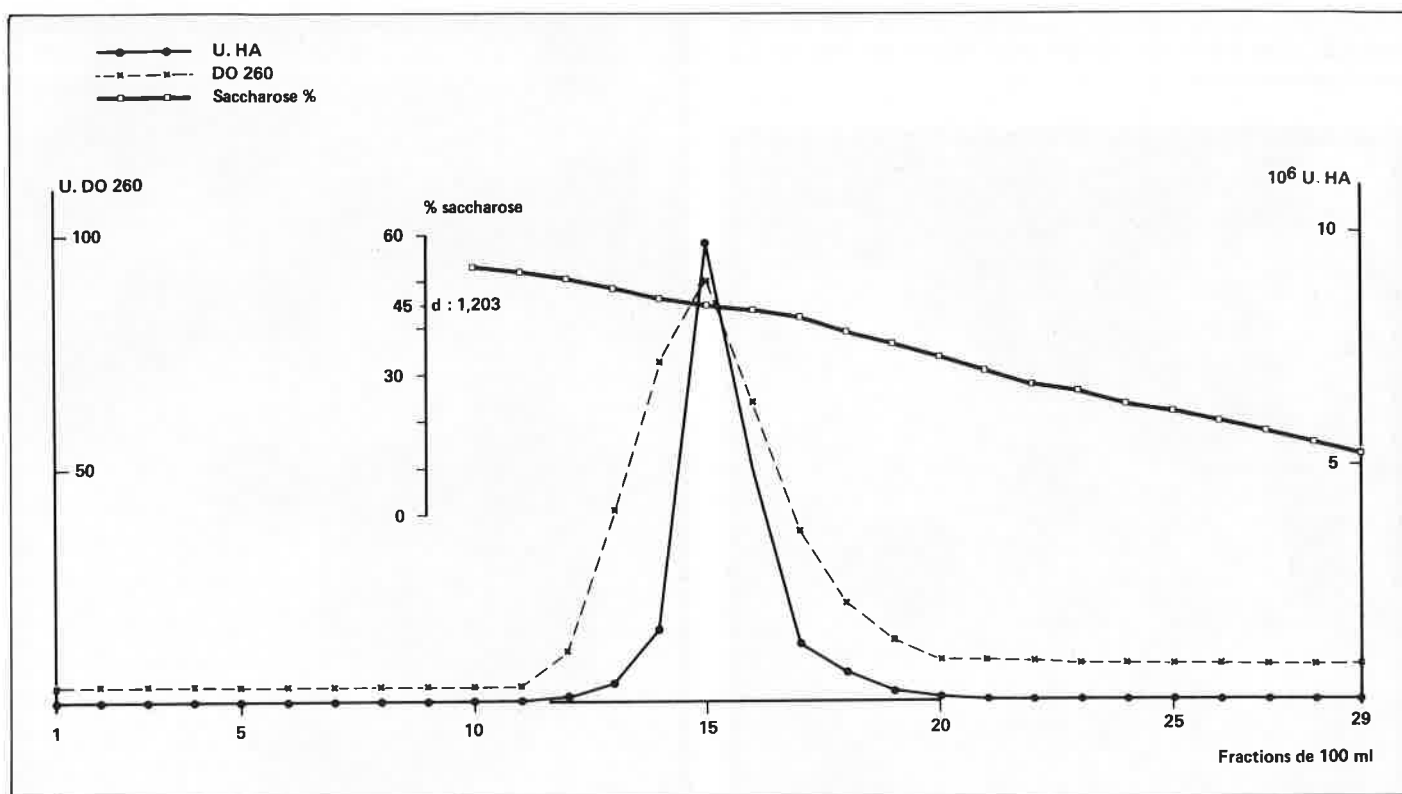


Figure 4. Ultracentrifugation en gradient de saccharose du virus grippal A/URSS/H₁N₁.

élevés, pour la souche A, que ceux obtenus par centrifugation zonale. Concernant le virus de la souche B, ils sont très nettement en faveur de la chromatographie.

Tableau I. Rendements en activité hémagglutinante obtenus par ultracentrifugation (U.C) et chromatographie (G.F.C.)

Souche	Lot	Rendements (%)	
		U.C.	C.F.C.
A/Victoria	1	71	83
	2	72	71
A/Texas	3	50	72
A/URSS	4	72	78
	5	68	80
B/Hong Kong	6	58	82
	7	66	82

Analyse des antigènes purifiés

Les activités spécifiques, définies comme l'activité hémagglutinante rapportée à 1 mg de protéine ont été déterminées pour les antigènes purifiés (tableau II); on constate qu'elles varient peu avec la technique de purification pour les souches A/Victoria et A/Texas tandis qu'elles sont sensiblement supérieures pour les antigènes types A/URSS et type B/Hong Kong purifiés par chromatographie.

L'intégralité des particules virales purifiées par chromatographie a été contrôlée par observation au microscope électronique (figure 5 et 6). On constate le même polymorphisme que pour toute autre préparation du virus grippal purifiée par centrifugation zonale. Les particules sont non agrégées présentant une couronne de spicules caractéristiques des myxovirus.

De même, la densité des antigènes purifiés a été contrôlée

Tableau II. Activités spécifiques des antigènes purifiés par ultracentrifugation (U.C) et chromatographie (G.F.C.)

Souche	Lot	Activité (U.I./mg)	
		U.C.	G.F.C.
A/Victoria	1	15 000	14 500
	2	17 000	16 200
A/Texas	3	13 600	12 100
A/URSS	4	12 900	16 600
	5	14 800	17 000
B/Hong Kong	6	15 800	21 400
	7	14 600	17 800

Tableau III. Densité des antigènes purifiés par ultracentrifugation (U.C) et chromatographie (G.F.C.)

Souche	Lot	Densité	
		U.C.	G.F.C.
A/Victoria	1	1,205	1,197
	2	1,195	1,189
A/Texas	3	non déterminée	non déterminée
A/URSS	4	1,203	1,184
	5	1,182	1,183
B/Hong Kong	6	1,192	1,190
	7	1,196	1,190

(tableau III) : aucune différence significative n'est décelée entre les antigènes d'un même lot, purifiés par chromatographie ou par centrifugation zonale.

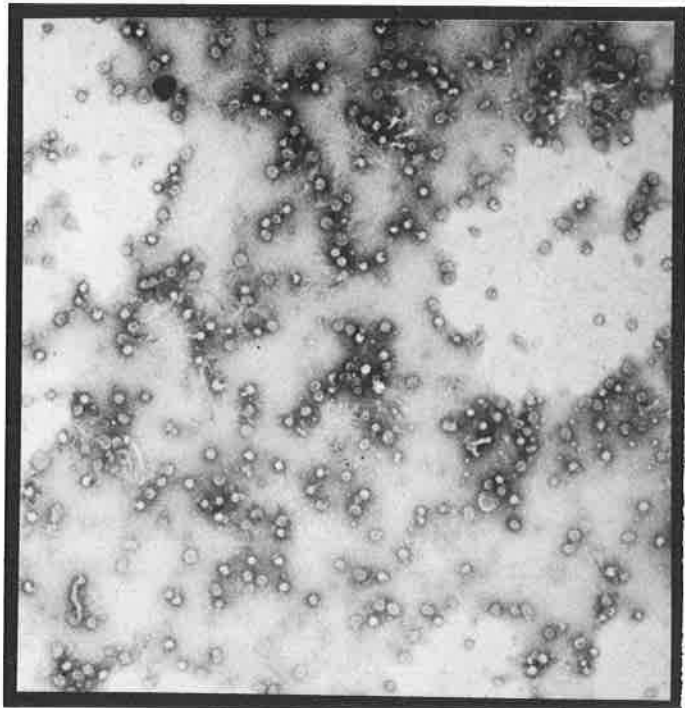


Figure 5. Microscopie électronique du virus grippal (A/URSS/H₁N₁) purifié par chromatographie.
Coloration négative au PTA 2 % (grossissement × 12 000)

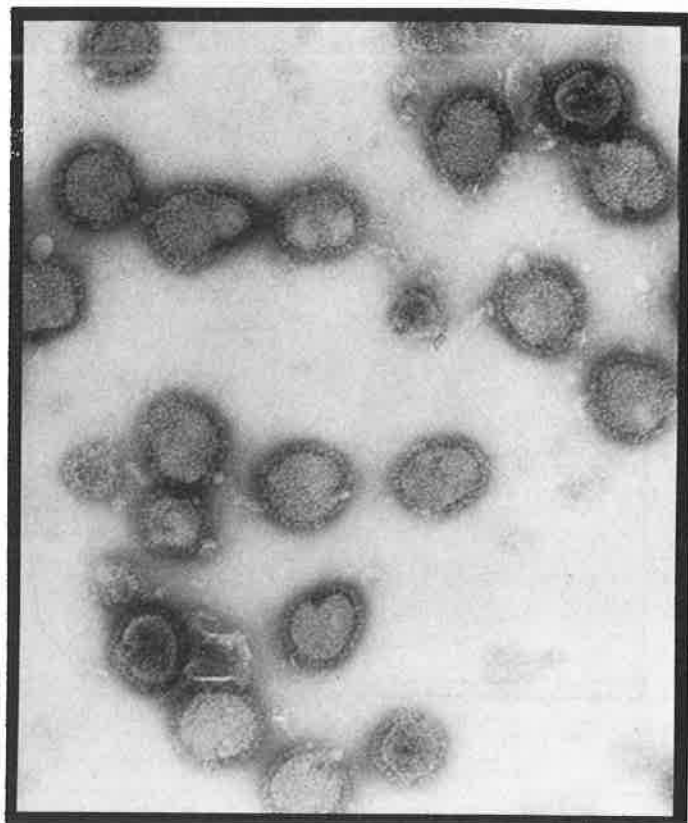


Figure 6. Microscopie électronique du virus grippal (A/URSS/H₁N₁) purifié par chromatographie.
Coloration négative au PTA 2 % (grossissement × 120 000)

Discussion

Dans cette étude, nous avons comparé deux méthodes appliquées industriellement pour la purification du virus grippal : l'ultracentrifugation zonale et la chromatographie d'exclusion sur billes de silice. La chromatographie s'est révélée au moins égale et souvent supérieure à l'ultracentrifugation, tant en ce qui concerne les rendements que la pureté, tout en conservant la structure du virion. Les autres avantages liés à cette méthode de purification sont :

- la simplicité d'utilisation liée à l'automatisation ;
- un coût d'exploitation faible ;
- la reproductibilité de la séparation : les conditions de la séparation sont retrouvées intactes à chaque injection d'échantillon. Ceci n'est pas le cas dans l'ultracentrifugation zonale en continu car le gradient de densité accumule les impuretés dans les fractions légères ; or, les virions doivent traverser ces couches pour atteindre leur zone d'équilibre dans les couches denses du gradient.

En revanche, le système de purification par chromatographie nécessite une concentration élevée de l'échantillon à purifier car, par exemple, la capacité de traitement d'une colonne de 10 cm de diamètre est de 12 litres par 24 heures. On peut envisager d'utiliser

des colonnes de plus fort diamètre ; mais il est préférable de travailler avec des échantillons les plus concentrés possibles, le passage de l'échantillon à travers la colonne s'accompagnant d'une dilution d'un facteur 3. Ceci impose une concentration ultérieure de l'antigène purifié ; cette opération est facilement réalisée sur cassette Millipore car on se trouve en présence d'une suspension de virus pur dans du tampon d'élution.

Enfin, l'échantillon doit être stérile car, s'il est contaminé par des germes bactériens, ceux-ci sont exclus dans la même fraction que les antigènes ; l'ultracentrifugation permet, en revanche, d'éliminer un grand nombre de ces contaminants.

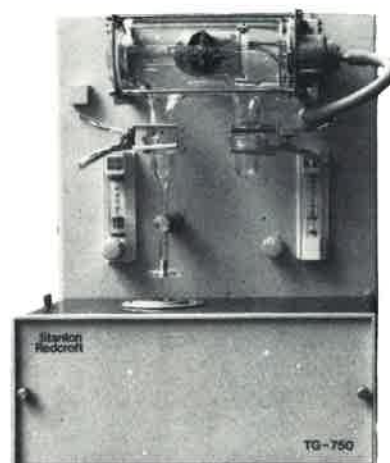
Nous pensons que ces inconvénients sont largement compensés par les avantages décrits à savoir : les rendements, la pureté et la simplicité d'utilisation. Cette technique, qui remplace avantageusement l'ultracentrifugation pour la purification du virus grippal, est appelée à connaître d'importants développements pour la séparation industrielle des antigènes de haut poids moléculaire, tant viraux que bactériens.

Bibliographie

- (1) J. Porath et P. Flodin, *Nature*, London, 1959, **183**, 1657.
- (2) W. Haller, *Nature*, London, 1965, **206**, 693.
- (3) M. Lepage, R. Beau et A. J. De Vries, *Anal. Chemistry*, 1967, **39**, 935.
- (4) C. W. Hiatt, A. Shelokov, E. J. Rosenthal et J. M. Galimore, *Journal of Chromatography*, 1971, **56**, 363.
- (5) G. L. Hawk, J. A. Cameron et L. B. Dufault, *Preparative Biochemistry*, 1972, **2**, 193.
- (6) W. Haller, *Virology*, 1967, **33**, 740.
- (7) K. Marcinka, *Acta Virol.*, 1972, **16**, 53
- (8) R. J. Barton, *J. gen. Virol.*, 1977, **35**, 77.
- (9) J. T. Heyward, R. A. Klimas M. D. Stapp et J. F. Obijeski, *Archives of Virology*, 1977, **55**, 107.
- (10) C. B. Reimer, R. S. Baker, R. M. van Frank, T. E. Newlin, G. B. Cline et N. G. Anderson, *J. Virol.*, 1967, **1**, 1207.
- (11) N. G. Anderson, *Nature*, 1963, **199**, 1166.
- (12) A. Peyrouset et R. Panaris, *J. of Applied Polym. Science*, 1972, **16**, 315.
- (13) D. H. Lowry, N. J. Rosebrough, A. L. Farr et R. J. Rendall, *J. Biol. Chem.*, 1951, **193**, 265.

MICROTHERMOBALANCE STANTON

DEMONSTRATION
DOCUMENTATION - PRET



- **Température de programmation ambiante jusqu'à 1 000 °C**
- **Four refroidi par eau**
- **Aucune inertie thermique**
- **Possibilité d'essai six minutes après le précédent**
- **Vide, atmosphère contrôlée**
- **Poids d'échantillon : 1 mg**



Venfilco

30, rue du Rendez-vous
75012 PARIS
Tél. : 628 38 00 +
Télex 210311 F/186

CHROMATOGRAPHIE Haute résolution à colonnes capillaires

De conception entièrement nouvelle, ces appareils ont été pensés pour répondre aux exigences de la chromatographie haute résolution à colonnes capillaires.

FRACTOVAP 4160 à côté de la chambre "SPLITLESS" bien connue, on dispose d'un sas d'injection qui permet l'introduction de l'échantillon en phase liquide dans la tête de la colonne.

FRACTOVAP 2900 équipé de la chambre "SPLITLESS", cet appareil comportant un grand tour permet de débiter l'analyse à basse température.

Egalement **FRACTOVAP 2151** qui peut servir les besoins être équipé d'un injecteur à aiguilles de vane mobile (ROSS) ou d'une chambre "SPLITLESS".



GRUPE MONTEDISON

FARMITALIA CARLO ERBA

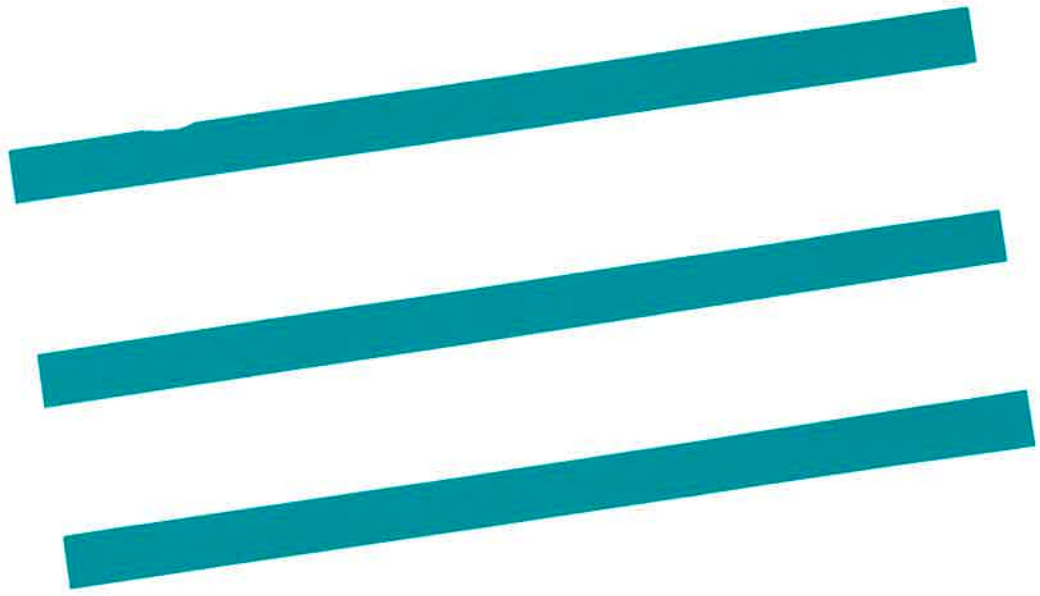
Pour tous renseignements complémentaires

ERBA SCIENCE

4, Rue FREDERIC-MISTRAL
75015 PARIS
TEL. : (1) 557 32 30
TELEX : ERBADAS 270373 F

**CARLO ERBA
STRUMENTAZIONE**
Vous offre l'avance technique

R. Delhomme ^{et Cie}
DEPARTEMENT INDUSTRIE 



Appareils et produits

Nouveaux produits

Flocons métalliques

Une nouvelle gamme de pigments brillants, constitués de flocons d'acier inoxydable, de nickel et de bronze, est sur le point d'être commercialisée en Europe par MPD Technology Limited (la compagnie créée par Inco Europe Limited pour la promotion et la vente des moyens, des procédés et des matériaux résultant de travaux de recherches et de développement).

Appelés Novamet, ces flocons ont été mis au point par Inco aux États-Unis où la Division Novamet de MPD Technology Corporation les produit dans une usine du New Jersey. Les flocons décoratifs Novamet ont un véritable aspect métallique brillant. Ils ont une résistance à la corrosion remarquable : les pigments de nickel et d'acier inoxydable ont subi, sans aucune difficulté, l'essai ASTM de contact de 500 heures avec un brouillard salin. Ils sont stables aussi bien sous forme de poudre sèche qu'en milieu aqueux. Les flocons sont disponibles soit sous forme de pâte, soit séchés sous vide.

Renseignements : MPD Technology Ltd., Wiggin Street, Birmingham B16 OAJ, Grande Bretagne.

L'Amborite, nouveau matériau composite résistant

La De Beers Industrial Diamond Division annonce le lancement d'un nouveau matériau composite d'outillage possédant des caractéristiques mécaniques et de coupe nettement supérieures aux outils actuels.



Beaucoup plus dure que le carbure de tungstène cémenté et les céramiques d'alumine, l'Amborite est obtenue en soumettant de très fines particules, soigneusement calibrées, de nitrure de bore Amber à des températures et des pressions élevées en présence d'un métal pour former une phase céramique.

Il en résulte un matériau d'outillage particulièrement résistant dont la dureté n'est que légèrement inférieure à celle du diamant polycristallin. Alors que les carbures cémentés ont une grande résistance à l'usure et au choc, ils manquent de dureté à chaud. Les céramiques, par contre, bien qu'ayant une bonne dureté à chaud, sont intrinsèquement fragiles. L'Amborite, beaucoup plus dure que ces deux matériaux, se distingue par une

résistance élevée et une dureté à chaud exceptionnelle.

Renseignements : De Beers Industrial Diamond Division, 7, rue Emile Cossonneau 93360 Neuilly Plaisance. Tél. 300.12.80.

Les plaques anti-glissantes StopSlip

Les plaques anti-glissantes StopSlip sont en élastomère à coefficient de frottement superficiel élevé. Le coefficient de frottement entre le StopSlip et la plupart des métaux, matières plastiques rigides, bois et autres matériels solides, est nettement supérieur à 1. Dans certains cas, il atteint la valeur de 12 (à titre de comparaison, le coefficient de frottement entre l'acier et le caoutchouc n'est que de 0,5).

Le pouvoir collant du StopSlip est inhérent au matériau. Il ne diminue donc pas progressivement et n'est nullement affecté par des nettoyages humides fréquents. Cet élastomère ne produit aucun plastifiant qui pourrait migrer vers la surface et attaquer les matériaux qui se trouvent à son contact.

Renseignements : Ernest Spirig, P. O. Box 160, CH-8640 Rapperswil, Suisse.

Les spectrophotomètres infrarouges « 580 B » à enregistrement de rapport

Perkin-Elmer vient de réaliser les premières installations de son spectrophotomètre infrarouge à enregistrement de rapport, modèle « 580 B ».

Ce nouveau matériel, plus particulièrement destiné à la recherche, succède au modèle « 580 A », mais présente des améliorations importantes dans le domaine du rendement d'énergie, du traitement des signaux et du traitement des données.

Le modèle « 580 B » fonctionne sur une plage d'exploration de $4\ 000$ à $180\ \text{cm}^{-1}$. Les calculs, pour l'enregistrement du rapport % T, sont effectués par le microprocesseur interne avec une précision de 16 bits. Le mode normal, à un faisceau, peut être converti en un mode d'émission spécial, à double faisceau, en appuyant sur un bouton. Pour rendre le modèle « 580 B » compatible avec la station d'acquisition de données infrarouges, un bloc d'interface pré-programmé d'extension mémoire est fourni. Lorsque l'interface est en place, le modèle « 580 B » peut communiquer avec d'autres ordinateurs ou terminaux. Toutes les principales fonctions des instruments peuvent être commandées grâce à l'interface par un simple langage de commande.

En outre, deux nouveaux programmes puissants permettent d'obtenir des rapports

signal/bruit pouvant atteindre 20 000 : 1 (0,005 % T de bruit crête à crête) avec une seule exploration.

Renseignements : Perkin-Elmer France, rue des Peupliers, 92270 Bois-Colombes. Tél. : 784.74.74.

Nouveautés Varian en CPL

La société Varian a complété sa gamme actuelle de chromatographes en phase liquide par le matériel suivant :

- Le modèle 5060 : chromatographe à gradient d'élution avec programmation de mélanges ternaires de solvants.

Cet appareil, équipé de l'ensemble clavier-écran pour l'introduction et la lecture en continu des différents paramètres est d'une facilité d'emploi remarquable. La pompe monopiston, asservie au nouveau logiciel de ce chromatographe, permet de programmer, simultanément et avec une très grande précision, trois solvants. Le modèle 5060 est donc « l'outil » le plus puissant au service de l'analyste le plus exigeant.

- Le détecteur multi-longueur d'ondes UV 50 :

Volume de cellule : 8 microlitres.

Sensibilité : 0,005 à 2 unités D.O.

- Le détecteur photométrique UV 5 :

Volume de cellule : 10 microlitres.

5 filtres possibles : 200, 215, 240, 254 et 280 nanomètres.

Sensibilité : 0,005 à 2 unités D.O.

(Varian nous informe également de la création de cours de maintenance adaptés et réservés à ses utilisateurs, qui acquièrent ainsi les connaissances pratiques nécessaires à l'entretien et aux dépannages simples des chromatographes en phase gazeuse et en phase liquide).

Renseignements : Varian S.A. Quartier de Courtabœuf, B.P. 12, 91401 Orsay.

Tél. : 907.78.26.

Entonnoirs filtrants de conception nouvelle

Whatman Ltd. (Angleterre) vient de lancer une nouvelle gamme d'entonnoirs filtrants de laboratoire, en trois éléments et quatre diamètres de 2,5 cm à 9 cm. La réalisation de ces entonnoirs, faciles à démonter, est basée sur l'entonnoir Hartley classique, mais le nouveau type offre des avantages de commodité et de précision, tant pour les déterminations courantes de solides en suspension dans l'eau que pour l'analyse quantitative de laboratoire.

Si l'on emploie des filtres Whatman en microfibrilles de verre, disponibles en cinq qualités, les vitesses de filtration pour l'entonnoir de 9 cm, varient entre 26 ml/sec pour la qualité GF/D, qui retient des particules de diamètre descendant jusqu'à 2,7 µm, et 9 ml/sec pour la qualité GF/F, qui

retient 98 % des particules de 0,7 µm. On peut donc filtrer rapidement des volumes d'échantillons importants pour retenir des particules même aussi petites que des bactéries. On peut utiliser également des filtres à membrane.



Chaque entonnoir se compose : d'une embase conique en verre de borosilicate, qui peut être adaptée sur un flacon de Büchner, d'une plaque perforée circulaire, en matière acrylique transparente (ou en PTFE), qui soutient le disque filtrant ; et d'un réservoir cylindrique en verre de borosilicate. Le disque filtrant peut être rapidement mis en place, et trois pinces élastiques avec revêtement de matière plastique assujettissent son bord entre les faces rodées des deux parties de verre.

Cette disposition donne un joint étanche avec n'importe quel type de filtre, et garantit que la totalité des solides se dépose, sans aucune perte, sur la surface centrale du filtre.

Renseignements : Whatman S.A., B.P. 12, Zone industrielle, 45210 Ferrières.

Tél. : (38) 96.52.21.

Détection des gaz polluants et inflammables par les sondes SEMA

La sonde SEMA, née en 1976, constitue une véritable révolution dans le domaine de la détection et le contrôle des gaz. Elle est composée d'oxydes métalliques et non métalliques (semi-conducteurs) déposés sur une base silicone, sous forme de sandwich ; chaque couche du sandwich étant dopée avec les composés chimiques appropriés.



Les électrodes sont branchées et on applique entre elles une tension. En présence de vapeurs toxiques ou inflammables, les molécules de gaz sont dissociées en ions ou complexes d'ions chargés et un courant électrique, directement proportionnel à la concentration du gaz, passe.

On peut sélectionner un gaz ou un groupe de gaz et rendre la sonde ultra-sensible afin de détecter des valeurs inférieures au ppm.

Cette sonde est reliée à la plus perfectionnée des électroniques. L'affichage des résultats se fait, soit sur galvanomètre, soit sur cristaux liquides, avec possibilité de lecture sur double ou triple échelle.

En option, il est offert des enregistreurs, des sorties relais (pour commande d'alarmes sonores ou visuelles ou autres), un module multiplex permettant de séquencer le travail de chaque sonde (4 à 40 sondes possibles) et de transmettre ces résultats à l'extérieur par exemple à une banque de données), une alimentation automatique par batterie de secours.

Principales caractéristiques : automaticité complète, sonde transistorisée ne craignant aucun contaminant, peut fonctionner en atmosphères inertes, rapidité de réponse, sondes sélectives des gaz, facilité d'emploi.

Renseignements : Cera-Labo, 151-153 av. Jean-Jaurès, 93300 Aubervilliers.

Tél. : 834.00.74 +.

Flexible, pour pulvérisation sans air, résistant aux solvants

Graco introduit sur le marché un nouveau flexible pour pulvérisation sans air, capable de résister aux solvants les plus agressifs.

Appelé Super Blue Plus, ce nouveau flexible très robuste, est compatible avec une grande variété de produits chimiques et de solvants, y compris ceux parmi les plus agressifs actuellement utilisés dans le secteur industriel du pistelage des peintures ; tels que : le chlorure de méthylène, le trichloro-1,1,1 éthylène, le tétrachlorure de carbone, le tétrachloroéthylène, le dichlorométhane, l'acétone, la méthyléthylcétone, le butanol, l'éthanol, l'acétate d'éthyle, le toluène, le phtalate de diméthyle, et le dipentène.

D'une résistance mécanique élevée, avec une tresse de renfort en fil d'acier garantissant une excellente protection contre la coupure et l'éraîlement par usure, Super Blue Plus est aussi d'une grande souplesse. Il est doté d'une pression d'éclatement 4 fois plus élevée que sa pression nominale de service maximale, un des facteurs de sécurité le plus élevé de la profession.

Super Blue Plus formule GW1, est un flexible armé d'une seule tresse pour supporter des pressions de force moyenne. Il comporte un tube intérieur extrudé en polyamide 11 plastifié. L'armure de renfort est constituée d'une seule couche de fils toronnés en acier au carbone laitonné à haute résistance à la traction. L'armature extérieure est un élastomère polyester de couleur bleue.

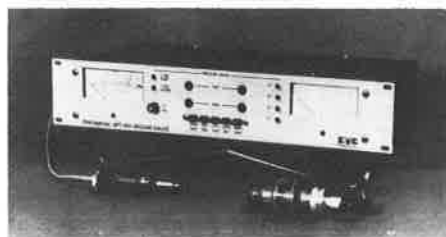
La formule GW2 est un flexible haute pression de même composition, mais l'armu-

re de renfort intérieur comporte deux couches séparées par une couche intermédiaire d'élastomère polyester.

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

La jauge à vide Penthervac

La jauge à vide Penthervac de CVC est une combinaison Penning/Thermistor qui autorise la mesure continue et automatique des pressions dans la plage atmosphère à 2×10^{-8} Torr, en six échelles à recouvrement mutuel et commutation automatique. Le capteur ainsi que l'échelle en cours d'utilisation sont clairement symbolisés en permanence par lampes témoins disposées en façade.



L'utilisation de capteurs Penning (1 station : raccordement HT par prise BNC) et Thermistor (1 ou 2 stations) particulièrement robustes, puisqu'ils ne comportent aucun filament chauffé sensible à l'exposition de la pression atmosphérique, constitue une excellente garantie de fiabilité de l'ensemble. Cette jauge est également munie d'un dispositif de détection de fuites et, pour chaque station, de mesure de sortie pour enregistreurs.

De plus, une option «relais accessoires» permet de transformer la jauge « Penthervac » en un véritable programmeur de pression puisqu'on dispose alors de deux points de consigne réglables asservis à celle-ci.

La jauge à vide CVC Penthervac se présente sous la forme d'un coffret pouvant être utilisé tel quel ou installé en rack.

Renseignements : CVC Équipements, 24, rue de la Gare, 78370 Plaisir. Tél. 055.40.45 +.

Le spectrophotomètre SP.907 de Lirec

Ce nouveau spectrophotomètre est un détecteur pour chromatographie liquide haute performance, travaillant dans le spectre UV (190 à 350 nm).

Le monochromateur est réalisé à l'aide d'un réseau plan qui projette le faisceau lumineux de longueur d'onde sélectionnée sur la cuve,



grâce à un système optique de lentilles et de miroirs. Ce système optique associé à une détection par double photocellule (Ga, As, P) permet d'obtenir une grande stabilité.

Sur le modèle SP.907s, les commandes de sensibilité, zéro de ligne de base et longueur d'onde sont uniquement manuelles.

Sur le modèle SP.907, la commande « zéro de ligne de base » est automatique et télécommandable par fermeture d'un contact. La sensibilité est choisie à l'aide d'un clavier à touches lumineuses.

Un afficheur digital indique l'énergie de la lampe, la densité optique et la longueur d'onde.

Un connecteur est disposé sur la face arrière de cet appareil afin de le relier à notre système microprocesseur μ p 907 qui programmera en fonction du temps la sensibilité, le zéro de la ligne de base, la longueur d'onde et le balayage du spectre.

- Longueur d'onde : 190 à 350 nm.
- Sensibilité : 0,0025 DO à 1,28 DO.
- Cuve analytique : 8 μ l - 10 mm.
- Cuve préparative : nous consulter.

Pour tous renseignements techniques, contacter M. Couillard, 1T avenue de la République, 91230 Montgeron. Tél. : 903.85.02.

Erratum

Le numéro de téléphone de la société Sochibo est 604.44.38 et non 605.31.23, renseignement qui figurait, dans cette rubrique du fascicule du mois de mai 1980 (page 45), à la fin de l'information intitulée «Nécessaire pour produits chimiques répandus».



photographie
cinéma amateur et professionnel
microfilm
radiographie médicale et industrielle
reproduction graphique
films scientifiques

Kodak-Pathé 8-26 rue Villiot 75580 PARIS CEDEX 12

Analyse thermique 10

Analyse spectrale 3

Biochimie, biologie 1,2, 8

Caoutchouc 4

Chimie organique 1, 2, 8, 9

Corrosion 12

Environnement 5

Rappel des manifestations annoncées pour le 2^e semestre 1980

Industrie 1 bis, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14

Métallurgie 7, 15

Pharmacologie 2

Polymères 13, 14

Publications 15

Toxicologie 5

Salons 6

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

1. Séminaires de l'Institut de Chimie de Strasbourg

Les séminaires de chimie organique ont lieu, à 10 h 30, à l'Institut de Chimie, 1 rue Blaise Pascal, à Strasbourg.

Vendredi 27 juin 1980, Prof. J. W. Cornforth (Millstead Laboratory of chemical enzymology, Sittingbourne, Angleterre) :

An attempt to imitate an enzyme.

Vendredi 4 juillet 1980, Prof. E. Wenkert (Rice University, Houston, USA) :

Alkaloid synthesis.

Elle se tiendra à Torremolinos (Espagne), du 2 au 5 septembre 1980.

Renseignements : VII Intern. Symposium on Medicinal Chemistry, avenida de America 51, Madrid 2, Espagne.

3. Stage de spectrométrie de masse

Le Centre de spectrométrie de masse de Lyon organise, dans le cadre du Service de l'enseignement des techniques avancées de la recherche du CNRS, un stage de spectrométrie de masse du 22 au 26 septembre 1980.

Pour tout renseignement s'adresser à M. A. Lamotte, Directeur du Service central d'analyse, B.P. 22, 69390 Vernaison.

1 bis. 3^e Conférence internationale sur les matériaux composites

La Société métallurgique de l'AIME (American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers), l'Association pour les Matériaux Composite (AMAC), la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Techniques (DGRST) et la Direction des Recherches, Études et Techniques (DRET) organisent, du 26 au 29 août 1980, à la Porte Maillot à Paris, cette 3^e Conférence sur les matériaux composites.

Les communications présentées sont regroupées dans les Sections : Fatigue et rupture ; Propriétés mécaniques et physiques ; Vieillesse ; Analyse et dimensionnement ; Essais.

Renseignements : Dr A. R. Bunsell, École des Mines de Paris, Centre des Matériaux, BP 87, 91003 Evry Cedex.

4. Congrès international du caoutchouc

Le Congrès international du caoutchouc, IKT 80, aura lieu à Nuremberg (R.F.A.), du 23 au 26 septembre 1980. Il est organisé par la Deutsche Kautschuk-Gesellschaft.

Renseignements : DKG, Geschäftsstelle, Zeppelinallee 69, Postfach 90 10 60, D-6000 Frankfurt am Main 90.

2. 7^e Symposium international sur la chimie des médicaments.

Cette 7^e manifestation, placée sous le patronage de l'European Federation of Medicinal Chemistry, est organisée par la Sociedad Española de Química Terapéutica.

5. Symposium international d'écotoxicologie

Le Ministère de l'environnement et du cadre de vie, la Commission des communautés Européennes, l'Académie Internationale de Sécurité de l'Environnement (IAES) et la Société Internationale d'Écotoxicologie et de Sécurité de l'environnement (SECOTOX) organisent un symposium international sur les « Principes à appliquer pour l'interprétation des résultats d'essais en écotoxicologie »,

à Sophia-Antipolis (Valbonne, près de Nice), du 30 septembre au 2 octobre 1980.

L'objet principal du colloque est de favoriser les échanges de vues concernant l'utilisation, notamment dans les dossiers de notification des substances nouvelles, des résultats des essais réalisés pour permettre l'évaluation des risques.

Le programme détaillé, contenant le bulletin d'inscription gratuite au symposium, est disponible auprès du secrétaire du comité d'organisation : Pascal Deschamps, Mission du contrôle des produits, Direction de la prévention des pollutions, Ministère de l'environnement et du cadre de vie, 14 boulevard du Général Leclerc, 92521 Neuilly-sur-Seine Cedex.

6. Interkama 80

Interkama 80, le salon de l'automatisation et le 8^e Congrès international se tiendront, du 9 au 15 octobre 1980, à Düsseldorf (R.F.A.). L'exposition occupera environ 50 000 m² et sont attendus 1 000 exposants, venus de 25 pays différents.

Le congrès s'articule en 11 groupes de thèmes qui comprennent 4 à 8 conférences particulières. Les groupes de thèmes sont les suivants : 1. Capteurs, 2. Nouveaux éléments pour la mesure, la commande et la régulation, 3. Construction de systèmes complexes d'automatisation, 4. L'anthropotechnique dans les systèmes d'automatisation, 5. L'automatisation dans la lutte contre la pollution, 6. Fiabilité et sécurité, 7. Pesées, 8. Équipement de test et de contrôle de qualité, 9. Appareils de commande et de régulation, 10. Utilisation rationnelle de l'énergie, 11. Analyseurs industriels.

Interkama 80 comprend également des séminaires organisés par les firmes exposantes et un colloque sur la recherche appliquée organisé par les universités et les centres de recherche.

Renseignements : Comarel, 337 Bureaux de la Colline de Saint-Cloud, 92213 Saint-Cloud, Tél. : 602.64.01.

7. École sur l'utilisation des neutrons en métallurgie

L'Institut Laue-Langevin et la Société Française de Métallurgie organisent, dans le cadre de la Formation permanente du CNRS, une école sur « *L'utilisation des techniques neutroniques en métallurgie* ». Cette école aura lieu à Aussois (Savoie), du vendredi soir 23 janvier 1981 jusqu'au dimanche soir 1^{er} février 1981.

Elle a pour but de montrer, à des ingénieurs travaillant dans les centres de recherche de l'industrie et à des chercheurs du milieu universitaire, non spécialistes, les possibilités que leur offrent les techniques neutroniques pour l'étude et la compréhension des structures et des phénomènes métallurgiques.

Cette école fournira aux participants, d'une part quelques principes fondamentaux

débordant le cadre de la métallurgie, mais surtout, ces principes seront illustrés systématiquement de nombreux exposés particuliers qui tireront argument des exemples concrets de problèmes qui ont pu être résolus jusqu'à présent. L'ensemble des notes de cours sera publié.

Indépendamment de cette présentation didactique de la neutronique, il y aura une description de l'aide qui peut être apportée par les différents centres de neutronique français quant à la réalisation et l'analyse des expériences.

A l'issue de cette session, une visite des installations de neutronique du C.E.N.G. et de l'I.L.L. sera organisée.

Renseignements : M. A. Silvent, Service d'études analytiques, C.E.N.G., 85 x, 38041 Grenoble Cedex. Tél. : (76).97.41.11.

8. 2^e Symposium européen de chimie organique : ESOC II

Ce symposium, organisé par la Société Chimique Italienne, sous l'égide des Sociétés Chimiques Européennes, se tiendra à Stresa (Italie), du 1^{er} au 5 juin 1981.

Trois thèmes ont été retenus :

- Synthèse organique.
- Chimie organique théorique et physique.
- Chimie bio-organique et produits naturels.

Pour tous renseignements : Prof. Giorgio Modena, Istituto di Chimica Organica, Via Marzolo, 1 35100 Padova (Italie).

9. 1^{er} Symposium de l'IUPAC sur la chimie organométallique

Ce symposium, consacré aux applications de la chimie organométallique en synthèse organique, se tiendra, du 2 au 6 août 1981, sur le campus de l'université du Colorado (Fort Collins, U.S.A.) Une dizaine de conférences et une douzaine d'exposés constitueront le programme scientifique.

Pour toute correspondance (et pré-inscription avant le 1^{er} juillet 1980), s'adresser au Prof. L. S. Hegedus, Secretary, First OMC-OS, Department of Chemistry, Colorado State University, Fort Collins, Colorado 80523, U.S.A.

10. Second symposium européen d'analyse thermique

Il aura lieu, dans le cadre de l'université d'Aberdeen (Ecosse), du 1^{er} au 4 septembre 1981. Les personnes intéressées par cette rencontre, organisée par le Groupe des méthodes thermiques (Analytical Division, Chemical Society), sont priées de prendre contact avec le Dr F. P. Glasser, Department of Chemistry, University of Aberdeen, Meston Walk, Old Aberdeen, AB 9 2 UE, Scotland (en signalant le titre de leur communication éventuelle).

11. Technologie des poudres

A l'occasion de son 25^e anniversaire, la Society of Powder Technology du Japon organise un symposium international sur la technologie des poudres. La manifestation se déroulera, à Kyoto, les 28 et 29 septembre 1981.

Les personnes désirant présenter une communication doivent contacter le secrétaire du symposium avant la fin de juillet 1980 (titre et résumé de 200-300 mots). Les auteurs des communications acceptées devront faire parvenir leur texte avant la fin mars 1981.

L'anglais est la langue officielle du symposium.

Les principaux thèmes retenus sont les suivants :

- Mesure des propriétés des poudres, en particulier celles d'adhésion, de cohésion, de géométrie et de friction,
- pulvérisation, surtout mécano-chimique,
- stockage, chargement et transport des poudres,
- récupération des poussières,
- préparation du charbon et traitement concernant la technologie des poudres,
- divers.

Renseignements : Prof. G. Jimbo, Dpt. of Chemical Engineering, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, Japan 464.

12. Journées 1981 des ingénieurs en anti-corrosion

L'Association des Ingénieurs en Anti-Corrosion organisera deux journées, qui auront lieu la quatrième semaine de septembre 1981, à l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris.

- 1^{re} Journée : *Corrosions atmosphériques, en milieu aqueux, émulsions comprises, de tous métaux.*

Elle se déroulera suivant une formule nouvelle : « La parole est à l'auditeur ».

Des exposés de cas concrets seront soumis par les participants : le Comité d'organisation souhaite recevoir, dès maintenant, un exposé succinct des cas proposés résolus ou non.

- 2^e Journée : *Corrosion des métaux non ferreux et de leurs alliages.*

Plus classique, elle comportera des communications d'actualisation correspondantes. Le programme détaillé sera communiqué ultérieurement.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser à M. Alphandary, 95, rue de Passy, 75016 Paris. Tél. : 821.60.00, poste 400.

13. Conférence internationale sur les polymères et les plastiques

Une conférence internationale sur les polymères et les plastiques se tiendra, du 6 au

7 novembre 1980, au Hilton Inn de Kennedy Airport (New York). La préparation, les propriétés, les structures, les caractéristiques, les essais, les applications industrielles sont au programme de cette réunion.

Pour toutes les informations, s'adresser au Prof. V. M. Bhatnagar, Alena Enterprises of Canada, Cornwall, Ontario K6H 5V7, Canada.

14. Colloque national du GFP

Le colloque national du Groupe Français d'études et d'applications des Polymères aura lieu à Lyon-Villeurbanne, du 24 au 26 novembre 1980, sous le thème général : *Élaboration et transformation contrôlées des matériaux polymères.*

Les méthodes d'obtention de polymères présentant des propriétés déterminées par contrôle direct de la polymérisation ou lors de la mise en œuvre ou encore par modification chimique à l'état fondu, seront passées en revue.

4 conférences traiteront de la technologie de la mise en œuvre, 3 sous-thèmes : mesure et contrôle en ligne, mélanges de polymères, modifications à l'état fondu, seront développés par 12 autres conférenciers.

Une séance de communications par affiches est prévue au cours du colloque. Les personnes souhaitant présenter leurs techniques ou leurs travaux dans le domaine de l'élaboration ou de la transformation contrôlées des polymères sont priées d'envoyer leur projet, le plus rapidement possible, au Laboratoire des matériaux organiques (M. A. Revillon), B.P. 24, 69390 Vernaison. Tél. : (7) 837.50.60.

15. Aciers fins et spéciaux

Le Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier (CBLIA) a publié un document qui rassemble les nuances d'aciers fins et spéciaux, produites en Belgique et au Grand-Duché de Luxembourg, en les rapprochant des nuances d'acier normalisées

suisant les normes les plus fréquemment utilisées (DIN, AISI, SAE, ASTM, AFNOR, NBN, BS, SIS, EURONORM).

Par cette présentation originale, le CBLIA s'est proposé d'apporter à l'utilisateur un outil d'orientation rapide pour la recherche d'un acier déterminé et sa correspondance avec les nuances d'acier normalisées. Les renseignements fournis (marque, désignation propre des producteurs, composition chimique indicative des nuances d'acier, équivalence) visent uniquement à permettre une approche élémentaire des problèmes d'identification des aciers.

Huit catégories d'aciers fins et spéciaux qui recouvrent 255 nuances sont présentées en tableaux.

Pour faciliter la recherche, un répertoire alphanumérique des marques et des nuances d'acier normalisées, reprises dans les tableaux, complète le document (1 300 entrées au total).

Le document (bilingue français-néerlandais) peut être obtenu au CBLIA, rue Montoyer 47 à B-1040 Bruxelles. La participation aux frais est de FB 100.

Rappel des manifestations annoncées pour le second semestre 1980

- | | | | |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 ^{er} -3 juillet
Mulhouse | 6 ^e Colloque de chimie hétérocyclique. Rts : Prof. Jacques Streith, ENS Chimie, 3, rue Alfred-Werner, 68093 Mulhouse Cedex (<i>L'actualité chimique</i> , mai 1980, p. 50). | 26-29 août
Merseburg (R.D.A.) | 6 ^e Conférence internationale de thermodynamique. Rts : Prof. Dr Margit T. Rätzsch, Technische Hochschule « Carl Schorlemmer » Leuna Merseburg, 6, ICT. DDR, 42 Merseburg 6, Geusaer Strasse (<i>L'actualité chimique</i> , mai 1979, p. 52). |
| 20-26 juillet
London (Canada) | 6 ^e Symposium international sur la fermentation. Rts : Dr Cl. Vézina, Dpt. de microbiologie, Ayerst Research Laboratories, B.P. 6115, Montréal, Québec, Canada H3C 3J1 (<i>L'actualité chimique</i> , Janvier 1979, p. 68). | 31 août-5 septembre
Carry-le-Rouet | 21 ^e GECO (Groupe d'étude de chimie organique). Rts : J. J. Riehl, Institut de Chimie, BP 296/R8,67008 Strasbourg (<i>L'actualité chimique</i> , novembre 1979, p. 68). |
| 21-25 juillet
St-Andrews (Ecosse) | Symposium international sur les effets stéréoelectroniques en chimie organique. Rts : Dr John F. Gibson, The Chemical Society, Burlington House, London W1V 0BN (<i>L'actualité chimique</i> , mars 1980, p. 50). | 1-3 septembre
Amsterdam (P.-B.) | Congrès annuel du Groupe européen des hautes pressions. Rts : Dr H. Steinberg, Laboratorium voor Organische Scheikunde, Universiteit van Amsterdam, Nieuwe Achtergracht 129, 1018 WS Amsterdam (<i>L'actualité chimique</i> , décembre 1979, p. 55). |
| 21-25 juillet
Dortmund (R.F.A.) | 3 ^e Conférence internationale sur la chimie de coordination et organométallique de GeSnPb. Rts : Dr W. Fritsche, Gesellschaft Deutscher Chemiker, P.O. Box 900440, D-6000 Frankfurt 90 (<i>L'actualité chimique</i> , juin-juillet 1979, p. 48). | 1-3 septembre
Dusseldorf (R.F.A.) | 2 ^e Symposium international de catalyse homogène. Rts : Dr W. Fritsche, c/o Gesellschaft Deutscher Chemiker, P.O. Box 900440, D-6000 Frankfurt/Main 90, R.F.A. (<i>L'actualité chimique</i> , septembre 1979, p. 70). |
| 10-15 août
Cleveland (U.S.A.) | 3 ^e Symposium international sur le PVC. Rts : Dr P. H. Geil, Dpt of Macromolecular Science, Case Institute of Technology, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio 44106, U.S.A. (<i>L'actualité chimique</i> , décembre 1979, p. 55). | 1-5 septembre
Mulhouse | 9 ^{es} Journées d'études sur les polymères. Rts : JEPO IX, Centre de recherches sur la physicochimie des surfaces solides, CNRS, 24, avenue du Président Kennedy, 68200 Mulhouse (<i>L'actualité chimique</i> , février 1980, p. 55). |
| 17-22 août
Santa Cruz (U.S.A.) | 5 ^e Conférence de chimie organique physique. Rts : Prof. Cl. F. Bernasconi, Thimann Laboratories, University of California, Santa Cruz, CA 95064 U.S.A. (<i>L'actualité chimique</i> , décembre 1979, p. 55). | 1-6 septembre
Bendor | 9 ^e Conférence internationale de résonance magnétique dans les systèmes biologiques. Rts : Prof. Guéron, Comabio 9, École Polytechnique, 91128 Palaiseau Cedex (<i>L'actualité chimique</i> , mars 1980, p. 50). |
| 25-29 août
Prague (Tchécoslovaquie) | Congrès de polarographie (Mémorial J. Heyrowsky). Rts : Secrétariat du Congrès, Vlasská 9, 118.40 Praha 1-Malá Strava, Tchécoslovaquie. (<i>L'actualité chimique</i> , avril 1979, p. 49). | 1-6 septembre
Cracovie (Pologne) | 9 ^e Symposium international sur la réactivité des solides. Rts : Dr J. Nowotny, Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Polish Academy of Sciences, ul. Niezapominajek, 30-239 Kraków, Pologne (<i>L'actualité chimique</i> , novembre 1978, p. 66). |
| 25-30 août
Graz (Autriche) | 8 ^e Symposium international de microchimie. Rts : Prof. Dr M. Grasserbauer, c/o Interconvention, P.O. Box 35, A-1095 Vienne (<i>L'actualité chimique</i> , Janvier 1980, p. 56). | 3-5 septembre
Liverpool (G.-B.) | Conférence européenne sur les mécanismes de polymérisation. Rts : Dr G. Eastmond, Department of chemistry, University of Liverpool, P.O. Box 147, Liverpool L69 3 BX, G.-B. (<i>L'actualité chimique</i> , juin-juillet 1979, p. 48). |

3-5 septembre Héviz (Hongrie)	Symposium Chemplant'80. Rts : c/o Magyar Kémikusok Egyesülete, H-1368 Budapest, P.O.B. 240 (<i>L'actualité chimique</i> , mai 1979, p. 79).	22-24 septembre Lille	Congrès d'automne de la Société de Chimie Biologique sur les glycoconjugués. Rts : 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex (<i>L'actualité chimique</i> , février 1980, p. 66).
6-12 septembre Liège (Belgique)	ISEC'80, Conférence internationale sur l'extraction par solvant. Rts : Dpt de chimie, Université de Liège, Sart-Tilman, B-4000 Liège (<i>L'actualité chimique</i> , juin-juillet 1979, p. 79).	22-26 septembre Varsovie (Pologne)	Symposium international sur les clathrates et le phénomène d'inclusion moléculaire. Rts : Dr Janusz, Lipkowski, Instytut Chemii Fizycznej, Polska Akademia Nauk, ul. Kasprzaka 44/52, 01-224 Warszawa, Pologne (<i>L'actualité chimique</i> , février 1980, p. 56).
7-12 septembre Florence (Italie)	Symposium international IUPAC sur les macromolécules. Rts : Fondazione Giovanni Lorenzini, via Monte Napoleone 23, 20121 Milan, Italie (<i>L'actualité chimique</i> , mars 1980, p. 51).	22-26 septembre Cannes	8 ^e Congrès international du vide. Rts : M. M. Croset, Thomson-C.S.F., Domaine de Corbeville, 91401 Orsay (<i>L'actualité chimique</i> , avril 1980, p. 82).
8-11 septembre Pau	11 ^e Congrès des chimistes théoriciens d'expression latine. Rts : Prof. M. Chaillet, Laboratoire de chimie structurale, Faculté des Sciences, avenue Philippon, 64000 Pau (<i>L'actualité chimique</i> , avril 1980, p. 82).	23-25 septembre Rennes	Colloque sur la corrosion dans les industries alimentaires. Rts : Cefracor, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris (<i>L'actualité chimique</i> , janvier 1980, p. 75).
8-12 septembre Munich (R.F.A.)	11 ^e Conférence mondiale de l'énergie. Rts : Lindemannstrasse 13, D-4000 Düsseldorf 1, R.F.A. (<i>L'actualité chimique</i> , septembre 1979, p. 70).	25-26 septembre Avignon	Colloque international sur les matériaux durs pour frottement dans les réacteurs nucléaires. Rts : SFEN, Section Sciences et technologies des matériaux, contrôle non destructif, 48, rue de la Procession, 75724 Paris Cedex 15 (<i>L'actualité chimique</i> , décembre 1979, p. 55).
8-12 septembre Amiens	Congrès annuel de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences. Rts : AFAS, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris (<i>L'actualité chimique</i> , février 1980, p. 56).	26-27 septembre Clermont-Ferrand	Colloque S.C.B. sur les translocations des cations dans les membranes. Rts : M. R. Durand, Laboratoire de biochimie, B.P. 45, 63170 Aubière (<i>L'actualité chimique</i> , mai 1980, p. 63).
10-12 septembre Bordeaux	Assemblée générale annuelle 1980 de la S.C.F. Rts : 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris (<i>L'actualité chimique</i> , avril 1980, p. 8).	30 septembre-2 octobre Paris	Congrès européen sur le recyclage des huiles usagées. Rts : Syndicat National des Fabricants Raffineurs d'Huiles de Graissage, 44, rue de la Boétie, 75008 Paris (<i>L'actualité chimique</i> , avril 1980, p. 82).
10-16 septembre Moscou (U.R.S.S.)	6 ^e Conférence internationale sur la croissance des cristaux. Rts : Dr P. P. Fedorov, Secrétaire ICCG, 6 Institute of Crystallography U.R.S.S., Academy of Sciences, Leninsky Prospect, 59, Moscou, 117 333 U.R.S.S. (<i>L'actualité chimique</i> , juin-juillet 1979, p. 48).	30 septembre-3 octobre Grasse et Cannes	8 ^e Congrès international des huiles essentielles. Rts : 7, rue Gazan, 06130 Grasse (<i>L'actualité chimique</i> , mai 1979, p. 52).
10-12 septembre Bordeaux	Journées de chimie organique 1980 de la S.C.F. Rts : Société Chimique de France, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris (<i>L'actualité chimique</i> , avril 1980, p. 99).	1-3 octobre Séville (Espagne)	7 ^e Convention internationale de l'industrie chimique espagnole. Rts : Sección Técnica de Química, Federación de Ingenieros Industriales de España, via Layetana, 39, Barcelona-3, Espagne (<i>L'actualité chimique</i> , décembre 1979, p. 55).
15-19 septembre Ferrare (Italie)	5 ^e Symposium européen sur les inhibiteurs de corrosion. Rts : 5 SEIC, Corrosion Study Center A. Daccò, Université de Ferrare, via L. Borsari, 46, I-44100 Ferrare (<i>L'actualité chimique</i> , février 1980, p. 74).	1-3 octobre Strasbourg	Journées annuelles 1980 des ingénieurs de procédés du V.D.I. Rts : J. C. Charpentier, Laboratoire des sciences du génie chimique, CNRS/ENSIC, 1, rue Grandville, 54042 Nancy Cedex (<i>L'actualité chimique</i> , janvier 1980, p. 73).
16-19 septembre Bruxelles	3 ^e Symposium international sur les substances naturelles d'origine marine. Rts : Dr J. C. Braekman, Collectif bio-écologie, Faculté des Sciences, Université Libre de Bruxelles, C.P. n° 160, avenue F.-D. Roosevelt 50, 1050 Bruxelles (<i>L'actualité chimique</i> , décembre 1979, p. 55).	2-3 octobre Toulouse	8 ^e Colloque national de chromatographie par perméation de gel. Rts : M. Gourdenne, Laboratoire de physico-chimie de hauts polymères, ENSCT, 118, route de Narbonne, 31077 Toulouse Cedex (<i>L'actualité chimique</i> , mars 1980, p. 51).
16-19 septembre Saint-Maximin	Colloque sur les aspects fondamentaux du métabolisme des alcools et des aldéhydes. Rts : M. J. F. Biellmann, Institut de Chimie, Université Louis-Pasteur, 1, rue Blaise-Pascal, 67008 Strasbourg Cedex (<i>L'actualité chimique</i> , mars 1980, p. 51).	3-6 octobre Nancy	11 ^e Journées de l'internat en pharmacie de Nancy. Rts : B.P. 403, 54001 Nancy Cedex (<i>L'actualité chimique</i> , mars 1980, p. 51).
16-19 septembre Lyon-Villeurbanne	16 ^e présentation de matériel scientifique à l'INSA de Lyon. Rts : CAST, INSA, bât. 705, 20, avenue Albert-Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex (<i>L'actualité chimique</i> , mai 1980, p. 50).	5-10 octobre Hollywood (U.S.A.)	Symposium international sur la corrosion atmosphérique. Rts : W. H. Ailor, Metallurgical Research Division, Reynolds Metals Co, Richmond, Va. 23261, U.S.A. (<i>L'actualité chimique</i> , février 1980, p. 56).
20-26 septembre Palaiseau	Conférence européenne sur les processus chimiques dans l'environnement. Rts : Société de Chimie Physique, 10, rue Vauquelin, 75005 Paris (<i>L'actualité chimique</i> , septembre 1979, p. 70).	13-15 octobre Paris	1 ^{re} Conférence internationale sur les usines flottantes. Rts : SEPIC, 40, rue du Colisée, 75381 Paris Cedex 08 (<i>L'actualité chimique</i> , mai 1980, p. 50).
		13-15 octobre Anvers (Belgique)	Symposium international sur la désactivation des catalyseurs. Rts : c/o K.VIV Jan van Rijswijcklaan 58, B-2000 Antwerp (<i>L'actualité chimique</i> , avril 1979, p. 49).

26-31 octobre Tokyo (Japon)	Symposium international sur les applications des rayonnements aux polymères. Rts : Dr Y. Orita, P.O., Box 6, Kuragano, Takasaki, 370-12 Japon (<i>L'actualité chimique</i> , mars 1980, p. 51).	17-23 novembre Milan (Italie)	Plast 80 et congrès. Rts : Ente Gestione Saloni Internazionali delle Materie Plastiche e della Gomma, 20145 Milano, via Canova 35, Italie (<i>L'actualité chimique</i> , mai 1980, p. 50).
27-31 octobre Wissembourg	5 ^e Séminaire de RMN Bruker. Rts : Sadis Bruker Spectrospin, 34, rue de l'industrie, 67160 Wissembourg (<i>L'actualité chimique</i> , mai 1980, p. 50).	8-12 décembre Paris	12 ^e Conférence internationale des Arts Chimiques. Rts : Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris (<i>L'actualité chimique</i> , mars 1980, p. 76).
5-6 novembre Amsterdam (P.-B.)	Symposium international sur le stockage thermique de l'énergie solaire. Rts : Miss E. L. S. Janssen, Technisch Physische Dienst TNO-TH, P.O. Box 155, 2600 AD Delft, Pays-Bas (<i>L'actualité chimique</i> , avril 1980, p. 82).	8-12 décembre Paris	2 ^e Congrès de chimie analytique, 34 ^e Congrès du GAMS. Rts : GAMS, 88, bd Malesherbes, 75008 Paris (<i>L'actualité chimique</i> , avril 1980, p. 99).
11-15 novembre Milan (Italie)	Mac '80. Rts : 20149 Milano, via Domenichino, 11, Italie (<i>L'actualité chimique</i> , avril 1980, p. 83).	8-13 décembre Paris	Interchimie 80, Salon du laboratoire et Semaine de l'environnement. Rts : SEPIC, 40, rue du Colisée, 75381 Paris (<i>L'actualité chimique</i> , avril 1980, p. 83).

Les bioconversions en synthèse organique

Conférences et communications présentées au colloque organisé sur ce thème, les 17 et 18 mai 1979, à l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc de Montpellier (*Bulletin de la Société Chimique de France*, janvier-février 1980, 2^e partie).

Sommaire

Conférences

New examples of microbial transformations in pharmaceutical Chemistry (K. KIESLICH). *Place des bioconversions dans l'accès industriel aux stéroïdes* (G. NOMINÉ). *Utilisation de modèles mathématiques pour l'optimisation en fermentation. Applications aux transformations par les micro-organismes.* (C. DESHAYES). *Les bioconversions par les tissus végétaux* (A.W. ALFERMAN). *Réacteurs enzymatiques bimoléculaires : perspectives et limitations* (M. SICSIC et F. LE GOFFIC et C. VINCENT). *Bioconversion dans le domaine des antibiotiques aminocyclitolglycosidiques* (A.M. SEPULCHRE, B. QUICLET et S.D. GÉRO). *Hydroxylations du patchouliol par voie biologique et microbiologique* (P. TEISSEIRE). *Dégradation microbienne de l'herbicide Pyramin^R* (J. EBERSPACHER et F. LINGENS).

Communications

Synthèse enzymatique d'esters d'acides aminés en milieu organique (D. TARQUIS, P. MONSAN et G. DURAND). *Préparation de la Levo-*

dopa par bioconversions (L. NINET et J. RENAUT). *Production de L-tryptophane par des bactéries immobilisées* (R. AZERAD, R. CALDERON-SEGUIN et P. DECOTTIGNIES-LE MARÉCHAL). *Production d'acide α -aminés stéréospécifiques par hydrolyse biologique d' α -aminonitriles racémiques* (A. ARNAUD, P. GALZY et J.C. JALLAGEAS). *Obtention d'acides optiquement actifs à l'aide d'hydantoïnases* (M. GUIVARCH, C. GILLONIER et J.C. BRUNIE). *Réduction stéréospécifique de Δ^4 -cétro-3 stéroïdes par des Actinomycètes* (G. LEFEBVRE, P. GERMAIN et F. SCHNEIDER). *Utilisation des hydroxystéroïdes déshydrogénases en milieux non aqueux. Recyclage du cofacteur pyridinique* (Mme D. LEGOY et D. THOMAS). *Synthèse réductive de la L-carnitine par voie enzymatique avec régénération du NADH utilisé* (J.P. VANDECASTEELE et J. LEMAL). *Bioconversion d'acides gras et d'aldéhydes par des cellules de pommes cultivées in vitro* (C. AMBID et J. FALLOT). *Formation de composés volatils par action d'extraits végétaux sur des pré-curseurs : régénération enzymatique de l'arôme des fruits* (J. CROUZET, J. N'GALANI et A. SIGNORET).

Prix : Membres de la S.C.F. (France, Europe, Afrique du Nord)	40 F 00
Membres de la S.C.F. (autres pays)	60 F 00
Non-Membres de la S.C.F. (France, Europe, Afrique du Nord)	100 F 00
Non-Membres de la S.C.F. (autres pays)	120 F 00

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.

Les expériences sur le Tokamak : le chauffage haute fréquence du plasma *.

Depuis 1972, le Service de confinement du plasma du Centre d'Études Nucléaires de Fontenay-aux-Roses exploite l'expérience « TFR » dans le cadre des recherches sur la fusion thermonucléaire contrôlée. Ce grand appareil de physique permet le confinement d'un gaz ionisé à très haute température (le plasma) par une configuration magnétique toroïdale appelée Tokamak.

La carrière de ce grand instrument de recherches est jalonnée d'étapes brillantes. Il a apporté et continue d'apporter une contribution majeure à la physique du plasma grâce à des dimensions et des performances qui n'ont été dépassées qu'en 1977, date de la mise en service des gros appareils américains et russes. La variété et la qualité du réseau des mesures mises en œuvre confèrent à ces résultats une portée unanimement reconnue par la communauté scientifique internationale.

Les physiciens de Fontenay sont parmi les premiers à avoir développé de puissants moyens de chauffage du plasma dans le but d'approcher les températures thermonucléaires. Dès 1975, dix faisceaux d'atomes neutres rapides, d'une puissance totale de 600 kW, ont permis d'atteindre la température record de 20 millions de °C. Le confinement du plasma reste bon à ces hautes températures et ce résultat a contribué à encourager l'essor des grands programmes sur la fusion : démarrage des projets de Tokamak en Europe (JET), aux États-Unis (TFTR) et au Japon (JT-60).

Parallèlement, on s'est préoccupé d'explorer d'autres méthodes de chauffage dans l'espoir d'en améliorer le rendement et la qualité. Dès 1975, une partie du temps d'exploitation du TFR a été consacrée à l'étude de la propagation des ondes cyclotroniques dans le plasma, milieu dont les propriétés sont encore mal connues. Les études réalisées à très faible puissance ayant montré des

possibilités prometteuses, la décision a été prise de construire un équipement de grande puissance : 500 kW à 60 MHz.

La puissance transférée au plasma a atteint 250 kW dès la mise en service en 1978. Elle vient maintenant d'être portée à 400 kW. Ces résultats, ainsi que ceux obtenus simultanément sur le PLT de Princeton, constituent actuellement les meilleures performances de chauffage haute fréquence jamais atteintes. Présentés à la Conférence internationale d'Oxford en septembre dernier, ils ont eu un grand retentissement car ils permettent d'envisager avec espoir un moyen de chauffage à haut rendement nécessaire aux grands Tokamaks de l'avenir. Les physiciens durent, pour atteindre ce résultat, réaliser des antennes capables de transférer une puissance aussi élevée dans des conditions faisant apparaître des contraintes très sévères : proximité immédiate d'un gaz à 10 millions de °C, efforts mécaniques très importants liés à la présence d'un champ magnétique de 40 000 gauss, qualité « ultra vide » imposée aux matériaux utilisés, tension électrique de l'ordre de 15 000 volts à tenir sur des distances de 6 mm. Des essais successifs ont finalement abouti à une conception d'antenne entièrement originale qui semble susceptible de coupler des puissances encore bien supérieures aux 400 kW actuels.

On prépare actuellement les phases expérimentales des années 1980-81. En premier lieu, les expériences de chauffage par atomes neutres seront reprises avec une puissance disponible accrue jusqu'à 1 MW. De son côté, la puissance du chauffage haute fréquence sera portée à 3 MW. Ces deux méthodes pourront être utilisées conjointement et laissent espérer de nouveaux progrès dans la course aux très hautes températures.

* *Bulletin du CEA.*

Premier bilan de l'aide à l'innovation

L'aide à l'innovation, substituée depuis le 13 juillet dernier aux aides au développement et au pré-développement, a été conçue pour être un mécanisme souple, rapide, couvrant tout le processus d'innovation. Rappelons qu'elle peut financer jusqu'à 50 % du montant d'un programme d'innovation proposé par un ou des demandeurs (entreprises de toute taille, organismes de recherche, etc.) et qu'elle prend en général la forme d'une avance remboursable en cas de succès.

Les budgets correspondants sont de l'ordre de 400 MF en 1980.

Le Directeur général de l'ANVAR, responsable de la décision d'attribution des aides, avait annoncé, en octobre dernier, sa volonté d'organiser la procédure de façon à répondre aux demandes d'aides entre deux et quatre mois après le dépôt du dossier : cet objectif a été largement atteint puisque plus de 80 % des dossiers déposés à l'ANVAR ont fait l'objet d'une décision dans ces délais, soit par le Directeur général, soit par ses Délégués régionaux.

En effet, des Délégués régionaux ont été nommés dans les 22 régions administratives françaises. Ils ont reçu délégation pour instruire et décider l'attribution des aides jusqu'à un montant de 500 000 francs. La mise en place de ces dispositions a permis

d'encourager de très nombreux projets d'innovation présentés par des P.M.I. Pendant le premier trimestre 1980, 204 dossiers ont été présentés par l'ANVAR aux commissions consultatives prévues par les textes, au niveau national et dans les régions ; 144 dossiers ont été acceptés, représentant un montant de 99,97 millions de francs ; 32 ont été refusés et 28 ajournés.

Ces dossiers concernent toutes sortes de bénéficiaires : principalement des P.M.I., mais aussi de grandes entreprises, des laboratoires, des associations entre des laboratoires et des entreprises, des artisans, des entreprises en création, etc. Ils portent sur tous les secteurs de la vie industrielle. Parmi les 144 dossiers acceptés, 58 l'ont été au Siège dans le cadre de l'instruction centralisée correspondant aux dossiers de montant important. Le souci de l'ANVAR a été de traiter ces propositions, dont beaucoup avaient été préparées dans le cadre des anciennes procédures, sans discontinuité avec ces dernières, pour ne pas pénaliser les entreprises du fait de changements administratifs.

86 dossiers ont été acceptés dans les régions (sur 112 présentés). Il est trop tôt pour dresser un « classement » des régions, le démarrage effectif de la procédure étant intervenu dans certaines plus tard que dans d'autres. Dès à présent, on peut signaler toutefois le nombre élevé de dossiers acceptés dans les régions Rhône-Alpes (25), Aquitaine (15), Ile de France (12). Il est fort probable qu'en « régime permanent » on atteindra un nombre de dossiers régionaux largement supérieur (une centaine par mois à la fin 1980), tout en maintenant un filtrage rigoureux des propositions. Le nouveau dispositif ainsi mis en place avec rapidité, favorisera l'accès à l'innovation de toute une catégorie d'entreprises qui méritent ou mériteront d'être encouragées dans leur effort de recherche technologique ou, plus simplement, de renouvellement de leurs produits ou procédés.

CdF Chimie 2^e Groupe de chimie français

Le 24 avril, M. Jacques Petitmengin, Président du Directoire de CdF Chimie, a présenté au cours d'une conférence de presse les résultats du Groupe pour l'année 1979. Ces résultats sont nettement plus favorables que les prévisions ne le laissaient penser. En effet, le chiffre d'affaires a atteint 10 milliards de francs, soit une progression de 47 % expliquée en partie par la hausse importante appliquée aux prix des ventes.

Par ailleurs, il est à remarquer que ces résultats auraient été encore améliorés si la filiale Copenor n'avait été pénalisée en 1979 par les coûts importants des matières premières, notamment ceux concernant le naphtha.

Différents projets devant contribuer à l'expansion du Groupe sont dans les dossiers du Directoire de CdF Chimie :

- une implantation éventuelle aux U.S.A., pouvant plus être considérée comme une tête

de pont de CdF Chimie sur le marché américain que comme véritablement une recherche de conquête de ce marché.

- un projet de collaboration avec le Koweït pour le développement d'un ensemble de production d'urée et de colle. Le partenaire koweïtien était la société P.I.C.

- également, un projet important d'un complexe pétrochimique est à l'étude par le Gouvernement indonésien. Le coût de ce projet est d'environ 1 700 millions de dollars ; une participation privée de capitaux est recherchée pour le lancement de cette opération.

En 1979, les activités du Groupe ont été caractérisées principalement :

- pour A.P.C. : par l'équilibre financier retrouvé en deux ans, au lieu de trois ;

- en chimie organique : la bonne tenue des secteurs goudrons et dérivés de l'urée, l'amélioration des résultats des résines et thermodurcissables, sans pour autant que toute inquiétude soit dissipée pour l'avenir.

- dans les produits acryliques : la concurrence pour les acrylates, des importations des États-Unis et la hausse des prix des matières premières avec, pour conséquence, le resserrement des marges ; quant aux ventes d'acrylonitrile, elles ont continué à subir la dégradation du marché des fibres synthétiques. Néanmoins, la filiale Norsolor a augmenté son chiffre d'affaires de 23 % et confirmé sa vocation à l'exportation : ses ventes à l'étranger ont progressé de 12 % (55 % du chiffre d'affaires).

- dans les peintures : le développement des ventes sur les marchés grand-public, bâtiment et anti-corrosion, la très bonne tenue des ventes dans la carrosserie, malgré une régression générale de ce marché, mais la stagnation ou le recul des ventes, suivant les produits, sur le marché industrie.

Le 1^{er} janvier 1980, la nouvelle structure décentralisée est devenue opérationnelle. Les activités industrielles et commerciales sont dorénavant assurées par des sociétés filiales, responsables de leurs décisions, employeurs de leur personnel, étant entendu que la maison-mère CdF Chimie SA se consacre exclusivement aux missions de coordination et de contrôle des politiques fondamentales : humaine et sociale, stratégique, financière. Étant entendu aussi que les décisions les plus importantes doivent recevoir l'accord du directoire. Ces filiales présentent en outre l'avantage d'offrir une structure d'accueil à de nouveaux partenaires industriels et financiers.

Il faut savoir enfin :

- que le groupe consacrera 400 millions de francs à ses investissements en 1980, plus le projet de doublement de Copenor ;

- que CdF Chimie souhaite, comme par le passé, diversifier ses activités.

Monsieur Petitmengin annonce officiellement son départ de la présidence du Directoire du Groupe qui, à compter du 1^{er} mai, sera assurée par Monsieur Michel Therme, Président de la société A.P.C.

Les résultats de Hoechst en 1979

En 1979, l'activité économique en R.F.A. a été bien meilleure qu'en 1978, a reconnu le Pr. R. Sammet, Président du Directoire de Hoechst AG, en présentant les résultats du Groupe.

Le chiffre d'affaires mondial de Hoechst a atteint 27,08 milliards de DM, soit une augmentation de 11,9 %. L'accroissement, de 12,7 % en R.F.A., a été légèrement supérieur à celui réalisé à l'étranger. Le chiffre d'affaires provenant de la production à l'étranger a progressé de 13,1 % pour se situer à 9,05 milliards de DM.

Les hausses des prix de vente, nécessaires du fait du renchérissement des matières premières, ont contribué à l'accroissement de ce chiffre d'affaires. Après élimination des variations de prix, le volume de vente a progressé d'environ 7 à 8 %.

La société mère, Hoechst AG, a pu augmenter son chiffre d'affaires 12,8 % (5,18 milliards de DM, en R.F.A.) et de 15,2 % (5,52 milliards de DM) à l'exportation. Il en résulte, au total, un taux d'accroissement de 14 % sur un chiffre d'affaires de 10,70 milliards de DM. Ces taux d'accroissement sont légèrement supérieurs à ceux du chiffre d'affaires mondial. Cela s'explique par le fait que Uhde GmbH a liquidé moins d'installations que l'année précédente. En effet, en 1978, Uhde a pu enregistrer un chiffre d'affaires record grâce à la liquidation de quelques grosses installations industrielles.

Le bénéfice, avant impôts, du Groupe consolidé mondial a pu être augmenté de 506 millions de DM, s'établissant ainsi à 1,760 milliard de DM. Le bénéfice net de l'exercice s'est accru de 233 millions de DM pour passer à 650 millions de DM ce qui représente un accroissement de 56 %.

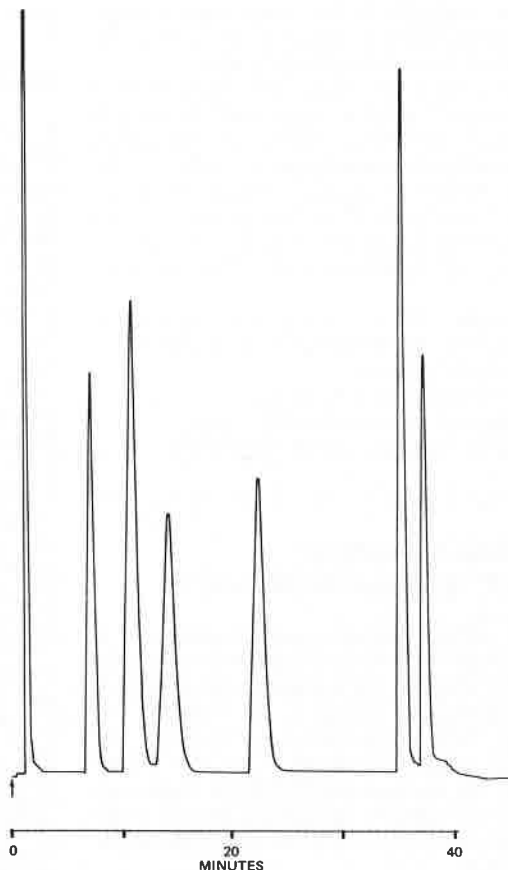
Hoechst AG, la société mère, fait apparaître un bénéfice, avant impôts, de 907 millions de DM. Le bénéfice net de l'exercice s'élève à 344 millions de DM ce qui représente un accroissement de 80 millions de DM, soit 30,3 %.

Le chiffre d'affaires de Hoechst AG a progressé de 14 %, dont près de 9 % sont dus à un volume supérieur des ventes et un peu plus de 5 % à des prix plus élevés. La société a réalisé un excédent de chiffre d'affaires de 508 millions de DM. Du fait de la hausse des prix des matières premières et des énergies, les dépenses supplémentaires s'élèvent, en revanche, à environ 600 millions de DM auxquelles s'ajoutent des frais de personnel plus élevés et autres dépenses. L'augmentation du bénéfice est donc due essentiellement à la meilleure utilisation des capacités de production et de l'efficacité accrue.

Pour le 1^{er} trimestre 1980, le chiffre d'affaires réalisé par Hoechst AG dépasse environ de 8 % la moyenne de l'année précédente. L'accroissement du bénéfice de 38,3 % par rapport à la moyenne de l'année précédente est dû à une utilisation encore plus grande des capacités de production qui est passée de 82 % à 85 %, et à des cours de change plus favorable à l'exportation.

Le chiffre d'affaires global du Groupe Hoechst en France a été d'environ 8 mil-

le mélange à 3 solvants



fait les séparations heureuses!



Nouveau système H.P.L.C

commandé par micro-processeur.

- La technique du gradient ternaire améliore sensiblement les séparations et augmente le choix des mélanges.
- Ce système est composé d'éléments modulaires indépendants s'adaptant aux impératifs analytiques et financiers. Il peut être utilisé en compact dans son ensemble.
- TRES BON RAPPORT PERFORMANCES/PRIX
 - Quelle que soit la difficulté de vos séparations, il existe dans notre gamme, un instrument capable de les exécuter.

MICROMERITICS 7500



COULTRONICS

14, rue Eugène Legendre, MARGENCY 95580 ANDILLY
Tél. : 416.10.30 + - Télex : 697 427

M. Lab.
Adresse Tél.
Ville Code Postal
Désire une documentation complète sur le système
H.P.L.C. Micromeritics 7500
Désire la visite de l'Ingénieur Commercial ac

liards de francs en 1979, si l'on prend en compte l'ensemble des sociétés dans lesquelles Hoechst a une participation majoritaire en France. En ne retenant que l'activité opérationnelle de la Société Française Hoechst, qui est concentrée dans la chimie, le chiffre d'affaires s'est élevé à 2,35 milliards de francs, en progression de 32 % par rapport à l'année précédente, l'augmentation des ventes en volume ayant été de 20 % environ. Avec 921 millions de francs, les produits fabriqués en France ont représenté 39 % du total contre 35 % en 1978.

Les exportations ont augmenté de 74 % pour atteindre 318 millions de francs, représentant 35 % des productions françaises, contre 29 % en 1978. Ce vigoureux développement à l'exportation est dû en particulier à l'acide glyoxylique et au glyoxal, mais également aux ventes de polypropylène à l'étranger.

Malgré la pression directe ou indirecte sur les prix due à la situation américaine dont les effets se sont fait sérieusement sentir, l'activité de la division Chimie a fortement progressé en 1979 (+ 44 % par rapport à 1978). Elle représente maintenant plus de 35 % du chiffre d'affaires de la Société.

L'année a été marquée par une relance très nette des fabrications en chimie minérale : acide sulfurique et silicates. La chimie organique et la chimie des auxiliaires ont été marquées par le développement rapide des ventes de glyoxal. Enfin, l'atelier d'acétaldéhyde, mis en route en juillet 1978, a fonctionné à environ 70 % de sa capacité.

Notons également qu'en dépit des hausses importantes des matières premières pétrochimiques, l'année 1979 a été très bonne pour la Division Matières plastiques, le chiffre d'affaires a été supérieur de 45 % à celui de 1979. Il représente près du quart du chiffre d'affaires total de la Société Française Hoechst.

La progression a été particulièrement sensible pour le polypropylène fabriqué à Lillebonne dont les ventes ont augmenté d'environ 15 % en volume et de 50 % en valeur par rapport à 1978, les ventes à l'exportation ayant elles-mêmes enregistré un accroissement de plus de 40 % en volume et de plus de 80 % en valeur. Le point fort de ce secteur demeure les spécialités qui progressent plus vite que le marché et offrent une meilleure rentabilité.

Pour l'année 1980, l'activité, à la fin du 1^{er} trimestre, est en avance de plus de 30 % par rapport à l'an dernier, mais la pression des prix et la concurrence américaine ont été des facteurs préoccupants. Pour le secteur chimie, des tensions sont perceptibles dans le textile en France et dans la synthèse organique, à la fois en France et à l'exportation, a annoncé M. F. Donnay.

Au niveau des centres de production de la Société Française Hoechst, les fabrications sont concentrées :

- à l'usine de Lamotte : ateliers de silicates, d'acide sulfurique et anhydride sulfureux, de résines de condensation et de polymérisation, de tensioactifs, de nombreux produits de synthèse organique (glyoxal, acide glyoxylique et leurs dérivés, acide p-tertobutylbenzoïque, acide gallique et dérivés), des ateliers pilotes.
- à la plate-forme de Lillebonne : un atelier

de polypropylène de 70 000 t/an, un atelier d'acétaldéhyde de 96 000 t/an, un atelier de soufre à partir des gaz de raffinerie, et enfin un atelier très important et de haute technicité de glyoxal et d'acide glyoxylique qui va démarrer incessamment.

- à l'usine de Stains : essentiellement des dispersions à base d'acétate de vinyle et de différents monomères acryliques.

- à l'usine de Dijon (qui appartenait à Syntova) : la production s'est développée autour des résines alkydes et des résines polyester. On y entreprend actuellement des investissements dans le domaine des résines acryliques et des résines électrophorèse pour l'industrie automobile. Deux projets importants sont prévus pour cette usine en 1981.

Hoechst AG a adjoint à sa gamme de colorants de développement azoïques les produits suivants :

- ®Naphтол AS-LB liquide,
- Base de rouge solide RL liquide,
- Base de grenat solide GB liquide.

Ventes et bénéfices du 1^{er} trimestre de Monsanto

Le chiffre d'affaires net consolidé de la Monsanto Company, pour le 1^{er} trimestre de 1980, a atteint 1,823 milliards de dollars, en augmentation de 12 % par rapport aux 1,624 milliards de dollars du 1^{er} trimestre de 1979. Quant au bénéfice net, il a été de 164 millions de dollars, en légère augmentation par rapport au bénéfice de 161,8 millions obtenu au cours de la même période de 1979.

Résultats trimestriels d'Alcoa

Les ventes et les revenus d'exploitation d'Aluminum Company of America (Alcoa) se sont élevés, pendant le premier trimestre 1980, à 1,30 milliard de dollars, en légère progression par rapport aux trois mois précédents (1,23 milliard de dollars). Lors du premier trimestre 1979 le chiffre d'affaires avait atteint 1,20 milliard de dollars.

Toujours pour les trois premiers mois de 1980, le bénéfice net a atteint 143,5 millions de dollars, contre 127,7 millions de dollars un an plus tôt.

Les livraisons de produits d'aluminium ont totalisé pendant le premier trimestre de l'année 425 000 tonnes, soit à peu de choses près le même volume que pendant le trimestre précédent (420 000 tonnes). En 1979, la société avait livré pendant les trois premiers mois de l'année 449 000 tonnes.

Livraisons et commandes se sont situées à des niveaux très satisfaisants pendant l'ensemble des trois premiers mois de 1980, en particulier dans les domaines de l'aéronautique et des emballages métalliques pour le conditionnement des boissons. Il faut mentionner également un certain raffermissement de la demande pour les produits en alliages ordinaires. L'augmentation des coûts, en particulier en ce qui concerne l'énergie et les charges salariales, seront les

éléments clés qui détermineront les résultats de la société cette année. Toutefois, ces incertitudes ne diminuent en rien l'optimisme d'Alcoa pour le reste de l'année 1980.

Jouan sur la bonne voie

Le 23 avril, M. Victori, Président de Jouan S.A., accompagné de M. Schmidt, Directeur commercial, recevait aux bureaux parisiens de la Société, les journalistes de la presse technique.

Cette réunion avait pour objet de faire le bilan des activités de Jouan au cours de l'année 1979 et de présenter les objectifs à moyen terme de la Société.

Rappelons, pour mémoire, que le capital social de Jouan, entreprise à 100 % française, est détenu pour 50 % par des salariés porteurs d'actions. Réalisant en 1979 un chiffre d'affaires avoisinant 25 millions de francs, le résultat net fait apparaître, une marge d'exploitation de 3 %. Ne serait-ce que par ce premier résultat, le Président de Jouan, n'a pas caché sa satisfaction d'avoir dépassé les objectifs que lui-même et son équipe s'étaient fixés fin 1978.

Les perspectives pour l'année 1980, semblent être de même augure : réaliser une expansion du chiffre d'affaires pour atteindre 30-32 millions de francs, due en partie par la prise de contrôle par Jouan d'une société d'instrumentation clinique et biologique en l'occurrence la S.A.R.L. « Herdial ». Cette décision ayant été prise dans un souci de diversification des lignes de produits de la Société Jouan. « Herdial » conservera, pour l'année en cours, son statut juridique et son autonomie d'exploitation. M. Victori devenant co-gérant de cette affaire.

Jouan ne reste pas, par ailleurs, inactif dans ses projets « produits nouveaux » et à ce titre, M. Victori a annoncé l'existence d'un accord avec la firme allemande W.K.F. pour l'étude d'une gamme de centrifugeuses de la classe 20 000 tours.

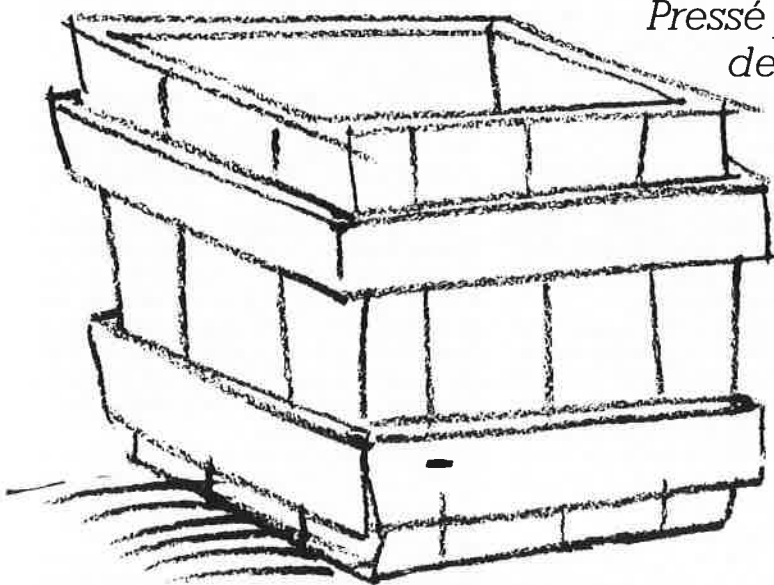
Dans ce cadre, le Président de Jouan a confirmé la bonne santé de la Société qui, pour le court terme, s'autofinance à 100 % pour la réalisation de ses projets de développement. A noter que la Société détient 65 % du marché français pour les centrifugeuses de petites et moyennes vitesses. Le lancement d'une ligne de centrifugeuses de « segment 20 000 tours » rentre logiquement dans le créneau d'un marché porteur déjà très contrôlé par cette firme.

D'autres nouveautés seront lancées sur le marché par la Société Jouan et présentées en première au cours de l'exposition Analytica. Il s'agit d'une centrifugeuse de paillasse, « le Plasma 1000 », d'une version développée du centrifugeur existant, commercialisé sous la référence K 110 SX, ce dernier appareil possède des performances remarquables puisqu'il peut recevoir des poches plastiques d'une contenance de 2 500 ml chacune. Cet appareil s'adresse en particulier aux Centres de transfusion.

Les P.M.E. face à la responsabilité civile

JEP & CARREB 5

Voici la caisse qui a coûté 40 000 F



Pressé par le temps à la fin de sa journée de livraison, cet employé oublia sur le trottoir, devant un magasin, une caisse vidée de son contenu.

Dans la nuit, elle provoqua la chute grave d'un passant.

Le patron du livreur fut déclaré responsable et dut verser 40 000 francs d'indemnités à la victime. Il n'était pas assuré pour sa Responsabilité Civile.

Aucune entreprise qui fait des livraisons n'est à l'abri d'une telle mésaventure.

L'imprévisible peut se produire du fait de l'un de vos employés et vous coûter très cher en dommages et intérêts.

Votre assureur, un conseiller qui paye. Consultez-le.

Faites, avec votre Assureur, un examen de vos risques; il saura vous garantir par un contrat "Responsabilité Civile" bien adapté.

En cas de réclamation, il vous assistera. Si votre responsabilité est retenue, il paiera pour vous.

Production belge de métaux non ferreux

En Belgique, au cours de l'année 1979, la production totale de métaux bruts (950 000 tonnes) a dépassé d'un peu plus de 3 % celle de l'année précédente. Les montants des productions des principaux postes ont été (en milliers de tonnes) : cuivre 525, zinc 275, plomb 111, poussière de zinc 28, étain 4,5.

En ce qui concerne les demi-finis, la production totale, avec 680 000 tonnes, progresse de 4 %. Voici la répartition des principaux postes (en milliers de tonnes) : cuivre non allié 295,5 ; aluminium 290 ; cuivre allié 42 ; zinc 33 ; plomb 18.

Une progression des exportations de 3 % a été enregistrée en métaux bruts (637,8 milliers de tonnes) et de 5 % en demi-finis (597,2 milliers de tonnes).

Les importations de métaux bruts (836,6 milliers de tonnes) ont diminué de 9 %, mais celles de demi-finis (165,3 milliers de tonnes) ont augmenté de 7 %.

A l'exception du zinc, les cours des principaux métaux ont marqué une forte tendance à la hausse.

Il en est ainsi du cuivre, de l'aluminium et du plomb. Les métaux précieux ont également enregistré de fortes augmentations : l'or, le platine et surtout l'argent dont le prix a été multiplié par sept.

Quant aux investissements réalisés en 1979, ils dépassent les 2 milliards de FB, en augmentation de 13 % par rapport à l'année précédente. En dehors des domaines de la préservation de l'environnement et des économies d'énergie, la plus grande part des investissements a été affectée à la rationalisation des installations.

Il est à signaler enfin l'effort intense de recherche et d'innovation qui a été poursuivi par les sociétés du secteur, et qui permet à l'industrie belge des métaux non ferreux de faire face à la compétition internationale.

Les dépenses de recherche et de développement se maintiennent au niveau élevé de plus d'un demi milliard de francs belges par an. Des recherches ont été poursuivies notamment en matière d'entreposage et d'élimination des déchets industriels, toxiques ou non, ainsi qu'en matière d'épuration des eaux usées.

Le marché des acides gras

En 1979, les marchés d'outre-mer des acides gras ont enregistré une baisse de 8,8 % par rapport à l'année précédente. La croissance de 4,5 % du marché européen a cependant permis de maintenir l'équilibre avec une augmentation totale de 2,7 %, celle-ci étant malgré tout bien au-dessous du taux de croissance de l'industrie chimique prise dans son ensemble.

Ces chiffres, concernant le développement du marché oléochimique, ont été recueillis par l'APAG (Association Européenne des Producteurs d'Acides Gras) et publiés dans le dernier numéro de sa revue *APAG News*. La production totale d'acides gras a augmenté de 43 000 t (7,1 %) en 1979, mais près

de la moitié de la quantité produite en plus (19 000 t) est partie vers les filiales ou a couvert les propres besoins. Les ventes à des tiers n'ont augmenté que de 2,1 %.

Les chiffres pour le marché des acides gras polyinsaturés montrent, également, une tendance vers le bas, alors que le marché des acides saturés a, en revanche, une croissance positive.

APAG News fait également remarquer la diminution de l'offre pour la glycérine en 1980. Les stocks aux U.S.A., à la fin de l'année 1979, avaient atteint le niveau le plus bas depuis 30 ans (résultat d'une production en déclin et d'une augmentation des exportations en 1979). La hausse actuelle des prix reflète cette situation.

APAG (Association Européenne des Producteurs d'Acides Gras) a été fondée en 1976 et regroupe les sociétés européennes productrices d'acides gras à partir de produits entièrement naturels et renouvelables (pas de produits pétrochimiques) tels que le suif, l'huile de coprah, l'huile de palme, l'huile de colza, etc.

APAG fait partie du CEFIC (Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique).

Nouvelles de Rhône-Poulenc

Oxyde de titane : Thann et Mulhouse met en route sa nouvelle unité

L'usine de Thann et Mulhouse du Havre, filiale de Rhône-Poulenc, vient d'obtenir l'autorisation préfectorale lui permettant la mise en route progressive de sa nouvelle unité de fabrication d'oxyde de titane, selon un nouveau procédé.

Rappelons que l'oxyde de titane est le pigment blanc indispensable pour l'industrie des peintures, plastiques et papier. L'usine du Havre est capable d'une production de 80 000 tonnes/an, dont plus de la moitié est exportée dans le monde entier.

Cette autorisation ne lui a été accordée que grâce aux efforts qu'elle a entrepris depuis plusieurs années pour diminuer ses rejets en mer. Ainsi, c'est en utilisant un minerai plus concentré, mais pauvre en fer, que l'usine ne rejette plus notamment de sulfate de fer.

L'excédent de sulfate de fer produit (environ 10 %) est par ailleurs utilisé pour le traitement des eaux et l'agriculture.

Ce résultat a été obtenu grâce à l'arrivée récente sur le marché de minerais d'origine sud-africaine, contenant 87 % d'oxyde de titane et 9 % de fer. Auparavant, l'oxyde de titane était produit à partir de l'ilménite contenant 55 % d'oxyde de titane mais aussi 30 % de fer.

Pour pallier à une éventuelle crise d'approvisionnement en minerai sud-africain, le retour provisoire à l'ancien procédé est prévu. Un stockage à terre de 600 000 tonnes de sulfate de fer (correspondant à 4 ans de production) permettrait à l'usine de remplir ses engagements de non-rejet de sulfate ferreux en baie de Seine.

Après avoir réglé le problème du sulfate de fer, il subsiste celui du rejet de l'acide sulfurique. Bien que l'on rejette 2 tonnes d'acide sulfurique à 100 % par tonne d'oxyde de titane fabriqué, les conditions de dilution

et de neutralisation sont quasiment idéales du fait que plus de cent millions de mètres cubes d'eau de mer sont mis en mouvement dans l'estuaire de Seine à chaque marée. L'acidité des rejets n'a donc sur la flore et la faune aquatiques qu'un effet extrêmement limité.

Toutefois, afin d'améliorer encore les conditions dans lesquelles se font ces rejets, l'usine de Thann et Mulhouse met en place, en baie de Seine, un émissaire, prolongé par un diffuseur original d'une grande efficacité, ayant fait l'objet d'une étude très poussée.

Un effluent bio-chimique pour fertiliser les terres agricoles

Dans son usine située près d'Elbeuf (Seine-Maritime), la division Santé de Rhône-Poulenc, l'un des premiers groupes français en biochimie industrielle, fabrique entre autres, la vitamine B12. Pour ce produit, Rhône-Poulenc est leader mondial, fournissant 45 % des besoins de notre planète. La synthèse industrielle de la vitamine B12 étant aujourd'hui très difficile, celle-ci est fabriquée par la voie biochimique : dans un « milieu biologique » stérile on fait fermenter des souches bactériennes spécialement mises au point dans les laboratoires de Rhône-Poulenc. Ce « milieu biologique » est constitué de matières premières naturelles : mélasse de betterave, eau, sels minéraux. On permet ainsi la fermentation des micro-organismes, lesquels donnent lieu à une prolifération de germes qui sécrètent la vitamine B12.

Ce mode de production engendre une quantité importante de résidus de fabrication qui étaient, jusqu'ici rejetés, après traitement à la station d'épuration biologique de l'usine.

Or, des études menées par les chercheurs de Rhône-Poulenc, en collaboration avec ceux d'organismes officiels comme l'I.N.R.A., ont montré qu'il était possible de valoriser l'un de ces effluents : le biozan en l'utilisant en fertilisation agricole. Le biozan est, en effet, une fumure organique riche en azote dont la composition est tout à fait comparable à celle du lisier de porc.

On calcule qu'un épandage de 10 à 15 t/ha de biozan, soit 1 à 1,5 mm de liquide apporte au sol agricole : 100 à 150 kg d'azote, 20 à 30 kg de phosphore et 10 à 15 kg de potasse par hectare ; le produit donne des résultats entièrement satisfaisants sur pratiquement tous les types de cultures.

Bien entendu, toutes les précautions ont été prises par Rhône-Poulenc avant de proposer le biozan aux agriculteurs. Dès 1976 les chercheurs agronomes de Rhône-Poulenc et ceux de différents services officiels ont analysé le produit et testé son comportement sur l'animal, sur les plantes et dans le sol. Ils ont tous conclu à l'inexistence de toxicité à la fois sur l'animal et sur les plantes. Dans le sol, il ne se produit aucun effet d'accumulation à la suite d'épandages répétés : le biozan se décompose en libérant progressivement l'azote et les autres éléments qu'il contient, il participe donc à l'alimentation des plantes et à la formation d'humus. Les essais *in situ* ont été effectués en 1977, 78 et 79 sur des cultures maraîchères, sur orge de printemps et maïs,

sur céréales d'hiver, sur betteraves et sur prairies. Dans tous les cas, l'emploi du biozan n'a engendré aucune trace de résidu toxique dans les produits récoltés et a donné entière satisfaction aux agriculteurs, en ce qui concerne aussi bien la qualité que la quantité des récoltes.

L'an dernier, le biozan a permis d'amender 1 130 ha de cultures répartis chez environ 80 exploitants. Au total, cela a représenté un peu plus de la moitié des quantités produites par l'usine. Cette année, Rhône-Poulenc épanchera 70 % de la production et, en 1982, la totalité. En effet, on note un intérêt croissant des agriculteurs de la région pour le biozan. La région d'Elbeuf étant très agricole, l'ensemble du biozan produit peut être appliqué dans un rayon de 30 km autour de l'usine. Pour des raisons de sécurité absolue, l'épandage est effectué chez les exploitants agricoles par des techniciens et avec du matériel Rhône-Poulenc.

Cette réalisation porte certes sur une partie seulement des effluents biochimiques de l'usine d'Elbeuf mais elle n'en constitue pas moins une contribution réussie à la lutte contre la pollution. D'autres recherches sont par ailleurs en cours dans le domaine de la valorisation d'autres effluents biochimiques.

KB Jardin

1^{re} marque française de produits pour le jardin

Faisant partie du Groupe Rhône-Poulenc par l'intermédiaire de la filiale Rhodic, KB Jardin, marque bien connue des jardiniers professionnels et amateurs, continue sa progression sur le marché français où elle est devenue en quelques années le leader incontesté de sa branche.

Avec un chiffre d'affaires de près de 100 millions de francs en 1979, KB Jardin détient plus de 18 % du marché français des produits agrochimiques horticoles (que l'on évalue à 750 millions de francs environ). Cette part de marché, obtenue au prix d'une très haute technicité et d'efforts commerciaux importants, dépasse celle des quatre marques suivantes réunies.

KB est également leader sur le marché français des engrais et améliorants du sol.

Nouveau support de catalyseur pour gaz d'échappement

Aux États-Unis, existe depuis 1973 une réglementation sévère qui limite le rejet d'oxyde de carbone, d'oxydes d'azote et d'hydrocarbures, dans l'atmosphère. Périodiquement les seuils admis sont abaissés et, en juillet 1980, ils atteindront les valeurs les plus basses et ceci sera valable pour tous les États, ce qui n'était pas le cas auparavant. L'épuration des gaz d'échappement des automobiles au moyen de catalyseurs permet, par combustion de l'oxyde de carbone et des hydrocarbures résiduels et par réduction des oxydes d'azote, d'éliminer les composés nocifs. Les catalyseurs capables d'éliminer ces trois types de polluants sont appelés catalyseurs « trois voies ». Ils sont constitués par des composés actifs déposés sur un support de billes d'alumine. Ces billes sont disposées dans un pot

intercalé entre le tuyau d'échappement et le silencieux. Ces catalyseurs contiennent de très faibles quantités de métaux précieux (palladium et platine) et souvent des composés de terres rares. Lorsque les gaz d'échappement entrent en contact avec les billes, les gaz à éliminer se transforment en gaz carbonique et vapeur, tous deux inoffensifs. Un nouveau support de catalyseur, en alumine active, de 30 % plus léger que les produits actuels, vient d'être mis au point par Rhône-Poulenc. Il est plus stable au vieillissement thermique, ce qui est important lorsque l'on sait que les silencieux sont de plus en plus montés très près des moteurs. D'ailleurs, cette tenue au vieillissement thermique est encore améliorée par l'apport d'un stabilisant (terres rares). Ce support permet de fabriquer les catalyseurs améliorés de la nouvelle génération.

Le marché américain est surtout constitué par General Motors. Le marché canadien, dominé par l'importation des automobiles américaines, et qui possède une législation du style U.S.A. 1974, va évoluer de la même façon dans l'avenir. Au Japon, avec Toyota, Nissan (Datsun) et Toyo Kagyo (Mazda), Rhône-Poulenc possède 50 % du marché automobile de ce pays.

En Europe, s'il existe des réglementations anti-pollution, aucun pays n'a encore atteint le niveau très rigoureux des U.S.A. et du Japon. Sur le plan technique, la question de la pollution automobile se pose d'ailleurs en termes différents puisqu'au contraire des pays cités, il n'est pas prévu, à moyen terme, de disposer d'une essence totalement exempte de plomb (exigence indispensable à l'efficacité des catalyseurs développés jusqu'à présent). Mais les études se poursuivent et Pro-Catalyse (filiale de Rhône-Poulenc et de l'Institut Français du Pétrole) travaille activement à la mise au point de catalyseurs spéciaux, tolérant une certaine proportion de plomb dans les carburants, ce qui pourrait déboucher vers le milieu de la décennie sur la solution anti-pollution en Europe.

Extension de la raffinerie de Donges

La division Procédé d'UOP Inc., U.S.A., a obtenu d'Elf France les contrats (conception et licences) pour cinq nouvelles unités qui seront construites à la raffinerie de Donges. Ce projet d'extension de la raffinerie prévoit une unité de craquage catalytique fluide (FFC) d'UOP pour traiter 31 300 barils par jour de gasoil. Le procédé FFC comprend une section de concentration des gaz pour séparer les composés liquides et gazeux produits.

On construira également une unité d'alcoylation HF d'UOP pour la production de 4 125 barils par jour d'alcoylats pour combustibles moteur, à partir des oléfines en C₄ produites par l'unité FFC.

En outre, trois unités Merox d'UOP seront également fournies pour traiter et adoucir les essences produites et pour extraire les mercaptans à partir des coupes en C₃ et C₄.

Extension de Hunt Chemical en Belgique

La S.A. Hunt Chemical (Sint-Niklaas), filiale de Hunt Chemical (New Jersey, États-Unis), a procédé récemment à la mise en exploitation d'une extension de 5 000 m² de ses installations belges.

Hunt Chemical fabrique des produits chimiques spécialisés pour les industries photographique, graphique et électronique ainsi que des « toners » pour les photocopieurs de bureaux.

L'unité de production de Sint-Niklaas est la seule que possède le groupe Hunt hors des États-Unis. La nouvelle extension se concentrera sur les produits chimiques photographiques et les toners à sec pour photocopieurs de bureaux.

Modernisation de deux ateliers d'engrais en Grèce

PEC-Engineering, société d'ingénierie et d'entreprise générale du Groupe Entreprise Minière et Chimique, a été choisie par la société Phosphoric Fertilizers Industry Ltd., à la suite d'une vive compétition internationale, pour réaliser la modernisation de ses deux ateliers d'engrais complexes construits il y a une quinzaine d'années en Grèce.

Cette modernisation sera réalisée en adaptant les installations de granulation existantes au procédé Gardinier S.A. et en modifiant certains appareils pour obtenir une augmentation de la capacité des ateliers, une amélioration de la qualité des produits et une diminution sensible de la pollution de ces ateliers.

Extension de la capacité de production de caprolactone

Interox Chemicals (Solvay) va pratiquement doubler la capacité de son unité de production de caprolactone qui sert principalement à la fabrication des polycaprolactones CAPA. Celles-ci sont largement utilisées dans les élastomères de polyuréthane à haute performance où leur stabilité, leur constance de qualité et leur flexibilité, même à basse température, jouent un rôle important.

Interox a également développé de nouveaux marchés pour la caprolactone et ses dérivés dans les industries des peintures, de l'automobile et les matières plastiques en général.

La 1^{re} usine de polyéthylène sur barge

Union Carbide et IPAKO S.A. (Argentine) annoncent la signature d'un accord pour construire la première usine sur barge pour la production de 120 000 t/an de polyéthylène, d'après le procédé Unipol d'Union Carbide.

La barge sera construite sur un chantier japonais et remorquée, vers la fin de 1981, en Argentine, à Bahia Blanca, sur le site d'IPAKO.

Le procédé Unipol élimine les hautes pressions et températures utilisées dans le procédé conventionnel, réduisant ainsi la demande en énergie et en espace.

Unité de production de vaccin anti-aphteux au Botswana

Speichim, en association avec Spie-Batignolles, vient de signer à Gaborone, avec le Gouvernement de la République du Botswana, un contrat pour la réalisation, clé en main, d'une unité de production de vaccin anti-aphteux, selon les procédés de l'Institut Mérieux. Celui-ci, qui exploite lui-même sa technologie et intervient comme consultant pour la construction, aura également la charge de la fourniture des équipements spécifiques des procédés.

La mise en route de ce laboratoire, qui permettra d'assurer une production annuelle de 21 millions de doses de vaccin monovalent, aura été précédée, depuis août 1978, par une période de recherches effectuées sur place par l'Institut Mérieux avec les Services vétérinaires du Botswana pour l'adaptation des procédés aux virus existant dans la région, et de production semi-industrielle. L'unité, située à Gaborone, sera terminée dans un délai de vingt mois.

Cette réalisation fait suite pour Speichim à celle de l'usine biologique de Chelkovo en U.R.S.S., qui produit actuellement 150 millions de doses de vaccin monovalent par an selon les procédés de l'Institut Mérieux.

Nouveau polyamide 66 résistant à la flamme

Le ®Durethan KL 1-2208 est un nouveau polyamide 66 non renforcé, proposé par Bayer AG comme produit d'essai et dont la meilleure résistance à la flamme est obtenue par un agent ne renfermant ni phosphore ni halogène. Des mesures effectuées aux laboratoires Bayer ont montré que le produit satisfait les conditions de la catégorie V-O selon la prescription UL Subject 94 pour des épaisseurs de parois de 3,2 et 1,6 mm. Une homologation a été demandée auprès des UL.

Le Durethan KL 1-2208 est normalement disponible sous forme granulée dans sa teinte naturelle claire, mais peut aussi, sur demande, être livré en qualités colorées.

Signature d'un contrat d'achat de gaz naturel nigérian

La société nigérienne Bonny LNG Ltd est parvenue à un accord, avec un groupe de sociétés gazières européennes, sur la vente d'environ 8 milliards de m³ de gaz par an sous forme de gaz naturel liquéfié sur une

période de 20 ans débutant en 1984/1985. 8 autres milliards de m³ par an sont destinés à des acheteurs américains.

Le début de la construction de l'usine de liquéfaction, qui comprendra 6 lignes de liquéfaction, est prévu pour 1981. Seize navires méthaniers d'une capacité de 130 000 m³ environ chacun seront nécessaires.

Le coût du projet est actuellement estimé à plus de 10 milliards de dollars américains. Les actionnaires de Bonny LNG Ltd-Lagos sont : Nigerian National Petroleum Corporation, Shell, British Petroleum, Phillips, Agip et Elf Aquitaine.

Le groupe de sociétés gazières européennes est composé de : Gaz de France, SNAM, Distrigaz (Belgique), Gasunie (Pays-Bas), Enagas (Espagne), Thyssengas (R.F.A.), Brigitta (R.F.A.) et Ruhrgas (R.F.A.).

Concentration commerciale pour Akzo Chemie

A la mi-avril, les deux succursales de vente d'Akzo Chemie qui existent actuellement aux Pays-Bas ont fusionné en une seule, qui sera établie à Amersfoort.

Cette succursale dirigera ses activités sur le marché néerlandais et assurera également pour une grande part les exportations des produits d'Akzo Chemie vers tous les pays où la firme ne possède pas de succursales. Outre cette succursale, l'organisation de vente d'Akzo Chemie en possède, également, en Allemagne fédérale, en France, en Grande-Bretagne, en Italie, en Espagne, au Danemark, en Norvège, en Belgique, à Singapour, aux États-Unis et au Brésil.

Akzo Chemie est un fournisseur important de produits chimiques de transformation, de produits chimiques semi-finis, et de produits auxiliaires pour l'industrie chimique et autres activités industrielles très diverses. Notamment, la firme est l'un des fabricants les plus importants de peroxydes pour l'industrie des matières plastiques et pour l'industrie de transformation des matières plastiques, de catalyseurs pour l'industrie pétrochimique et de dérivés de l'azote, notamment pour l'industrie des détergents. Akzo Chemie fait partie du groupe international Akzo, dans lequel sont regroupées les activités de 160 entreprises dans 50 pays.

Nouveau service BP Chemicals

BP Chemicals vient d'installer, à Genève, un nouveau service pour les oxydes d'alcoylènes. Il comprendra quatre équipes, chargées chacune d'un secteur et responsables du marché européen et de l'exportation.

Dans les Sociétés

• Lors de la réunion du Conseil de surveillance de CdF Chimie, son Président, Paul Gardent, a annoncé que M. Jacques Petit-mengin, qui doit être appelé à d'autres

fonctions au sein du Groupe Charbonnages de France, lui avait remis sa démission de Président et de Membre du Directoire de CdF Chimie à compter du 1^{er} mai 1980.

Sur proposition de M. Paul Gardent, le Conseil de surveillance a désigné M. Michel Therme, Membre du Directoire de CdF Chimie et Directeur général, comme Président du Directoire.

• M. Alan D. Kornfeld a été nommé Vice-Président gestionnaire d'Oxirane Europe Incorporated.

Nouvelles des Communauté européennes

« Super Sara » pour la sécurité nucléaire

Le Centre commun de recherche (CCR) de la Communauté européenne continue, dans le cadre d'un nouveau programme de près de 3 milliards de FF d'accorder la priorité à la question de la sécurité de l'énergie nucléaire.

Rappelons que le Centre commun de recherche se compose de quatre laboratoires, situés à Ispra (Italie), Karlsruhe (Allemagne), Geel (Belgique) et Petten (Pays-Bas).

L'élément essentiel du projet « sécurité nucléaire » est constitué par une série d'expériences qui visent à simuler le comportement du combustible d'un réacteur à eau légère en cas de perte de liquide de refroidissement, comme cela se produisit à Harrisburg (en mars 1979).

Ces expériences, dont l'ensemble a été baptiser « Super Sara », sont exécutées grâce au réacteur Essor, à Ispra.

Super Sara a une sœur qui porte le nom plus modeste de Lobi et qui concerne l'hypothèse d'une perte de liquide de refroidissement. Dans le cadre du nouveau programme, Super Sara a été dotée de près de 300 millions de FF. Le programme se compose de deux tranches, en sorte que les Neuf auront la possibilité de décider, en 1981, si les résultats de la première tranche justifient la seconde.

Le reste du programme commun de sécurité nucléaire a trait à des travaux actuellement en cours dans les laboratoires nationaux des Neuf. Le CCR, pour sa part, poursuivra ses recherches sur la sécurité du cycle du plutonium et sur le stockage à long terme des déchets radioactifs.

Autre priorité du nouveau programme : le développement des énergies de rechange, en particulier l'énergie solaire. Les crédits affectés à ce secteur seront presque doublés. Il s'agit d'étudier des procédés qui permettraient l'utilisation de l'énergie solaire en toutes saisons, ainsi que des systèmes utilisant de hautes températures qui pourraient trouver des applications dans l'industrie et en agriculture. Egalement prévues : des recherches fondamentales sur la conversion et le stockage de l'énergie solaire. Dans ces recherches, il sera tenu compte des possibilités offertes par cette dernière dans les pays en voie de développement.

Bien entendu, le CCR est étroitement associé au programme communautaire de fusion nucléaire. Déjà, il s'intéresse aux problèmes

technologiques liés au projet NET (Next European Torus) qui succédera, comme son nom l'indique, au projet JET (Joint European Torus) actuellement en cours.

Une part importante du nouveau programme sera consacrée à la protection de l'environnement. Parmi les projets envisagés, signalons ceux qui ont trait aux effets sur le milieu des centrales électriques utilisant le charbon (en particulier la pollution atmosphérique) et cinq projets techniques concernant les émissions de substances chimiques toxiques.

La protection des mers figure également au programme du CCR. Le concours de satellites est prévu en ce qui concerne plus particulièrement l'aspect « environnement » de ce chapitre. La rentabilité de la télédétection par satellite dans le secteur agricole sera aussi mise à l'étude.

Octroi de prêts pour promouvoir les programmes nucléaires

Selon le rapport 1979 de la Commission européenne concernant les opérations d'emprunts et de prêts de la Communauté européenne de l'énergie atomique, cette institution, mieux connue sous le nom d'Euratom, a accordé un montant de 1,9 milliard de FF sous forme de prêts, pour promouvoir en France, en Italie, en Allemagne et en Belgique la production d'électricité à partir de l'énergie nucléaire.

Ces prêts, qui représentent pour chaque projet 20 % maximum du coût global d'investissement, ont été assortis dans tous les cas d'aides accordées par la Banque européenne d'investissement (BEI).

Euratom a réuni les fonds en contractant en 1979 des emprunts pour une valeur globale de 1,9 milliard de FF. C'est en 1977 que le Conseil des Neuf a donné son accord à de telles opérations. Ces ressources, prêtées aux entreprises d'électricité des États membres, doivent être investies, soit dans la production industrielle d'électricité à partir de

l'énergie nucléaire, soit dans les installations du cycle du combustible.

Le Conseil des ministres européens avait tout d'abord fixé un plafond d'emprunt de 3 milliards de FF ; mais constatant les succès qui ont suivi, il a porté ce montant à 5,8 milliards de FF.

Une autre augmentation sera peut-être nécessaire cette année encore, pour poursuivre ces investissements et éventuellement pour développer l'action dans d'autres secteurs, comme ceux de l'exploitation de l'uranium ou du transport des produits fissiles. Pour pouvoir répondre à la demande croissante en prêts Euratom, il faudrait que le Conseil des ministres accepte de débloquer des sommes encore plus importantes.

La renaissance de la houille

La Communauté européenne va dépenser près de 100 millions de FF pour stimuler la recherche de nouvelles techniques dans l'industrie du charbon. Plus de la moitié de ces fonds serviront à améliorer les méthodes d'exploitation minière.

Le progrès passe par l'industrie chimique

C'est sur ce thème que L'Union des Industries Chimiques lance une grande campagne nationale destinée à mieux faire accepter, dans l'opinion « grand public », le rôle et l'image de l'industrie chimique.

En effet, différentes études de marché concernant cette industrie, ont fait apparaître qu'elle était mal perçue dans l'opinion publique qui la considère comme sale, polluante, dangereuse et mystérieuse.

Cette campagne débutera par des spots publicitaires à la télévision, au nombre de 3 et par une série de 6 annonces destinées à la presse des leaders d'opinion, le thème retenu étant les petites molécules. Campagne complétée, par ailleurs, par des actions de

type relation publique, au niveau de l'édition d'une brochure d'informations, de bulletins d'informations (tirage 20 000 exemplaires) et d'un dépliant concernant les statistiques de cette industrie. Étalaé sur trois années, l'ensemble du budget alloué à cette action de défense de la chimie sera de 9 millions de francs, par tranche annuelle de 3 millions.

M. Achille, Président de L'Union des Industries Chimiques a fait, en outre, remarquer que cette initiative s'adressant exclusivement au public français, confirme celles déjà entreprises aux États-Unis et en Allemagne, avec des moyens nettement supérieurs à ceux mis en œuvre en France. Les responsables de ces différentes actions, au sein de l'Union des Industries Chimiques, sont M. Viollet, Président de la Commission Relations publiques, Mlle Stagnaro, chargée des problèmes d'informations et M. Vampouille, Conseiller.

Prix PHIRAMA 1980

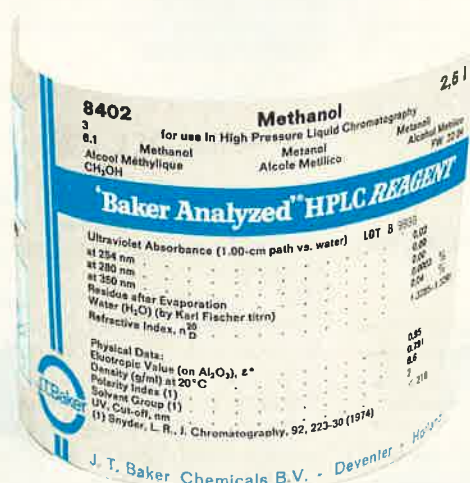
Cette exposition biennale de l'instrumentation scientifique, de la mesure et du contrôle industriel s'est tenue, du 6 au 9 mai 1980, à Marseille.

Dans le cadre de cette manifestation, différents prix « Phirama » ont récompensé les travaux de chercheurs en chimie, science de la nature et science de la santé. Le prix de chimie a été décerné à Mme C. Stragier-Lapeyre et M. G. Christiani pour leur travaux « *Devenir des hydrocarbures dans l'environnement marin* ».

Cette année, un nouveau prix « Phirama » a été décerné au titre du « Jeune chercheur ». Ce prix a récompensé, l'Association « Nouveau regard » représentée par M. Gilles Duport, pour un montage de diapositives sur la nature, avec pour optique de proposer par l'intermédiaire des Écoles et des Maisons des Jeunes et de la Culture, un éveil à l'environnement naturel.

Solvants HPLC

la preuve de la qualité sur l'étiquette



Faible absorption UV contrôlée . . . garantissant l'aptitude et la reproductibilité pour utilisation avec détecteurs UV.

Le résidu après évaporation inférieur à 0,0005% permet d'obtenir la séparation des composants d'échantillon, plus purs, préserve la courte durée de vie, qui est coûteuse, de la colonne et prévient les problèmes mécaniques dans le système d'alimentation du solvant.

Teneur en eau, contrôlée, très faible . . . étant un solvant très polaire, de l'eau en petite quantité aura une influence importante sur la polarité du solvant du support. La teneur en eau en conséquence faible, maintient la polarité du système de solvant et les caractéristiques de séparation à un niveau très proche de l'idéal . . . et réduit les réglages de polarité prenant du temps.

Indice de réfraction contrôlé . . . assurant la reproductibilité des performances dans les unités avec les détecteurs IR.

Catégorie No.	Produit	Min. GC essai	Résidu max.	H ₂ O max.	Fractionnement UV max.	Absorption UV max.*	Fluorescence**
8142	Acétone	99.7%	0.0003%	0.02%	330 nm	0.01/350, 0.01/400	Vol
8143	Acétonitrile	99.8%	0.0003%	0.01%	190 nm	Vol/200, 0.01/220, 0.01/254, 0.01/280	Vol
6152	Acide Acétique	—	0.0005%	0.1%	255 nm	0.05/280, 0.01/350	—
8445	Alcool iso-Butylique	99.5%	0.0005%	0.05%	220 nm	0.05/254, 0.02/280, 0.01/350	Vol
8175	Alcool iso-Propylique	99.7%	0.0003%	0.03%	210 nm	0.05/254, 0.02/280, 0.01/350	Vol
8151	Benzène	99.7%	0.0005%	0.05%	280 nm	0.02/330, 0.01/380	—
7106	Carbone Tétrachlorure	99.7%	0.0003%	0.01%	265 nm	0.06/280, 0.01/330	Vol
9175	Chloroforme (1)	99.3%	0.0003%	0.01%	245 nm	0.15/254, 0.01/280, 0.01/350	Vol
9233	o-Dichlorobenzène	99.0%	0.0008%	0.02%	295 nm	0.30/300, 0.10/305, 0.05/335, 0.01/375	—
9315	Dichlorométhane	99.8%	0.0003%	0.02%	233 nm	0.04/254, 0.02/280, 0.01/350	Vol
4218	Eau	—	0.0002%	—	—	Vol/220, 0.001/254***	Vol
9237	Ether Ethylique Anhydre (2)	99.0%	0.0005%	0.01%	220 nm	0.07/254, 0.02/280, 0.01/350	Vol
9282	Ethyle Acétate	99.6%	0.0003%	0.05%	255 nm	0.05/265, 0.02/280, 0.01/350	Vol
9177	n-Heptane	99.5%	0.0003%	0.01%	197 nm	0.02/254, 0.01/280, 0.01/350	Vol
9304	n-Hexane (3)	97.0%	0.0003%	0.01%	192 nm	0.01/254, 0.01/280, 0.01/350	Vol
9303	Hexanes	85.0%	0.0003%	0.03%	200 nm	0.05/254, 0.02/280, 0.01/350	Vol
8402	Méthanol	99.8%	0.0003%	0.02%	206 nm	0.01/254, 0.01/280, 0.01/350	—
9214	Méthyléthylcétone	99.7%	0.0003%	0.03%	330 nm	0.07/340, 0.01/350, 0.01/362	Vol
9480	iso-Octane	99.8%	0.0003%	0.01%	205 nm	0.015/254, 0.01/380, 0.01/350	Vol
9331	Pentane	99.0%	0.0003%	0.01%	200 nm	0.20/210, 0.10/220, 0.01/254, 0.01/280	Vol
9441	Tétrahydrofurane (4)	99.8%	0.0003%	0.02%	212 nm	0.15/254, 0.025/280, 0.010/362	—
9351	Toluène	99.7%	0.0003%	0.03%	285 nm	0.40/288, 0.10/300, 0.01/350	—

(1) Stabilisé avec de l'éthanol (C₂H₅OH) 0.75%. (2) Ether stabilisé avec la l'éthanol (C₂H₅OH) 2.0%. (3) L'hexane est 97 + % pur n-hexane. (4) Le THF ne contient aucun additif de stabilisation, conditionné sous azote. * Les courbes sont régulières pour toute la zone citée, aucun pic d'impureté présent. ** Vol fluorescence = valeur sur l'étiquette (base quinine) ppb: Mesure à 450 nm, Emission Maximum pour les impuretés du Solvant. *** Déterminé par gradient d'élution avec l'acétonitrile. Le chromatogramme réel du lot à 254 nm est donné sur l'étiquette.



SOCHIBO

3, rue Carnot, 92100 BOULOGNE (France) - Tél. 604.44.38 - Télex 270146 F

A.T.P. « Énergie et matières premières 1980 » *

Cette A.T.P. est considérée comme particulièrement importante au regard des problèmes qui se posent au plan mondial et plus dramatiquement au plan national au sujet de l'énergie et des matières premières. Le volume des importations, que notre pays est contraint d'assurer, se situe actuellement au niveau des 200 milliards de francs par an, tant pour les produits énergétiques que pour les matières premières.

L'épuisement des matières premières classiques et la fragilité de leur approvisionnement rendent indispensable la valorisation des ressources nationales moins classiques.

Pour ces raisons, et bien que l'A.T.P. ait été mise en place depuis 1975, le C.N.R.S. a l'intention de la poursuivre pendant plusieurs années encore.

Un effort particulier sera consacré aux équipes qui, n'étant pas encore engagées dans cette direction de recherche, pourraient envisager une orientation nouvelle, et de préférence en collaboration avec d'autres équipes qui travaillent déjà sur ces thèmes.

L'objectif énergie et matières premières, dont le but 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. Il est divisé en quatre A.T.P. dont les axes sont complémentaires :

- connaissance et valorisation des produits lourds organiques fossiles,
- opérations chimiques industrielles,
- économie de matières premières minérales,
- application de l'électricité à la chimie.

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.

* Le texte complet de cet appel d'offre paraîtra dans la « Lettre d'information » du C.N.R.S. (numéro de mai).

A.T.P. « Connaissance et valorisation des produits lourds organiques »

Les ressources mondiales de « pétrole » sont pour moitié composées de « nouveaux pétroles » (bruts lourds, sables asphaltiques, schistes bitumineux) dont l'extraction et le raffinage nécessitent des procédés nouveaux à grande échelle. En outre, la conversion des fractions lourdes des pétroles « légers » ne cessera de croître en raison de l'augmentation de la part de l'énergie nucléaire et de l'orientation des débouchés du pétrole vers les produits légers.

Cet axe se coordonne notamment avec celui affiché par la DGRST dans l'action concertée « Récupération assistée du pétrole ».

Les traitements auxquels sont soumis ces composés sont générateurs de coke et les processus impliqués sont encore mal connus. Certains de leurs constituants, semblent jouer un rôle important dans la détermination de leur comportement physique et

chimique et leur étude mérite d'être développée.

Dans le cadre plus général des recherches concernant les matières organiques fossiles dont la dégradation a conduit en particulier à la formation du pétrole, la structure des kérogènes, constituants organiques majeurs des roches sédimentaires et des schistes bitumineux, et la cinétique de leur dégradation posent également d'importants problèmes.

Les thèmes généraux de cette A.T.P. sont les suivants :

- contribution à la connaissance des structures des produits lourds (structure des asphaltènes, des kérogènes, étude des méso-phases hydrocarbonées, etc.),
- contribution à la valorisation des coupes lourdes (hydroconversions et autres réactions conduisant à des produits légers, désazotation, démétallation).

A.T.P. « Opérations chimiques industrielles »

Motivation

Réaliser des gains d'énergie et de matière première soit en améliorant les procédés de l'industrie chimique, métallurgique, parachimique..., soit en élaborant de nouveaux procédés plus économiques. Cet objectif nécessite le développement de la recherche

fondamentale en génie chimique, aussi bien dans le domaine des procédés de gros tonnage que dans celui des produits à haute valeur ajoutée. Cette recherche s'étend également aux procédés de production de l'énergie.

Thèmes :

- Modélisation, acquisition de données,
- Méthodes de séparation,
- Réacteurs, milieux polyphasiques,
- Automatisation.

Des recherches sont sollicitées dans le domaine des transformations chimiques, biochimiques, biologiques, photochimiques et électrochimiques.

A.T.P. « Économie des matières premières minérales »

Motivation

Réaliser des économies de matières premières en permettant l'exploitation de ressources naturelles peu ou pas exploitées, les minerais dilués en particulier, ainsi que des déchets industriels.

Les recherches viseront la *compréhension* des phénomènes physico-chimiques accompagnant les traitements de minerais et de résidus, de façon à pouvoir améliorer la *sélectivité* de ces traitements.

A.T.P. « Application de l'électricité à la chimie »

Motivation

Rechercher des conditions expérimentales et des règles théoriques permettant d'accroître la sélectivité des processus électrochimiques et des processus d'action des microondes sur les macromolécules. Cet objectif peut concerner soit une recherche de caractère général, soit l'étude d'un processus ou d'un système particuliers.

• Préparations minérales par voie électrochimique (préparation de divers métaux, traitement permettant la récupération des métaux en solution diluée...).

• Électrochimie organique (recherches sur les règles de sélectivité, aspects catalytiques, électrochimie stéréosélective...).

• Micro-ondes et macromolécules.

Thèmes

- Générateurs électrochimiques.

Date limite de dépôt des dossiers (en 40 exemplaires) : 9 juillet 1980.

Calendrier des opérations électorales du Comité national

Après le dépôt des listes de candidatures A, B et C et l'examen de ces candidatures par la commission électorale (qui s'est tenue le 28 avril dernier), la clôture du scrutin et le dépouillement du collège A se feront le 28 mai.

Les 29 et 30 mai seront dépouillés les résultats des collèges B et C et seront annoncés les résultats du premier tour.

Après cette date, les élections se dérouleront

comme suit :

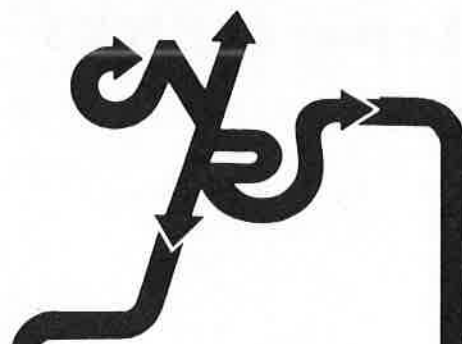
2-6 juin : organisation du deuxième tour (envoi des résultats aux candidats);

9 juin : date limite du dépôt des candidatures A, B et C;

12-20 juin : envoi du matériel électoral du deuxième tour;

1^{er} juillet : date limite de réception des votes. Dépouillement du collège A;

2-3 juillet : dépouillement des collèges B et C.



KARNAK D'ÉGYPTE DOMAINE DU DIVIN

Dix ans de recherches archéologiques et de travaux de maintenance en coopération avec l'Égypte par J. Lauffray, préface de Ch. Desroches-Noblecourt

• évocation du domaine du divin ou domaine d'Amon, cet ouvrage sur le monde gigantesque de Karnak, aux transformations multiples, permet de pénétrer la pensée religieuse de l'ancienne Égypte • histoire de la demeure terrestre d'Amon, sa fonction, son architecture, les rites • reconstitution d'un mur du temple du Disque solaire • très belle iconographie en couleur.

24 x 30; 240 p.; broché
41 fig.; 106 phot. noir; 40 phot. coul. + 1 dépl. (8 p.)
ISBN : 2-222-02373-4

Colloques internationaux du C.N.R.S. L'ANTHROPOLOGIE EN FRANCE.

SITUATION ACTUELLE ET AVENIR

Organisateurs : G. Condominas, S. Dreyfus-Gamelon, Paris, 18-22 avril 1977

• science en plein développement nécessitant de nouveaux moyens
• confrontation avec d'autres disciplines scientifiques • l'anthropologie face aux changements des formes sociales traditionnelles, rapports entre observateurs et observés • à la recherche de débouchés, création d'une association des anthropologues français.

21 x 27; 570 p.; broché
ISBN : 2-222-02371-8

Documentation gratuite sur demande

Editions du CNRS
15 quai Anatole France 75700 Paris

Fédération Française de Chimie

G.A.M.S.

2^e Congrès de chimie analytique. Paris, 8-12 décembre 1980

Ce Congrès aura lieu, du 8 au 12 décembre 1980, au SOFITEL (Porte de Sèvres) avec la collaboration active de la Fédération Française de Chimie, de la Division Chimie analytique de la Société Chimique de France, du Groupe de chimie analytique de la Société de Chimie Industrielle, de la Société de Chimie Biologique, de la Société de Chimie Thérapeutique, de la Société de Chimie Physique, et du Comité Interprofessionnel des Fournisseurs du Laboratoire.

Le Congrès comprendra une quinzaine de conférences de mise au point et environ 150 communications orales ou affichées, qui traiteront des principaux problèmes qu'affrontent aujourd'hui l'analyse chimique et les analystes.

Conférences

Les conférences suivantes sont actuellement programmées :

• Prof. Basselier (Université Paris VI) : *Quelques applications de la RMN par impulsions et Transformée de Fourier du carbone 13.*

• M. G. Bouvy (Ingénieur, C.N.E.T., Lannion) : *L'analyse, une discipline scientifique au service des sciences et des industries.*

• Prof. R. Castaing (Lab. physique des solides, Université Paris-Sud, Orsay) : *Analyse quantitative des couches superficielles d'un solide.*

• M. D. Coutagne (Laboratoire central de recherche, Rhône-Poulenc Industries, Décines) :

Les contraintes rencontrées dans la réalisation, l'installation et l'exploitation des analyseurs industriels en ligne.

• Prof. P. J. Cozzone (Lab. biologie physico-chimique, Université de Provence, Marseille) :

Récentes applications aux systèmes biologiques de la RMN à haute résolution.

• Dr. M.J.E. Golay : *Transformations hexagonales et la reconnaissance des formes.*

M. K. Govindaraju (Centre de recherches pétrographiques et géochimiques, C.N.R.S., Vandœuvre-lès-Nancy) :

Innovation dans l'analyse des roches : vers un

schéma de dosage de 60 éléments majeurs, mineurs, traces, infra-traces, par spectrométrie d'émission-plasma.

Prof. Dr. J. F. K. Huber (Institut für Analytische Chemie der Universität, Wien) : *Doping analysis in man and animal. Methods and consequences.*

M. P. J. Laude (Directeur des recherches, Instruments S.A., Division Jobin-Yvon, Longjumeau) :

Progrès dans l'instrumentation en spectrométrie atomique.

M. M. Legrand (Chef du Département physique-recherche, Roussel-Uclaf, Romainville) :

Analyse spectrographique et détermination des structures chimiques dans l'industrie pharmaceutique.

M. Pham V. Huong (Lab. de spectroscopie IR et Raman, Université de Bordeaux) :

Les possibilités analytiques de la spectroscopie Raman de résonance.

Prof. Dr. W. Simon (Lab. für Organische Chemie, E.T.H., Zürich) :

Recent developments in the field of ion-selective electrodes.

• Prof. H. Viellard (Directeur du Lab. central de la Préfecture de Police, Paris) :

Apport des méthodes d'analyse à la détermination des causes d'incendies et d'explosions.

Les communications auront trait, à la fois, aux grands problèmes analytiques actuels (biochimie, analyses cliniques et biomédicales, métabolites des médicaments, pollution de l'air, de l'eau et des éléments...), aux principales méthodes de la chimie analytique (spectrométries IR, visible, UV, Raman, spectrométrie de masse, résonance magnétique nucléaire, absorption atomique, spectrométrie de fluorescences X, chromatographies, méthodes d'analyse des surfaces par ESCA, effet Auger..., méthodes thermiques d'analyse, électrochimie...) et à l'instrumentation utilisée pour les mettre en œuvre.

Renseignements : Groupement pour l'Avancement des Méthodes Spectroscopiques et physico-chimiques d'analyse (G.A.M.S.), 88, boulevard Maiesherbes, 75008 Paris. Tél. : 563.93.04 +

Société de Chimie Physique

Conférence européenne

Cycle et mécanismes chimiques dans l'environnement

Cette Conférence, organisée sous le patronage du Ministre de l'environnement et du cadre de vie, de la Fédération des Sociétés Chimiques Européennes, de la Fédération Française de Chimie et de la Commission des Communautés Européennes, aura lieu, du 22 au 26 septembre 1980, à l'École Polytechnique, à Palaiseau.

Les domaines et thèmes retenus sont les suivants :

- Aspects fondamentaux des réactions qui jouent un rôle polluant ou épurant.
 - Applications de ces réactions à des méthodes de production nouvelles ou améliorées : élimination, recyclage, etc.
- L'accent sera mis sur la connaissance des mécanismes en jeu, et non sur les aspects purement analytiques des études.

Les conférences suivantes seront présentées :

- E. Fournier (Univ. Paris VII) : *Toxicologie et environnement.*
- P. F. Chester (Central Electricity Research Labs., Leatherhead, GB) : *Gaseous and particulate emissions from conventional power plants : potential hazards.*
- D. Ehhalt (Kernforschungsanlage Jülich, RFA) : *Reaction mechanisms between ozone and halohydrocarbons.*
- L. Pawlowski (Univ. Marie Curie-Sklodowska, Lublin, Pologne) : *Chemical processes of reclaiming water and chemicals from waste waters.*

- J. Kepinski (Technical Univ. Szczecin, Pologne) :

Desalination of saline waters.

- A. A. B. Swan (I.C.I. Central Toxicology Laboratory, Alderley Park, GB) :

Chemical carcinogens.

- E. Weise (Bayer Research Laboratories, Leverkusen, RFA) :

Emission problems in the chemical industry.

- F. Korte (Inst. für Oekologische Chemie, Neuherberg/Munich, RFA) :

Environmental dynamics.

- G. Lambert (CNRS/CEA, Centre des faibles radioactivités, Gif-sur-Yvette) :

Notion et exemples de cycles géochimiques atmosphériques.

- C. M. Stevens (Argonne Nat. Laboratory, Ill., USA) :

The isotopic composition of atmospheric CO between 1971 and 1979 : its significance for changes in the tropospheric OH cycle.

- J. Joussot-Dubien (Univ. Bordeaux I, Chimie physique) :

Matrix isolation spectroscopy in alkane crystals.

La conférence se terminera par une Table ronde sur : *La chimie et l'industrie chimiques dans l'environnement.*

Des exposés généraux seront présentés par : MM. J. Jaz (Division des sciences, UNESCO),

J. Smeets (Commission des communautés européennes, Bruxelles),

J. C. Oppeneau (Ministère de l'Environnement).

La discussion sera animée par M. Gérard Mavel (Directeur général de l'IRCHA), avec la participation des conférenciers, ainsi que de représentants d'organismes internationaux, de Sociétés chimiques d'Europe occidentale et orientale, et d'industriels.

Inscriptions avant le 10 juillet 1980

Membres de sociétés appartenant à la F.E.C.S. :

Étudiants (pas au-delà du 3^e cycle) : 150 F

Autres participants : 450 F

Après le 10 juillet 1980 : tarifs augmentés de 150 F.

Renseignements ; programme

Société de Chimie physique, Conférence Environnement, 10, rue Vauquelin, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 707.54.48.

Logement

Possibilité de logement à la Cité universitaire de Paris. Les demandes devront parvenir avant le 10 juillet, date limite de l'option consentie à la Société de Chimie Physique sur ces chambres.

Réunion conjointe de la SCP et du club E.D.F.

Judi 6 et vendredi 7 novembre 1980

Organisée sous l'intitulé « *Photochimie en milieux organisés (monocouches, micelles, vésicules, microémulsions)* », cette réunion a pour but de rassembler les chercheurs directement engagés dans ce type de recherches mais également ceux qui travaillent dans des domaines voisins. Elle a aussi pour but de faire rencontrer les spécialistes de la photochimie et ceux des milieux organisés et de conduire à l'utilisation d'un langage commun par un approfondissement mutuel des connaissances.

Les thèmes suivants ont été retenus :

I. Structure et propriétés des différents systèmes organisés ;

II. Photochimie dans ces systèmes ;

III. Photoélectrochimie, transfert d'électrons aux interfaces ;

IV. La photosynthèse : un modèle de photochimie en milieu organisé.

Les thèmes I et II, qui devraient être au coeur des discussions, seront introduits par des exposés généraux de conférenciers invités et complétés par des présentations courtes de résultats récents.

Les thèmes III et IV ne feront l'objet que de conférences d'intérêt général.

Le lieu de la réunion (Paris ou Orsay) et les

noms des conférenciers invités seront annoncés ultérieurement.

Les personnes intéressées par cette réunion et qui désireraient présenter une communication (environ 15 minutes) sont priées de le signaler (avec titre et résumé) avant le 15 septembre 1980, à Jean Bourdon, Centre de recherches Kodak-Pathé, 30, rue des Vignerons, 94300 Vincennes ou à Annette Bernas, Laboratoire de chimie physique, Bâtiment 350, 91405 Orsay.

91 Assemblée générale extraordinaire du 29 avril 1980

92 Assemblée générale annuelle

Programme général.

Programme scientifique.

98 Communiqués

Division Chimie analytique :

Journées d'étude sur la déconvolution des signaux en spectroscopie et calorimétrie.

98 Sections régionales

99 Nouveaux Membres

Assemblée générale extraordinaire du 29 avril 1980

L'Assemblée générale extraordinaire, convoquée le 29 avril dernier, devait se prononcer sur une éventuelle modification des statuts de notre Société. Elle a approuvé, à une très large majorité, le projet présenté par le Conseil d'administration puisque 1 102 votes favorables ont été dénombrés sur un total de 1 144 votes exprimés. On trouvera, ci-dessous, les résultats détaillés du scrutin :

Total des votes exprimés :	1 144
Pouvoirs et mandats nuls	42
Votes « contre »	0
Votes exprimés en séances plus mandats portés ...	40
Mandats donnés aux Membres du Bureau	81
Pouvoirs en blanc donnés au Conseil	981

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. 100 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

Assemblée générale 1980 de la SCF

Journées de chimie organique

Journées de chimie du solide

Bordeaux, les 10, 11 et 12 septembre 1980

Programme général. Horaires

L'Assemblée générale 1980 se déroulera dans les locaux de la **Faculté de Droit** (Amphithéâtres Duguit et Vizioy) de l'Université de Bordeaux I, avenue Léon-Duguit, Domaine universitaire de Talence-Pessac.

Le secrétariat de l'Assemblée fonctionnera, dès le mardi 9 septembre à 15 heures, et à partir de 8 heures le mercredi 10, sur le lieu de l'Assemblée. Un fascicule renfermant les résumés des communications sera remis aux participants.

Des cars assureront le transport des participants, des résidences universitaires et du centre de la ville de Bordeaux à la Faculté de Droit, le retour, ainsi que l'acheminement aux diverses manifestations.

Mercredi 10 septembre 1980

9 h 30, **Ouverture de l'Assemblée générale :**

Allocutions des personnalités; Rapport moral du Président F. Gallais; Rapports des Présidents de Divisions; Approbation des comptes de 1979; Remise des prix aux lauréats de la S.C.F.

Journées de chimie organique

Utilisation des organométalliques en synthèse organique

14 h 15, Conférence, par M. Ian Fleming (University Chemical Laboratory, Cambridge) : *Some uses of silicon compounds in organic synthesis.*

15 h 30, Communications orales 1 et 2.

17 heures, Pause.

17 h 15, Conférence, par M. Alain Krief (Université de Namur, Belgique) : *Nouvelles méthodes de synthèse utilisant une entité séléniée comme précurseur de fonction.*

11 h 30, **Conférence plénière :**

Biologie et génie génétique, par M. François Gros (Membre de l'Institut, Directeur général de l'Institut Pasteur de Paris, Professeur au Collège de France).

Journées de chimie du solide

Matériaux composites

14 h 15, Conférence, par M. E. Fitzer (Université de Karlsruhe) :

Des polymères au carbone polymérique : une voie de synthèse d'une grande variété de matériaux nouveaux.

15 h 30, Communications orales.

17 heures, Pause.

17 h 15, Communications orales.

19 heures, Réception par la Mairie de Talence

Jeudi 11 septembre 1980

Journées de chimie organique

Utilisation des organométalliques en synthèse organique

9 heures, Conférence, par M. H. Lehmkuhl (Max Plank Institut für Kohlenforschung, Mülheim, R.F.A.) : *The insertion of olefins into metal-carbon bonds.*

10 h 20, Communications par affiches.

Chimie organique et ressources renouvelables

14 h 15, Conférence, par M. B. O. Fraser-Reid (Faculty of science-Waterloo, Ontario, Canada) : *Carbohydrate derivatives in the asymmetric synthesis of natural products.*

15 h 30, Communications orales 3 et 4.

17 heures, Pause.

17 h 15, **Conférence plénière**, par Sir Nevill Mott (Prix Nobel, Université de Cambridge) : *Physique et chimie : deux sciences différentes mais complémentaires.*

19 heures, Réception par la Mairie de Bordeaux.

20 h 30, Banquet : Entrepôt Lainé, rue Ferrère, à Bordeaux (Remise du prix Raymond Berr à M. B. Trémillon).

Journées de chimie du solide

Applications des méthodes spectroscopiques à la caractérisation de la liaison chimique dans les solides

9 heures, Conférence, par M. G. Villeneuve (Université de Bordeaux I) : *La R.M.N. méthode d'approche des structures et des liaisons dans les solides.*

10 h 20, Communications orales S₁ à S₆.

14 h 15, Conférence, par M. D. Gregory (U.S.A.) : *Hydrogen economy prospects.*

15 h 30, Communications par affiches.

17 heures, Pause.

Vendredi 12 septembre 1980

Journées de chimie organique

9 heures, Conférence, par M. J. J. Turner (Université de Nottingham) : *Photochimie induite par lasers.*

Chimie organique et ressources renouvelables

10 h 20, Communications orales 5 et 6.

Journées de chimie du solide

Applications des méthodes spectroscopiques à la caractérisation de la liaison chimique dans les solides

10 h 20, Communications orales S₇ à S₁₀.

11 h 40, Réception par l'Université de Bordeaux.

14 h 30, Conférence, par M. Guy Ourisson (Université Louis Pasteur, Institut de chimie, Strasbourg) : *Réfutation d'une thèse de Calvin (A propos des arbres à pétrole).*

14 h 30, Conférence, par M. Jacques Livage (Université de Paris VI) : *Caractérisation de la liaison chimique dans les solides.*

Assemblée générale annuelle Bordeaux, 10-12 septembre 1980

Le programme général de l'Assemblée annuelle 1980 est publié ci-contre. On trouvera, ci-dessous, le programme des Membres associés, le Comité d'organisation et les titres des communications, orales et par affiches, qui seront présentées aux Journées de chimie organique et aux Journées de chimie du solide.

Les participants voudront bien noter :

- que l'Assemblée se tiendra dans les locaux de la Faculté de Droit de l'Université de Bordeaux I, avenue Léon Duguit, à Talence-Pessac,
- que deux conférences plénières seront présentées : l'une par

M. François Gros (Membre de l'Institut, Paris) le mercredi 10 septembre, à 11 h 30, l'autre par Sir Nevill Mott (Prix Nobel, Université de Cambridge) le jeudi 11 septembre, à 17 h 15 (Consulter le programme général),

- qu'une conférence, commune aux Journées de chimie organique et aux Journées de chimie du solide, sera faite par M. J. J. Turner (Université de Nottingham) le vendredi 12 septembre, à 9 heures (Consulter le programme général).

Programme des Membres associés

Les excursions suivantes d'une demi-journée sont prévues :

- Visite de Saint-Émilion (cité et château); prix 60 F.
- Les châteaux du Médoc; prix 60 F.

- Rappelons qu'une visite du vignoble bordelais est possible, si le nombre des participants est suffisant, le samedi 13 septembre de 9 h à 17 heures (Prix approximatif, 200 F, repas compris).

Comité d'organisation

A. Bertrand, M. Cherest, C. Clément, G. Deleris, A. Deschanvres, J. Dunogués, J. Etourneau, Y. Haget, P. V. Huong (Président),

J. Jousot-Dubien, R. Lalande, M. Pereyre, J. P. Pillot (Secrétaire), P. Potier, B. Raveau, J. M. Reau, A. Tressaud et Y. Vo Quang.

Journées de chimie organique

Conférences (rappel)

- M. Ian Fleming (Cambridge) le mercredi 10, à 14 h 15 :
Some uses of silicon compounds in organic synthesis.
- M. Alain Krief (Namur) le mercredi 10, à 17 h 15 :
Nouvelles méthodes de synthèse utilisant une entité séléniée comme précurseur de fonction.
- M. H. Lehmkuhl (Mülheim), le jeudi 11, à 9 h :
The insertion of olefins into metal-carbon bonds.

- M. B. O. Fraser-Reid (Canada), le jeudi 11, à 14 h 15 :
Carbohydrate derivatives in the asymmetric synthesis of natural products.
- M. Guy Ourisson (Strasbourg), le vendredi 12, à 14 h 30 :
Réputation d'une thèse de Calvin (A propos des arbres à pétrole).

Communications orales

- Le mercredi 10, à 15 h 30 :
 1. *Synthèses asymétriques à l'aide de dipolarophiles à fonction aldéhyde masquée et chirale*, par H. Abdallah, A. Montpert, J. Martelli et R. Grée (G.R.P.S., ERA au CNRS 389, laboratoire n° 3, Université de Rennes, 35042 Rennes Cedex).
 2. *Synthèse en thermolyse éclair de composés polyinsaturés réactifs par double réaction de rétro-Diels-Alder*, par M. C. Lasne et J. L. Ripoll (ISMRA, ERA au CNRS 391, Université de Caen, 14032 Caen).
- Le jeudi 11, à 15 h 30 :
 3. *Réactions CO₂-H₂*, par E. Ramarosan*, R. Kieffer*, Y. Trambouze**, A. Deluzarche* (* Laboratoire de chimie organique appliquée, ERA au CNRS 826, Institut de Chimie, 1 rue Blaise Pascal, 67008 Strasbourg et ** Institut de Recherches sur la Catalyse, 2 avenue A. Einstein, 69626 Villeurbanne).

4. *Fonctionnalisation d'halogéno-2 pyridines : métallation directe de la fluoro-2 pyridine et synthèse originale de dérivés pyridiniques disubstitués en -2,3*, par F. Marsais, T. Gungör et G. Quéguiner (INSCIR, BP 8, 76130 Mont Saint Aignan).
- Le vendredi 12, à 10 h 20 :
 5. *Production renouvelable d'hydrocarbures par l'algue verte Botryococcus braunii*, par C. Largeau, E. Casadevall et J. Paylan (Laboratoire de chimie bioorganique, ERA au CNRS 685, ENSCP, 11, rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05).
 6. *Synthèse chimique de 1-thio-oligosaccharides comme analogues de substrats pour l'induction, la purification et l'étude du mécanisme d'action des polyosidases*, par M. Blanc-Muesser, J. Defaye, H. Driguez et E. Olheyer (Centre de Recherches sur les Macromolécules Végétales, CNRS, 53 X, 38041 Grenoble Cedex).

Communications par affiches

- Le jeudi 11, à 10 h 20 :
 - *Catalyse redox et « spin-trapping »* par G. Mousset et J. P. Tapy (Laboratoire d'électrochimie organique, ERA 548, Les Cézéaux, B.P. 45, 63170 Aubière).
 - *Synthèses microbiologiques de deutério-2 et deutério-3 cycloalcanones optiquement actives*, par G. Dauphin, J.-C. Gramain, A. Kergomard, M.-F. Renard, H. Veschambre (ERA 392, Université de Clermont II, B.P. 45, 63170 Aubière).

- *Cycloaddition intramoléculaire de phénylhydrazones aux oléfines*, par B. Fouchet, M. Joucla et J. Hamelin (Groupe de recherches de physicochimie structurale, Equipe de recherche associée au CNRS, Université de Rennes, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex).
- *Réactivité de quelques silanes α - et α,γ -insaturés vis-à-vis des réactifs électrophiles*, par J. Pornet et Mme L. Miginiac (Laboratoire de synthèse organique, Groupe de recherches de chimie organique, Université de Poitiers, 40, avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex).

- *Application de catalyseurs métal-carbone amorphe à l'hydrocondensation du monoxyde et du dioxyde de carbone*, par A. Kiennemann *, E. Chornet **, M. Y. Côté ** (* Laboratoire de chimie organique appliquée, Institut de Chimie, ERA au CNRS n° 826, 1, rue Blaise Pascal, 67008 Strasbourg. ** Département de génie chimique, Faculté des Sciences Appliquées, Université de Sherbrooke, Québec J1K 2R1, Canada).
- *Les dithioesters comme hétéro-diérophiles dans la réaction de Diels-Alder*, par P. Beslin et P. Metzner (Laboratoire de chimie des composés thioorganiques, ERA CNRS 391, Université de Caen, 14032 Caen Cedex).
- *Réactions des oléfines chlorées allyliques sur les composés à double liaison électrophile [(di) énophile]. I. Réaction de ène-synthèse*, par J. Weill, J. Garapon et B. Sillion (Institut Français du Pétrole, Direction de recherche, synthèse organique C.E.D.I., B.P. n° 3, 69390 Vernaison).
- *Réaction des oléfines chlorées allyliques sur les composés à double liaison électrophile [(di) énophile]. II. Compétition entre ène-synthèse et déshydrochloration*, par J. Weill, J. Garapon et B. Sillion (Institut Français du Pétrole, Direction de recherche synthèse organique C.E.D.I., B.P. n° 3, 69390 Vernaison).
- *Préparation de chlorhydrines-1,2 par réaction de la chloramine T en milieu acide aqueux*, par B. Damin, J. Garapon et B. Sillion (Institut Français du Pétrole, Direction de recherche synthèse organique C.E.D.I., B.P. n° 3, 69390 Vernaison).
- *Pouvoir complexant et structure cristalline des méthylphosphonate et hydroxyméthylphosphonate de cuivre II, hydratés*, par M. Wozniak *, C. Houttemane **, J. C. Boivin ** (* Laboratoire de physico-chimie, E.N.S.C.L., B.P. 40, 59650 Villeneuve d'Ascq; ** Laboratoire de cristallographie, E.N.S.C.L., B.P. 40, 59650 Villeneuve d'Ascq).
- *Diastéréosélectivité lors des réactions de cycloaddition*, par J. Vebrel * et R. Carrié ** (* Laboratoire de chimie appliquée, Faculté des Sciences et Techniques, Université de Franche-Comté, 25030 Besançon; ** Groupe de physicochimie structurale, E.R.A. C.N.R.S. n° 389, Laboratoire n° 3, Université de Rennes, 35042 Rennes Cedex).
- *Géométrie pyramidale du radical hydroxy-1 cyclohexyle: d'une hypothèse cinétique à sa confirmation physique*, par J. C. Micheau *, B. Despax *, Mme N. Paillous *, A. Lattes * et A. Castellano **, J.-P. Catteau **, A. Lablache-Combière ** (* Laboratoire des composés azotés polyfonctionnels, ERA au CNRS n° 264, Université Paul Sabatier, 118, route de Narbonne 31077 Toulouse Cedex; ** Laboratoire de chimie organique physique, Université des Sciences et Techniques de Lille, B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq).
- *Élimination sur support solide: l'azétine a été préparée par élimination de la N-chloroazétidine sur t.BuOK supporté sur silice. Quelques propriétés chimiques et ses données spectrales (IR, UV, RMN) sont présentées*, par J.-C. Guillemain et J.-M. Denis (Laboratoire de chimie organique physique, USTL, 59655 Villeneuve d'Ascq).
- *Étude de la photolyse et des photoproduits de la primaquine par spectrophotométrie UV et fluorimétrie*, par J. J. Aaron, Mlle J. Fidanza et S. Ndiaye (Laboratoire de chimie physique et d'analyse instrumentale, Département de chimie, Faculté des Sciences, Université de Dakar, Dakar-Farm, Sénégal).
- *Propriétés oxydantes et réductrices de quelques porphyrines et bis-porphyrines du manganèse*, par P. Krausz, P. Maillard, S. Gaspard et C. Giannotti (Institut de Chimie des Substances Naturelles, CNRS, 91190 Gif-sur-Yvette).
- *Réactions de transfert d'électrons photosensibilisées par des complexes de types porphyrines, bis-porphyrines phtalocyanines et pyridino-porphyrines*, par S. Gaspard, Ph. Maillard, P. Krausz et C. Giannotti (Institut de Chimie des Substances Naturelles, CNRS, 91190 Gif-sur-Yvette).
- *Inversion de polarité des cétones et aldéhydes α,β -éthyléniques par des groupements phosphorés*, par H. J. Cristau, Y. Beziat, J. P. Vors et H. Christol (Laboratoire de chimie organique ENSCM, ERA au CNRS n° 610, 8, rue de l'École Normale 34075 Montpellier Cedex).
- *Synthèse de l' α -L-fucose et de ses dérivés sélectivement substitués en C-3 par des isotopes de l'hydrogène partant du D-mannose*, par J. Defaye, A. Gabelle et C. C. Wong (Centre de Recherches sur les Macromolécules Végétales, CNRS, 53 X, 38041 Grenoble Cedex).
- *Oxydation sélective de la cellulose et de l'amylase*, par P. Angibeaud, C. Bosso, J. Defaye, A. Gabelle et C. C. Wong (Centre de Recherche sur les Macromolécules Végétales, CNRS, 53 X, 38041 Grenoble Cedex).
- *Hydrolyse de la cellulose sous l'action du fluorure d'hydrogène*, par J. Defaye et A. Gabelle (Centre de Recherches sur les Macromolécules Végétales, CNRS, 53 X, 38041 Grenoble Cedex) et C. Pedersen (The technical University of Denmark, Depart. of Chemistry, 2800 Lyngby, Danemark).
- *Réactions des phénylacétylènes substitués avec le mélange anhydre acide acétique - acide perchlorique. Mise en évidence de la corrélation d'Hammett-Brown*, par J. P. Monthéard, M. Camps, M. Chatzopoulos et M. O. Ait Yahia (Laboratoire de chimie organique, UER Sciences, 23, rue P. Michelon, 42023 Saint-Étienne Cedex).
- *Étude cinétique de l'addition d'acide acétique au phénylacétylène en catalyse acide. Catalyseurs: H_2SO_4 , HSO_3CH_3 et $BF_3 \cdot (CH_3COOH)_2$. Mise en évidence de formation transitoire d'ester d'énol*, par J. P. Monthéard, M. Camps et A. Benzaid (Laboratoire de chimie organique, UER de Sciences, 23, rue Paul Michelon, 42023 Saint-Étienne Cedex).
- *Étude de la cinétique d'hydrolyse d'oligosaccharides par enzymes ou pseudo-enzymes*, par A. Heyraud et M. Rinaudo (Centre de Recherches sur les Macromolécules Végétales, Laboratoire propre du C.N.R.S., associé à l'Université Scientifique et Médicale de Grenoble 53 X 38041 Grenoble Cedex).
- *Activation du borohydrure de sodium par des complexes du titane. Rôle inattendu de l'air*, par B. Meunier (Laboratoire de chimie de coordination, CNRS, 205 route de Narbonne, 31400 Toulouse).
- *Action du thioformanilide sur les gem-dicyanoépoxydes. Synthèse inattendue de thiazolinones-2*, par M. Baudy et A. Robert (Groupe de recherche de physicochimie Structurale, E.R.A. 389, Université de Rennes, 35042 Rennes Cedex).
- *Photochimie organique. Une nouvelle voie d'accès à des spiro-cyclohexanepipéridine substituées*, par J. C. Gramain, Y. Troin et D. Vallée (Laboratoire de chimie et de biochimie des substances naturelles, ERA 392, Université de Clermont II, B.P. 45, 63170 Aubière).
- *Obtention hautement sélective de dioxo-1,3 cyclohexanes à partir d'aldéhydes aliphatiques et aromatiques*, par R. El-Gharbi, M. Delmas et A. Gaset * (Département de chimie, Faculté des Sciences et Techniques, B.P. W., Sfax Tunisie et * Laboratoire de chimie organique et d'agrochimie, E.N.S.C.T., 118 route de Narbonne, 31077 Toulouse Cedex).
- *Réactions de dérivés sélénés avec des complexes organométalliques de cobalt*, par Mme N. V. Duong, J. Deniau et A. Gaudemer (Laboratoire de chimie de coordination bioorganique, L.A. 255, Université Paris-Sud, 91405 Orsay, France).
- *Cyano-2 Δ^3 pipéridines: synthèse de la (\pm) épi-20 uléine*, par M. Harris, D. Grierson, R. Besselièvre et H.-P. Husson (Institut de Chimie des Substances Naturelles, 91190 Gif-sur-Yvette, France).
- *Spirophosphoranes condensés préparés à partir de molécules polyfonctionnelles*, par Aurelio Munoz *, Lydia Lamandé *, Robert Wolf * et Jean Brossas ** (* Équipe de Recherche du CNRS n° 82 associée à l'Université Paul Sabatier 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex et ** Centre de Recherches sur les Macromolécules du CNRS, 6, rue de Boussingault 67083 Strasbourg Cedex).
- *Transformation du fructose en hydroxyméthylfurfural catalysée par des résines échangeuses d'ions*, par D. Mercadier, L. Rigal, J. P. Gorrichon, A. Gaset, G. Flèche * et P. J. Sicard * (Laboratoire de chimie organique et d'agrochimie École Nationale Supérieure de Chimie, 118, route de Narbonne, 31077 Toulouse Cedex et * Ste Roquette Frères, 4, rue Patou, 59022 Lille Cedex).
- *Synthèse de monosaccharides rares à partir de sucres naturels*

abondants. Accès au D-lyxose, au D-talose et au D-altrose à partir du D-mannose,

par Pierre Calinaud, Elisabeth Fanton et Jacques Gelas (Université de Clermont-Ferrand, École Nationale Supérieure de Chimie, Ensemble scientifique des Cèzeaux, B.P. 45, 63170 Aubière).

● *Étude structurale de quelques métalloporphyrines par spectroscopie Raman de résonance,*

par C. Cloutour, J.-C. Pommier et P. V. Huong (Université de Bordeaux I, 351, cours de la Libération 33405 Talence).

● *Fonctionnalisation par voie organosilicique en série aromatique et alicyclique,*

par G. Félix, M. Laguerre, M. Grignon-Dubois, J. Dunoguès et R. Calas (Laboratoire associé au CNRS n° 35, Université de Bordeaux I, 33405 Talence Cedex).

● *Intermédiaires organosiliciés en synthèse organique. Préparation de dérivés furanniques naturels. Fonctionnalisation de terpènes,*

par J.-P. Pillot, G. Délérès, B. Bennetau, J. Dunoguès et R. Calas (Laboratoire des composés organiques du silicium et de l'étain associé au CNRS n° 35, Université de Bordeaux I, 33405 Talence Cedex).

● *Contribution théorique à l'étude de la régiosélectivité des réactions des allylsilanes,*

par J.-C. Rayez, G. Délérès, J.-P. Pillot (Laboratoires de chimie physique A et de chimie des composés organiques du silicium et de l'étain, Université de Bordeaux I).

● *Nouveaux matériaux photochromes,*

par G. Félix, M. Laguerre, J. Dunoguès et R. Calas (Laboratoire de

chimie organique, Université de Bordeaux I, 33405 Talence Cedex).

● *Intérêt des chaînes oxygénées comme liens entre deux chromophores; photocyclisation intramoléculaire de bisaryles,*

par Najib Bitit, J.-P. Desvergne, A. Castellan et H. Bouas-Laurent (Laboratoire de chimie organique et photochimie et photochimie moléculaire, ERA 167, Université de Bordeaux I, 33405 Talence).

● *Réarrangements de squelette en série diterpénique,*

par B. Delmond, Melle Taran et J. Valade (Institut du Pin, Université de Bordeaux I, 351 Cours de la Libération, 33405 Talence Cedex).

● *Comportement particulier d'alcools allyliques diterpéniques au cours de l'oxydation avec le réactif de Collins,*

par B. Delmond, Melle B. Arreguy et J. Valade (Institut du Pin, Université de Bordeaux I, 351 Cours de la Libération, 33405 Talence Cedex).

● *Quelques utilisations de la RMN de ^{119}Sn : caractérisation et dosage de composés organostanniques diastéréoisomères,*

par J. P. Quintard, B. Barbe, M. Castaing-Degueil, G. Dumartin, B. Elissondo, M. Petraud, A. Rahm et M. Pereyre (Laboratoire de chimie des composés du silicium et de l'étain et Centre d'études structurales et d'analyse des molécules organiques, Université de Bordeaux I, 351 Cours de la Libération, 33405 Talence).

● *Acylation de Friedel et Crafts avec peu de catalyseur. Mécanisme et optimisation,*

par J. F. Scuotto *, R. Gallo *, J. Metzger *, D. Mathieu ** et R. Phan Tan Luu ** (* IPSOI, Faculté des Sciences Saint-Jérôme, 13013 Marseille et ** Département Informatique, IUT, 13100 Aix-en-Provence).

Journées de chimie du solide

Conférences (rappel)

● M. E. Fitzer (Karlsruhe) le mercredi 10, à 14 h 15 :

Des polymères au carbone polymérique : une voie de synthèse d'une grande variété de matériaux nouveaux.

● M. G. Villeneuve (Bordeaux I) le jeudi 11, à 9 h :

La RMN, méthode d'approche des structures et des liaisons dans les solides.

Communications orales

● Le mercredi 10, à 15 h 30 :

Communications sur les matériaux composites dont les titres seront communiqués ultérieurement.

● Le jeudi 11, à 10 h 20 (Spectroscopie) :

S1. *Étude par sonde paramagnétique des transitions structurales dans les fluopérovskites et de la transition de phase commensurable-incommensurable dans Rb_2ZnCl_4 ,*

par Mme Fayet-Bonnel, J. Y. Buzare, J. Émery, A. Leble, M. Évril, J. J. Rousseau et J. C. Fayet (Laboratoire de spectroscopie des solides, ERA 682, Université du Mans, Route de Laval, 72017 Le Mans).

S2. *Étude par RPE de défauts créés par irradiation,*

par D. Vivien et D. Gourier (Laboratoire de chimie du solide, L.A. n° 302, ENSCP, 11 rue Pierre et Marie Curie, Université de Paris VI).

S3. *RMN du ^{31}P et du ^7Li dans les composés Li_xMPS_3 ($0 < x < 1,5$; $M = \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ni}$),*

par G. Ouvrard * et P. Fegransan ** (* Laboratoire de chimie des solides, Université de Nantes, 44072 Nantes Cedex et ** Laboratoire de spectrométrie physique, Université de Grenoble, 38041 Grenoble).

S4. *Synthèse et caractérisation par spectroscopie RMN du conducteur protonique, $(\text{H}_2\text{O})_2\text{Sb}_4\text{O}_{11} \cdot (\text{H}_2\text{O})_{1,1+0,15}$,*

par Y. Piffard * et H. Harribart ** (* Laboratoire de chimie des solides, Université de Nantes, 44072 Nantes Cedex et ** École Polytechnique, Laboratoire PMC, Palaiseau).

S5. *Spectroscopie Mössbauer de ^{119}Sn dans les composés sulfurés de l'étain. Caractérisation de la liaison Sn-S dans les diverses coordinations et application à l'étude de la structure de verres fluorés,* par J. C. Jumas, J. Olivier-Fourcade, M. Ribes et M. Maurin (Laboratoire de chimie minérale C, ERA 314, Université des Sciences et Techniques de Montpellier).

● M. D. Grégory (U.S.A.) le jeudi 11, à 14 h 15 :

Hydrogen economy prospects

● M. J. Livage (Paris VI) le vendredi 12, à 14 h 30 :

Caractérisation de la liaison chimique dans les solides.

S6. *Paramètres Mössbauer de Fe^{IV} dans divers environnements et configurations électroniques,*

par F. Menil, L. Fournes et J. Portier (Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération. 33405 Talence).

● Le vendredi 12, à 10 h 20 :

S7. *Les niveaux d'énergie de l'euprium dans les oxyhalogénures de terres rares,*

par J. Hölsä et P. Porcher (Laboratoire des éléments de transition dans les solides, E.R. n° 210, 1 Place Aristide Briand. 92190 Meudon Bellevue).

S8. *Un nouveau luminophore $\text{RbLn}_3\text{F}_{10} \cdot \text{Eu}^{2+}$: structure cristalline et spectroscopie de l'ion Eu^{2+} ,*

par A. Arbus, M. T. Fournier, R. Chevalier, J. C. Cousseins et A. Vedrine (Laboratoire de chimie des solides, Université de Clermont-Ferrand II, 63170 Aubière).

S9. *Étude par spectrométrie Raman de résonance des agrégats Ti_2 et V_2 isolés en matrice d'argon à 15 K,*

par N. M. Tranquille, Th. Mejean et C. Cosse (Laboratoire de spectroscopie infrarouge, Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence Cedex).

S10. *Étude par spectroscopie moléculaire de quelques halogénoindates et aquahalogénoindates de potassium à l'état solide,*

par J. P. Wignacourt *, A. Lorriaux-Rubbens **, P. Barbier *, G. Mairesse * et F. Wallart ** (* Laboratoire de chimie minérale I, Université des Sciences et Techniques de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq et ** laboratoire de spectrochimie infrarouge et Raman, CNRS, Université des Sciences et Techniques de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq).

Communications par affiches

- Le jeudi 11, à 15 h 30 :
- *Étude des interactions magnétiques dans des composés oxygénés du fer III et du sodium à anions « isolés » par mesures de susceptibilité et spectroscopie Mössbauer*, par H. Kessler (Laboratoire de chimie minérale appliquée, ERA n° 681, ENSC de Mulhouse, 3, rue Alfred Werner, 68093 Mulhouse Cedex).
- *Caractérisation des liaisons Nb^V-O, Ta^V-O et Sb^V-O de divers oxydes mixtes par spectroscopie vibrationnelle*, par E. Husson, Y. Repelin, Nguyen Quy Dao, H. Brusset (Laboratoire de chimie et physico-chimie minérales, École Centrale des Arts et Manufactures, 92290 Châtenay-Malabry).
- *Champ de force et caractéristiques structurales de quelques oxydes mixtes de type structural dit « blocs 1 × 2 »*, par Y. Repelin, E. Husson, Nguyen Quy Dao, H. Brusset (Laboratoire de chimie et physico-chimie minérales, École Centrale des Arts et Manufactures, 92290 Châtenay-Malabry).
- *Étude de pyrochlores hydratés non-stœchiométriques par R.M.N.*, par J. Trehoux *, F. Abraham *, D. Thomas *, G. Estrade-Szwarckopf ** (* Laboratoire de cristallographie, U.E.R. et E.N.S. de Chimie, Université des Sciences et Techniques de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq et ** C.R.S.O.C.I.-C.N.R.S., 1 bis, rue de la Férellerie, 45045 Orléans Cedex).
- *Analyse en spectrométrie Mössbauer du ferrite Cu_{0,5}Fe_{2,5}O₄*, par B. Lerebours, M. Lenglet (I.N.S.C.I.R., B.P. n° 8, 76130 Mont-Saint-Aignan).
- *Étude par spectroscopie Raman de la structure à courte distance de conducteurs ioniques amorphes : systèmes B₂O₃-Li₂O-Li_nX (n = 1, X = Cl⁻; n = 2, X = SO₄²⁻; n = 3, X = PO₄³⁻)*, par M. Couzi *, A. Levasseur **, J. M. Reau ** et J. C. Brethous ** (* Laboratoire de spectroscopie infrarouge, Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence et ** Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence).
- *Détermination de la structure locale de nouveaux verres fluorés, oxyfluorés et oxygénés par R.P.E.*, par J. M. Dance et J. J. Videau (Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence).
- *Rotation et diffusion du fluor dans un fluorure ionique : étude par RMN de Ba₂ZrS₈*, par J. Senegas *, J. P. Laval ** et B. Frit ** (* Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence et ** Laboratoire de chimie structurale, Université de Limoges, 87000 Limoges).
- *Interactions superhyperfines et modèles LCAO-MO pour les ions de transition dans les composés fluorés. Contribution covalente aux « zero-field splitting » des ions 6f-3d⁵*, par Mme Fayet-Bonnel, J. Y. Buzare, J. Émery, A. Leble, M. Évril, J. J. Rousseau et J. C. Fayet (Laboratoire de spectroscopie des solides, ERA 682, Université du Mans, Route de Laval, 72017 Le Mans).
- *Comportement des ferroélectriques KH₂AsO₄ et KD₂AsO₄ entre 300 K et 470 K*, par P. V. Huong et B. Hilczer (Laboratoire de spectroscopie Infrarouge et Raman L.A. 124, Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence).
- *Spectres Raman de cristaux de sesquioxyde de lanthanide. Corrélation entre les structures types A et B*, par A. M. Lejus, D. Michel, J. Zarembovitch et J. Gouteron (Laboratoire de chimie du solide, L.A. n° 302, E.N.S.C.P., Université de Paris VI).
- *Processus de saut dans les gels à valence mixte*, par N. Neiji *, O. Gallais ** et C. Sanchez * (* Spectrochimie du solide, L.A. n° 302, E.N.S.C.P., Université de Paris VI; ** Laboratoire de physico-chimie des rayonnements, Paris XI, Orsay).
- *Étude au moyen de la sonde structurale europium du système ZrO₂-Y₂O₃. Excitation sélective des sites*, par J. Dexpert-Ghys, M. Faucher et P. Caro (E.R.A. 210 du C.N.R.S., Laboratoire de Bellevue).
- *Application de la spectrométrie d'émission X à la détermination des états d'oxydation du fer et du cuivre dans les oxydes Cu_{1-x}Fe_{2+x}O₄ (0 ≤ x ≤ 0,5)*, par J. Dürr *, J. C. Tellier ** et M. Lenglet ** (* ENTIMD, 59508 Douai Cedex et ** INSCIR., 76130 Mont-Saint-Aignan).
- *Caractérisation par spectrométrie infrarouge de plusieurs spinelles lacunaires du type sesquioxyde de fer « cubique » γFe₂O₃ et d'oxydes doubles avec la structure corindon résultant de leur transformation*, par R. M. Benloucif et B. Gillot (Laboratoire de recherches sur la réactivité des solides, L.A. 23. CNRS, Faculté des Sciences de Mirande, 21004 Dijon Cedex).
- *Corrélations entre configurations électroniques : ions de transition et distorsion de l'environnement anionique*, par G. Demazeau, M. Pouchard et P. Hagenmuller (Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence).
- *Propriétés optiques de nouveaux verres fluorés activés au néodyme*, par J. J. Videau, C. Fouassier, J. Portier et P. Hagenmuller (Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence).
- *Verres conducteurs par ions lithium*, par B. Barrau *, A. Kone **, J. L. Souquet **, M. Ribes * et M. Maurin * (Laboratoire de chimie minérale C, chimie des matériaux, ERA 314, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier Cedex et ** Laboratoire d'énergétique, L.A. 265, Domaine Universitaire, B.P. 44, 38401 Saint Martin d'Hères).
- *Intercalation électrochimique du sodium dans les bronzes Na_xCoO₂*, par C. Delmas, J. J. Braconnier et C. Fouassier (Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence).
- *Méthode d'obtention d'une nouvelle variété de TiO₂ et de titanates ayant la structure de bronzes connus. Matériaux pour cathodes*, par R. Marchand, L. Brohan et M. Tournoux (Laboratoire de chimie du solide, L.A. 279, 2 rue de la Houssinière, 44072 Nantes Cedex).
- *Conductivité ionique des phosphates de type Nasicon Na_{1+x}Zr_{2-x}L_x(PO₄)₃ avec L = Cr, In, Yb*, par C. Delmas, J. C. Viallat, R. Olazcueaga, G. Le Flem, F. Chepkaoui et R. Brochu (Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence).
- *Étude structurale de conducteurs par ions oxydes*, par P. Conflant, P. Demonchy, J. C. Boivin et D. Thomas (Laboratoire de cristallographie, U.E.R. et E.N.S. de Chimie, Université des Sciences et Techniques de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq).
- *Conducteurs ioniques fluorés de haute performance corrélative entre propriétés électriques et structurales*, par J. M. Reau, P. Lucat, G. Villeneuve, J. Portier, T. Soubeyroux et P. Hagenmuller (Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence).
- *La structure cristalline du conducteur ionique Li₅B₇O_{12,5}Cl*, par M. Vlasse, A. Levasseur et P. Hagenmuller (Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence).
- *Étude par diffusion des neutrons du mouvement des protons dans des superconducteurs à l'ammonium*, par N. Baffier et P. Colomban (Laboratoire de chimie du solide, L.A. 302, ENSCP, Université de Paris VI).
- *Propriétés mécaniques d'oxydes super-conducteurs ioniques*, par J. Thery et A. M. Lejus (Laboratoire de chimie du solide, L.A. 302, ENSCP, Université de Paris VI).
- *Étude comparative du stockage de l'hydrogène par des alliages riches en magnésium*, par B. Darriet, A. Hbika et M. Pezat (Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 350, Cours de la Libération, 33405 Talence).
- *Synthèse d'apatites au rhénium : applications pour la détection et le traitement des cancers osseux*, par G. Baud, J. P. Besse et R. Chevalier (Équipe de cristallographie et physico-chimie des matériaux, ERA 897, Université de Clermont-Ferrand II, B.P. 45, 63170 Aubière).
- *Extension vers les grandes longueurs d'onde de la photo-réponse d'anodes semi-conductrices*,

par G. Campet *, J. Verniole *, J. P. Doumerc *, J. Clavier * et J. B. Goodenough ** (* Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence et ** Inorganic Chemistry Laboratory, Oxford).

● *Influence de la pression sur les propriétés cristallographiques et physiques de quelques fluorures de platinate,*

par A. Tressaud, F. Langlais, D. Lorin, H. Touhara, G. Demazeau et J. Grannec (Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence).

● *Évolution des propriétés cristallographiques et électriques de quelques oxydes à structure en cages du type $A_3M_8O_{21}$: étude des solutions solides $Ba_3Nb_{4+x}Ti_{4-x}O_{21}$, $K_3Nb_{7+x}Ti_{4-x}O_{21}$ et $K_{3-x}Ba_xNb_8O_{21}$,*

par D. Groult, F. Studer, C. Mercey et B. Raveau (Laboratoire de cristallographie et chimie du solide, L.A. 251, ISMRA-Université de Caen, 14032 Caen Cedex).

● *Relations composition-performances catalytiques dans le système U-Sb-O pour l'oxydation du propène en acroléine,*

par R. Delobel, D. Le Maguer, M. Le Bras, H. Baussart et J. M. Leroy (E.N.S.C.L., Laboratoire de catalyse et physicochimie des solides, B.P. 40, 59650 Villeneuve d'Ascq).

● *Évolution des états d'oxydation de l'uranium et de l'antimoine dans USb_3O_{10} catalyseur d'oxydation du propylène,* par R. Delobel *, H. Baussart *, J. M. Leroy *, L. Gengembre ** et J. P. Bonnelle ** (* Laboratoire de catalyse et physicochimie des solides et ** Laboratoire de catalyse homogène et hétérogène, ERA C.N.R.S. 458, E.N.S.C.L.-U.S.T.L., B.P. 40, 59650 Villeneuve d'Ascq).

● *Propriétés thermodynamiques des oxydes mixtes de fer(III) et de baryum,*

par M. Shamsul Alam, G. Pouillard, Mme M. C. Trinel, P. Perrot (E.N.S.C.L. Laboratoire de thermodynamique du solide, B.P. 40, 59650 Villeneuve d'Ascq).

● *Transition de phase des composés $M_3^I M^{III}(SO_4)_3$: structure des formes basse et haute température de $(NH_4)_3In(SO_4)_3$,*

par B. Jolibois *, G. Laplace *, J. TUDO *, F. Abraham ** et G. Nowogrocki ** (* Laboratoire de chimie minérale appliquée, 33, rue Saint-Leu, 80039 Amiens Cedex et ** Laboratoire de cristallographie, UST Lille, 69655 Villeneuve d'Ascq).

● *Mécanisme de non-stœchiométrie dans les pérovskites AMO_{3-x} ,* par J. C. Grenier, S. Komorniki, M. Pouchard et P. Hagenmuller (Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence).

● *Nouveaux matériaux luminescents à base d'euprotium divalent pour radiologie : les halogéno-silicates $Ba_3SiO_4X_6$: Eu (X = Cl, Br),* par A. Garcia et C. Fouassier (Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence).

● *Structure cristalline et transformation topotactique de la variété métastable β - $RbAlF_4$,*

par J. L. Fourquet, F. Plet, R. De Pape (Laboratoire des fluorures et oxyfluorures ioniques, ERA 609, Université du Maine, Route de Laval, 72017 Le Mans Cedex).

● *Ordre Fe(II)-Fe(III) dans le pyrochlore $NH_4Fe^{II}Fe^{III}F_6$. Conséquences structurales et magnétiques,*

par G. Ferrey, M. Leblanc, R. De Pape, J. M. Greneche, F. Varret, J. Pannetier (Laboratoire des fluorures et oxyfluorures ioniques, ERA C.N.R.S. n° 609, Université du Maine, Route de Laval, 72017 Le Mans Cedex).

● *Étude de couches minces préparées par dépôt chimique en phase vapeur à partir du composé de coordination tris(2,2'-bipyridine) titane(O),*

par R. Morancho *, J. J. Ehrhardt ** et G. Constant * (* Laboratoire de chimie minérale et cristallographie, ERA n° 263, E.N.S.C. de Toulouse, 118, route de Narbonne, 31077 Toulouse Cedex et ** Laboratoire de recherches sur les interactions gaz-solides, Laboratoire Maurice Letort, Route de Vandœuvre, C.N.R.S., B.P. 104, Villers-lès-Nancy 54600).

● *Études cristallographique diélectrique et pyroélectrique des phases du diagramme $LiNbO_3$ - $LiTaO_3$ - $NaNbO_3$ - $NaTaO_3$,*

par A. Sadel, R. Van Der Mühl et J. Ravez (Laboratoire de chimie minérale du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence).

● *Structures de deux chalcogénures : $CuHgSeCl$ et $CuHgSCl$,*

par M. Guillo, B. Mercey, P. Labbé et A. Deschanvres (Laboratoire

de cristallographie et chimie du solide ; L.A. 251, ISMRA, Université de Caen, 14032 Caen Cedex).

● *Structure et propriétés physiques de Cd_2As_3X ,* par A. Rebbah, A. Leclaire, R. Lande, J. Yazbeck et A. Deschanvres (Laboratoire de cristallographie et chimie du solide, L.A. 251, ISMRA, Université de Caen, 14032 Caen Cedex).

● *$Re_{12}P_{26}$: premier exemple de cluster métallique dans la chimie des phosphures,*

par R. Guérin, M. Potel et M. Sergent (Université de Rennes-Beaulieu, Laboratoire de chimie minérale B, L.A., 254, Avenue du Général Leclerc, 35042 Rennes Cedex).

● *Évolution de l'empilement des motifs Mo_6X_8 dans les composés dérivant du molybdène II,*

par C. Perrin, M. Potel, R. Chevrel et M. Sergent (Université de Rennes-Beaulieu, Laboratoire de chimie minérale B, L.A. 254, Avenue du Général Leclerc, 35042 Rennes Cedex).

● *$Re_6Se_8Cl_2$, composé pseudobidimensionnel à cluster octaédrique Re_6 ,*

par A. Perrin et M. Sergent (Université de Rennes-Beaulieu, Laboratoire de chimie minérale B, L.A. 254, Avenue du Général Leclerc, 35042 Rennes Cedex).

● *Sur de nouveaux composés pseudo-monodimensionnels $M_2Mo_6X_6$,* par M. Potel, R. Chevrel et M. Sergent (Laboratoire de chimie minérale B, Université de Rennes-Beaulieu, L.A. 254, Avenue du Général Leclerc, 35042 Rennes Cedex).

● *Étude structurale comparative des orthophosphates de thallium (I),* par G. Pepe *, Y. Oddon ** et A. Tranquard ** (* Centre des mécanismes de la croissance cristalline, Faculté des Sciences de Saint-Jérôme, 13397 Marseille Cedex 4 et ** Laboratoire de physico-chimie minérale III, Université Claude Bernard Lyon I, 43, Bd du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex).

● *Mécanisme réactionnel de la synthèse à l'état solide de la fluorapatite,*

par M. Hamad, J. C. Heughebaert et G. Montel (Laboratoire de physicochimie des solides et des hautes températures, ERA 263, 38, rue des 36 Ponts, 31400 Toulouse).

● *Formation de cristallites creuses d'apatite,* par J. Puech, J. C. Heughebaert et G. Montel (Laboratoire de physicochimie des solides et des hautes températures, ERA 263, 38, rue des 36 Ponts, 31400 Toulouse).

● *Modélisation du désordre,* par J. J. Legendre (Laboratoire de chimie du solide, L.A. 302, ENSCP, 11, rue Pierre et Marie Curie, Université de Paris VI).

● *Étude structurale de sulfites de thallium (I),* par Y. Oddon **, G. Pepe * et A. Tranquard ** (* Centre des mécanismes de la croissance cristalline, Faculté des Sciences de Saint-Jérôme, 13397 Marseille Cedex 4, ** Laboratoire de physico-chimie minérale III, Université Claude Bernard Lyon I, 43, Bd du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex).

● *Intercroissance de feuillets « pérovskites déficitaires en oxygène » et de feuillets AO dans le système La_2O_3 - CuO -AO (A = Ca, Sr, Ba),* par N. Nguyen, L. Er-Rakho, J. Choynet et C. Michel (Laboratoire de cristallographie et chimie du solide, L.A. 251, ISMRA, Université de Caen, 14032 Caen Cedex).

● *Comportement à la rupture de composites WC-Co,* par F. Osterstock et J. L. Chermant (Équipe matériaux-microstructure, Laboratoire de cristallographie et chimie du solide, L.A. 251, ISMRA-Université de Caen, 14032 Caen Cedex).

● *Étude structurale et électrique de fluorures de thallium (I) et d'éléments tétravalents,*

par D. Avignant, I. Nansouri, R. Chevalier et J. Cousseins (Laboratoire de chimie des solides, Université de Clermont-Ferrand II, 63170 Aubières).

● *Caractérisation d'eutectiques orientés réfractaires Ln_2O_3 - ZrO_2 (Ln = Nd, Sm, Dy),*

par D. Michel, M. Perez, Y. Jorba et L. Mazerolles (Laboratoire de chimie appliquée de l'état solide, L.A. au CNRS 302, 15, rue G. Urbain, 94400 Vitry).

● *Propriétés non linéaires d'un monocristal de $Na_5W_3O_9F_5$,* par J. P. Chaminade, J. Ravez, M. Elaati, J. P. Doumerc et P. Pouchard (Laboratoire de chimie du solide du CNRS, Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence Cedex).

● *Alliages moléculaires. Incidence des liaisons hydrogène sur la pluralité des modes d'association en phase solide. Cas des diacides aliphatiques,*

par Mme Y. Haget, M. Cuevas, N. B. Chanh et Mme J. Housty (Laboratoire de cristallographie et de physique cristalline, L.A. 144, 33405 Bordeaux Talence).

● *Applications de la spectrométrie Raman à l'étude des composés d'insertion graphitiques*,

par P. Vast et B. Iskander (Laboratoire de chimie minérale, U.E.R. de Chimie de Lille, Université des Sciences et Techniques, 59650 Villeneuve d'Ascq).

● *Sur quelques nouveaux composés ferroélectriques-ferroélastiques de structure « bronzes quadratiques de tungstène » contenant des ions Ag^+* ,

par J. Thoret *, W. Freundlich *, Mme A. Simon **, J. Ravez ** et P. Hagenmuller ** (* Laboratoire de chimie minérale, Université de Paris VI, 4, place Jussieu, 75230 Paris et ** Laboratoire de chimie du

solide du CNRS, Université de Bordeaux I, 351 cours de la Libération, 33405 Talence).

● *Photoconductivité due à l'auto-ionisation d'impuretés Terres rares divalentes dans les fluorures alcalino-terreux*,

par C. Pedrini et F. Gaume (Laboratoire de physico-chimie des matériaux luminescents, ER 10, Université Lyon I, 43, bd du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne).

● *Les conducteurs ioniques $Li_xY_xZr_{1-x}S_2$* ,
par O. Abou Ghaloun, P. Chevalier et L. Trichet (Laboratoire de chimie des solides, L.A. 279, 2, rue de la Houssinière, 44072 Nantes Cedex).

● *Propriétés mécaniques d'oxydes superconducteurs ioniques*,
par A. M. Lejus et J. Thery (Chimie appliquée de l'état solide, L.A. 302, ENSCP 11, rue P. et M. Curie 75231 Paris Cedex 05).

Communiqués

Division Chimie analytique

Groupe de thermodynamique expérimentale

Journées d'étude sur la déconvolution des signaux en spectroscopie et calorimétrie

Organisées en collaboration avec la Section régionale Marseille-Nice de la S.C.F., ces Journées auront lieu, le 23 et le 24 octobre 1980, dans le cadre de la Maison d'hôtes du Centre d'études nucléaires de Cadarache.

Les conférences et les communications présentées concerneront les méthodes de déconvolution des signaux en résonance magnétique nucléaire, spectroscopie γ , fluorescence X, l'analyse interactive des spectres en physique nucléaire, les méthodes de déconvolution en calorimétrie.

Des Tables rondes pourront être organisées.

Les organisateurs assureront, sur place, le logement d'une quarantaine de participants (nombreuses possibilités dans les agglomérations situées à proximité du Centre de Cadarache).

Cadarache est atteint facilement par route (70 km de Marseille, 25 km d'Aix-en-Provence), par air et par fer : liaisons par bus avec l'aéroport de Marseille-Marignane et la gare d'Aix-en-Provence (trains de Paris, Lyon, Toulouse, Grenoble et Nice par Marseille).

Les personnes intéressées par ces Journées voudront bien en avvertir, dès que possible, M. H. Tachoire, Laboratoire de thermochimie, Université Aix-Marseille I, 13331 Marseille Cedex 3. Tél. : (91) 95.90.71. (poste 391) en indiquant si elles souhaitent présenter une communication (prière de joindre un court résumé).

Frais d'inscription

Membres S.C.F. : 100 F

Non membres S.C.F. : 150 F

Sections régionales

Section de Caen-Le Mans

Au cours de l'année 1978-1979, les conférences suivantes ont été présentées aux réunions de la Section.

Séance du jeudi 21 décembre 1978.

Polyalkylmagnésio-cuprates : réactivité et sélectivité de transferts de ligands, par M. F. Leyendecker (Université Louis Pasteur, Strasbourg).

Séance du mercredi 28 mars 1979.

Analyse conformationnelle des alclamides et thioamides, par M. J. Sandstrom (Université de Lund).

Séance du 1^{er} juin 1979.

Déshydrohalogénéation d'halogénures d'alkyle sur alcoolates de potassium supportés sur silice : obtention d'oléfines très réactives, par M. J.-M. Denis (Université de Lille).

Les communications suivantes ont ensuite été présentées :

● M. P. Strobel, D. Paquer, M. Vazeux et L. Morin : *Action de*

l'ozone sur des systèmes éthyléniques du type $\begin{matrix} & & Z \\ & & \diagup \\ & & C = C \\ & & \diagdown \\ & & Z \end{matrix}$ (avec $Z = OR, SR, NR_2$).

● H. Lebrun, J.-L. Ripoll et A. Thuillier : *Réactions de rétro-Diels-Alder : synthèse et étude d'énamines primaires instables.*

● J. Caillod et J. C. Lavalley : *Utilisation des vibrations $\nu(CH)$ isolées des éthers à l'étude des sites d'adsorption des oxydes métalliques.*

● F. Rouessac et H. Zamarlik : *Étude d'une voie de synthèse en vue d'accéder à des terpénoïdes d'origine marine.*

● P. Gosselin, S. Masson et A. Thuillier : *Préparation et applications synthétiques des dithioesters α - et β -insaturés.*

Séance du mardi 9 octobre 1979.

Étude par photoluminescence des surfaces d'oxydes, par M. A.-J. Tench (AERE Harwell).

Séance du lundi 22 octobre 1979.

Quelques aspects de la chimie des dithia-1,4 fulvènes et de leurs analogues sélénés, par M. P. Cava.

Séance du jeudi 6 décembre 1979.

La spectroscopie infrarouge par Transformée de Fourier : principes et applications, par M. B. Jasse (ESPCI, Paris).

Section de Dijon-Besançon

Réunion du 24 novembre 1979

Au cours de cette réunion la conférence et les communications suivantes ont été présentées :

Apport de la spectrométrie Raman à l'étude structurale et dynamique de différents matériaux : Intercalaires $MnPS_3$; Alumines β ; Arènes métaux carbonyls, conférence présentée par G. Lucazeau (Centre Scientifique et Polytechnique de Villetaneuse).

- *Quelques exemples d'halogénéation inhabituelle d'oxocomplexes de l'étain IV, du titane IV et du niobium V*, par B. Viard, Laarif, J. Amaudrut et F. Theobald.
- *Comparaison structurale des sulfates de vanadyle hydratés $VOSO_4 \cdot nH_2O$. Molécules d'eau et liaisons hydrogène*, par M. Tachez et F. Theobald.
- *Structure cristalline du composé $Sb_4O_2(OH)(SO_4)_4(H_3O_2) \cdot H_2O$. Coordination de Sb^{III}* , par J. Douglade et R. Mercier.
- *Structures cristallines et moléculaires du méthoxycarbonyl-2 indène chrome tricarbonyl et du méthyl-2 méthoxycarbonyl-3 dihydro-1,2 naphthalène chrome tricarbonyl EXo*, par R. Mercier et J. Vebrel.
- *Transpositions de type allylique en série imidazolinique et imidazo(2,1-b) thiazolique*, par J. F. Robert et J. J. Panouse.
- *Synthèse et propriétés spectrales (I.R. - R.M.N.) de diaryl-3,5 diéthoxycarbonyl-2,2 H pyrroles*, par M. Birouk, J. F. Robert et J. J. Panouse.
- *Étude d'un phénomène de tautométrie chaîne-cycle à propos des produits de condensation molécule à molécule d'un phénol paraalkylé avec la ninhydrine*, par J. C. Roussey, J. P. Poupelin et B. Laude.
- *Condensation du thioglycolate d'éthyle avec des o-hydroxy-chalcones polyméthoxylées*, par J. E. Ombetta, A. Xicluna et J. F. Robert.

Section de l'Ouest

Réunion du jeudi 14 février 1980

Au cours de cette réunion, M. M. Chastrette, professeur à l'Université de Lyon, a prononcé, une conférence suivie de discussion, intitulée : *Application des méthodes statistiques multidimensionnelles à la chimie organique.*

Nouveaux Membres

Sont nommés Membres de la Société Chimique de France :

Mme Chopard Claude, A.R. CNRS.
MM. Doru Todeviciu, chargé de recherche au CNRS.
Dothée Daniel, assistant.
Gabis Victor, professeur.
Jugie Gérard, chargé de recherche au CNRS.
Laugier Serge, étudiant.
Le Borgne Guy, maître assistant.
Lehuédé Jacques, maître assistant.
Memiaque Joseph-Aimé, ingénieur.

Section de Poitiers-Limoges-Tours

Réunion du 18 janvier 1980, à Poitiers

Au cours de cette réunion les conférences et communications suivantes ont été présentées :

Conférences

- *Réduction du nickel dans les zéolithes*, par M^{me} D. Delafosse (ERA 133, Cinétique des réactions superficielles).
- *Adsorption de soufre sur des faces monocristallines de métaux de transition*, par M. J. Oudar (ENS de Chimie de Paris, Physico-chimie des surfaces métalliques).

Communications

Les hexacyanoferrates zéolithiques $M_{1/2}Zn_3(Fe(CN)_6)_2 \cdot xH_2O$: structure et propriétés d'adsorption du composé potassique, par P. Gravereau, A. Renaud, E. Garnier, P. Cartraud, A. Hardy et A. Cointot (Laboratoire de chimie physique et Laboratoire de cristallographie minérale, 40, avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers).

- *Étude par marquage au ^{13}C de la transformation des butanes sur mordenites*, par C. Bearez, F. Chevalier et M. Guisnet (Laboratoire de chimie 7, ERA de catalyse organique, 40, avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers).
- *Hydrocondensation sélective du monoxyde de carbone en présence de catalyseurs au fer supportés. Relations entre propriétés catalytiques et physicochimiques*, par J. Barrault, C. Forquy, J. C. Menezo et R. Maurel (Laboratoire de catalyse organique, ERA CNRS 371, 40, avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers et V. Perrichon (Institut de Recherches sur la Catalyse, 2, avenue A. Einstein, 69626 Villeurbanne).
- *Mécanisme de génération de films Ag_2S , par réaction superficielle du soufre sur l'argent*, par M. G. Valensi et M^{me} Müeyyet Kuçuk (Laboratoire d'électrochimie et de chimie nucléaire de la Faculté de Chimie d'Istanbul).
- *Sulfuration des catalyseurs de reforming*, par C. Apestequia, J. Parera *, J. Barbier et R. Maurel (Laboratoire de catalyse organique, ERA CNRS 371, 40, avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers et * INCAPE, Santa Fe, Argentine).
- *Dismutation du toluène sur mordenites : désactivation par formation de coke*, par N. S. Gnep, M. L. Martin de Armendo, M. Guisnet (Laboratoire de chimie 7, ERA de catalyse organique, 40, avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers).

Mazghouni Mohamed, assistant.
Meunier Bernard, chercheur CNRS.
Mme Mirand Catherine.
MM. Morvan Joseph, assistant.
Oliva Patrick.
Rigny Paul, chef de département CEA.
Rokbani Ridha, maître assistant.
Sebaoun Albert, maître assistant.
Milles Trabelsi Malika, maître de conférences de chimie.
Triballet Chantal, étudiante.
M. Vargas Rodolfo, étudiant.

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

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

Section A : Hydrocarbures.

Section B : Systèmes hétérocycliques.

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

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

Membres de la S.C.F. : 50 F.

Non membres de la S.C.F. : 100 F.

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

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

Édition française des règles de nomenclature pour la chimie inorganique

Un numéro spécial de 64 pages du « Bulletin », édité par la Société Chimique de France, présentant les règles formulées, en 1970, par la Commission de nomenclature en chimie inorganique de l'I.U.P.A.C.

Prix : 50 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.

Il ne sera pas délivré de facture.

102 Composition du Conseil d'Administration

102 Assemblée générale de la S.C.I. du 23 avril 1980 :

Extrait du compte rendu de l'Assemblée générale.

102 Après le Congrès de Nice : le génie de la réaction chimique, une discipline arrivée à maturité qui étend le champ de ses applications, par J. Villermaux.

104 Colloque sur l'agitation mécanique, 25-26 septembre 1980, Toulouse.

105 In memoriam : August Guyer et Robert Gibrat.

105 Communiqués :

EFB Newsletter.
Livres reçus.

105 Fédération Européenne de la Corrosion :

8^e Congrès international sur la corrosion métallique,
Mayence.
Médaille Cavallaro.

106 Sommaire de la revue *Analisis*.

- Recueil des conférences (vol. 1 : sections 1, 2, 3 (disponible à nouveau) ; vol. 2 : sections 4 et 5) :

5^e Conférence européenne des plastiques et des caoutchoucs,

12-15 juin 1978, Paris.

Prix de chaque volume : 150 F.

- Recueil des communications:

Colloque « Apport de l'informatique à l'analyse industrielle pour le contrôle et la conduite des procédés,

18-19 septembre 1979, Villeurbanne.

Prix du recueil : 200 F.

- Recueil des communications :

Journées sur la technologie des lits fluidisés et dispersés, applications industrielles,

22-23 octobre 1979, Compiègne.

Prix du recueil : 250 F.

- Recueil des communications et des conférences plénières : 2 vol. (en anglais) :

ISCRE 6 – 6^e Symposium international sur le génie de la réaction chimique,

25-27 mars 1980, Nice.

Prix du recueil : 200 F.

S'adresser à la Société de Chimie Industrielle,
28, rue Saint-Dominique,
75007 Paris.

Tél. : 555.69.46.

Composition du Conseil d'Administration

Président d'honneur

M. Paul Toinet.

Administrateurs honoraires

M. J. Abello Pascual, Président d'honneur de la Chambre de Commerce de Madrid,
M. E. Angulo, Président de la S.A. Calvo Sotelo,
M. J. Ballet, Président d'honneur d'Esso S.A.F.,
M. R. Delsol, Inspecteur général honoraire du Gaz de France,
M. R. Gaudry, Recteur de l'Université de Montréal,
M. R. Gibrat, ancien Président de la Socia,
M. P. Grezel, Président d'honneur de Pechiney Ugine Kuhlmann,
M. P. Jouven, Président d'honneur de Pechiney Ugine Kuhlmann,
M. le Professeur L. Leprince-Ringuet, de l'Académie Française,
M. le Professeur B. Timm, Président du Conseil de Surveillance de la B.A.S.F.,
M. le Professeur Winnacker, ancien Président de Hoechst AG.

Président

M. le Professeur L. Denivelle.

Membres du Bureau

Vice-Présidents :

M. J. Montet, Administrateur de Rhône-Poulenc S.A.,
M. J. Ribadeau Dumas, ancien Président de l'Union des Industries Chimiques.

Trésorier :

M. R. Degain, Directeur général branche chimie minérale, Rhône-Poulenc S.A.

Administrateurs

M. J.-Cl. Balaceanu, Directeur général de l'Institut Français du Pétrole.

M. A. Barell, Président du Centre de Perfectionnement Technique,
M. J.-P. Causse, Directeur général adjoint de la Société Saint-Gobain-Pont-à-Mousson.

M. le Professeur U. Colombo, Montecatini-Edison SpA,
M. J. Echard, Directeur général du Développement de l'Entreprise Minière et Chimique,

M. J. Fouchier, Président de l'Union Chimique Elf-Aquitaine,
M. R. Gillet, Président d'honneur de Rhône-Poulenc, S.A.,
M. R. Guillet, Délégué général de la Société de Chimie Industrielle,
M. A. Halna du Fretay, Président Directeur général, Produits Chimiques Ugine Kuhlmann,

M. Cl. Jacquelin, Président de S.O.D.E.S.,
M. E. R. Kane, Président de Du Pont de Nemours Inc., Wilmington,
M. K. Lanz, Vice-Président du Directoire de Farbwerke Hoechst et Président du Conseil de surveillance de Roussel-Uclaf,

M. J. Maire, Directeur général adjoint du Gaz de France,
M. P. Montfort, Directeur général pour la France de S.A. Solvay et Cie,

M. G. Pannetier, Professeur à la Sorbonne, Vice-Président de la Société Chimique de France.

M. H. Schramek, Membre du Comité de Direction de Ciba-Geigy S.A.,

M. J. Solvay, Président d'honneur de la Fédération des Industries Chimiques de Belgique,

M. N. B. Sommer, Executive Vice-Président, American Cyanamid Cy.,

M. H. J. Strenger, Membre du Directoire de Bayer AG.

M. M. C. Throdahl, Vice-Président technique, Monsanto Chemical Company,

M. P. Viollet, Président du Syndicat Professionnel des Fabricants de Matières Plastiques et Résines Synthétiques.

M. P. Vuillaume, Président de la Société Kodak-Pathé.

Direction

Délégué général :

M. Robert Guillet.

Assemblée générale de la S.C.I. du 23 avril 1980

Extrait du compte rendu de l'Assemblée générale

Le Président, après avoir constaté que 229 personnes étaient présentes ou représentées, ouvre la séance à 18 heures.

Il évoque la mémoire de M. Georges Fleury, Président d'honneur de la Société, dont il fut le Président effectif de 1964 à 1971. Il rappelle également la disparition de M. Georges Champetier, membre de l'Institut, ancien Président de la Société Chimique de France et vice-Président de la Société de Chimie Industrielle, décédé le 18 février 1980.

Il demande à l'Assemblée générale de se lever et d'observer une minute de silence à la mémoire des deux disparus.

Il passe ensuite à l'ordre du jour :

1. Approbation du procès-verbal de l'Assemblée générale du 14 décembre 1978.
2. Lecture du rapport moral sur l'activité de la Société en 1978.
3. Lecture du rapport moral sur l'activité de la Société en 1979.
4. Approbation des comptes et du rapport financier pour 1978.
5. Approbation des comptes et du rapport financier pour 1979.
6. Discussion du budget pour l'exercice 1980. Fixation du montant des cotisations.
7. Désignation des administrateurs dont les mandats expirent avec les assemblées générales approuvant les comptes des exercices 1978 et 1979.

Après le Congrès de Nice :

Le génie de la réaction chimique

Une discipline arrivée à maturité qui étend le champ de ses applications

Le 6^e Symposium international sur le génie de la réaction chimique s'est tenu à Nice, du 25 au 27 mars 1980, à l'Hôtel Négresco et au Centre Universitaire Méditerranéen, sous la co-présidence du Prof. J. Villermaux et du Dr. P. Trambouze.

Organisée par la Société de Chimie Industrielle avec le concours du Groupe de travail « Génie de la réaction chimique » de la Fédération Européenne de Génie Chimique, cette manifestation a connu un vif succès puisqu'elle a rassemblé près de quatre cents participants (dont

une centaine de français) venus de tous les pays du monde, depuis les nations industriellement développées jusqu'aux pays en voie de développement. On notait en particulier la présence d'une délégation du ministère de l'industrie chimique de la République populaire de Chine.

On sait que le *génie de la réaction chimique* s'intéresse aux méthodes de mise en œuvre rationnelle des transformations chimiques et à l'étude du fonctionnement des réacteurs chimiques.

Comme le rappelait le professeur O. Levenspiel dans sa conférence introductive, le génie de la réaction chimique est né peu après la deuxième guerre mondiale des besoins de la pétrochimie, alors en plein développement. Mais c'est en Europe qu'il s'est érigé en discipline autonome, à partir du Congrès historique d'Amsterdam, en 1957, où les concepts de base ont été reconnus et où il a trouvé son appellation. Science européenne au départ, le génie de la réaction chimique a connu un développement décisif avec l'apport des scientifiques américains qui se sont joints aux européens à partir de 1972 pour tenir un symposium international tous les deux ans, alternativement sur l'ancien et le nouveau continent : c'est la série des ISCRE (International Symposium on Chemical Reaction Engineering), ISCRE 4 à Heidelberg en 1976, ISCRE 5 à Houston en 1978 et ISCRE 6 à Nice en 1980, pour ne citer que les plus récents.

Comme toutes les sciences pour l'ingénieur, le génie de la réaction chimique se trouve confronté aux grands défis du monde moderne et se mobilise dans les domaines vitaux pour l'avenir de nos sociétés industrielles :

- Développement de nouveaux systèmes de production de l'énergie, par exemple de carburants de substitution à partir du charbon et de la biomasse. Utilisations nouvelles de l'énergie électrique ou de l'énergie solaire.
- Mise en œuvre des procédés biochimiques et biologiques comme les fermentations ou les réactions enzymatiques.
- Fabrication industrielle de produits spécifiques à très haute valeur ajoutée permettant d'équilibrer le commerce extérieur de pays qui, comme la France, sont pauvres en ressources primaires.
- Protection de l'environnement et accroissement de la sécurité des installations.

Ceci sans parler de l'effort plus que jamais nécessaire pour améliorer les consommations en énergie et en matières premières des procédés en place. Concevoir des réacteurs de plus en plus performants, optimiser les taux de conversion et les sélectivités, établir des modèles mathématiques permettant une extrapolation sûre à partir d'un minimum d'expériences à petite échelle, comprendre le fonctionnement de réacteurs mettant en œuvre des systèmes polyphasiques de plus en plus complexes, tels sont les problèmes permanents qui constituaient la toile de fond des discussions de Nice. L'importance actuelle de ces problèmes explique la présence des principaux spécialistes mondiaux du génie de la réaction chimique venus aussi bien des laboratoires universitaires que des grands groupes industriels.

Le comité scientifique avait voulu un programme éclectique, avec un double souci : faire une large place aux applications du génie de la réaction chimique dans les domaines qui intéressent la société industrielle de 1980 ; s'ouvrir vers des domaines nouveaux pouvant bénéficier des méthodes imaginées pour l'étude des réacteurs : après tout un lac, une feuille, un organe vivant sont aussi des réacteurs chimiques...

Cette volonté s'est d'abord manifestée dans le choix des 9 conférenciers invités, qui ont présenté chaque matin en séance plénière des revues générales et des mises au point sur l'état de l'art et les perspectives du génie de la réaction chimique.

Dans une brillante conférence d'introduction, O. Levenspiel (Oregon University, U.S.A.), qui peut être considéré comme l'un des pères fondateurs du génie de la réaction chimique, a montré l'universalité de cette discipline, maintenant arrivée à maturité, et l'extension de ses méthodes dans de nombreux domaines : biochimie, polymérisation, métallurgie, technologie biomédicale, environnement, hydrologie, technologie des traceurs, électrochimie, etc.

D. Thoenes (University of Technology, Eindhoven, Pays-Bas) a passé en revue les problèmes actuels posés par la modélisation des réacteurs.

J. Bailey (University of Houston, U.S.A.) a montré la complexité et la

difficulté de la mise en œuvre des réactions et des réacteurs biochimiques, en soulignant en particulier les implications biologiques sous-jacentes comme le contrôle génétique, mais aussi l'importance des facteurs relevant classiquement du génie des réacteurs dans ces techniques d'avenir.

D. Kunii (University of Tokyo, Japon), qui possède maintenant une longue expérience du développement de systèmes industriels utilisant des réacteurs gaz-solide a montré comment la méthodologie du génie de la réaction chimique intervenait dans le processus d'innovation et de recherche de nouveaux dispositifs de traitement des solides divisés qui seront nécessairement impliqués dans la solution des problèmes posés par les « trois grands E » : Énergie, Environnement, Économie.

H. Van Landeghem (Institut Français du Pétrole) a présenté une revue très complète et critique des méthodes d'étude, de prévision et de représentation des transferts de matière avec réactions chimiques simultanées dans les réacteurs polyphasiques.

L. Pismen (Technion, Israël), dans une conférence de très haut niveau théorique, a rassemblé dans une théorie unifiée les phénomènes d'instabilité cinétique dans les réacteurs naturels et construits par l'homme. La portée de cette théorie, qui s'applique aux processus les plus divers, dépasse largement le cadre des réacteurs chimiques et tente d'unifier la description de toutes les structures dissipatives spatio-temporelles.

R. Jansson (Southampton University, Grande-Bretagne), spécialiste de génie électrochimique, a montré le profit réciproque que les électrochimistes et les techniciens des réacteurs pouvaient tirer d'une collaboration, nécessaire au développement d'un nouveau génie de la réaction électrochimique.

K. Kugeler (Universität de Duisburg, Allemagne fédérale) a décrit l'état de développement actuel du projet allemand de gazéification du charbon utilisant l'énergie nucléaire, qui permettra d'économiser 40 % du charbon nécessaire, mais pose de délicats problèmes de sécurité.

Enfin, dans une brillante conférence de clôture, P. Le Goff (Laboratoire des Sciences du Génie Chimique, Nancy) a jeté les bases d'une nouvelle approche de l'optimisation technico-économique des réacteurs hétérogènes pouvant conduire dans certains cas à revoir complètement des idées actuellement bien établies.

L'ensemble des neuf conférences plénières sera publié prochainement dans un numéro spécial * de la revue *Chemical Engineering Science*.

Les séances de l'après-midi étaient consacrées à des communications présentées en 3 sessions parallèles et sous forme d'affiches. Une sélection sévère (une proposition sur trois retenue) a conduit le comité scientifique à retenir 54 communications orales et 12 communications par affiches, en écartant les études mathématiques trop académiques et en donnant la préférence aux contributions présentant des résultats expérimentaux ou industriels.

Ces contributions étaient organisées en sept rubriques. Les principaux thèmes abordés sont indiqués pour chaque session :

- Cinétique et catalyse.

Discussion des phénomènes de diffusion interne dans les catalyseurs, modélisation des schémas réactionnels complexes (reformage).

- Modèles de réacteurs. Études de conception et de dimensionnement. (2 sessions).

Réacteurs à lit ruisselant, à lit fixe et à lit fluidisé, réacteurs de craquage.

- Génie des réacteurs biochimiques.

Fermenteurs, enzymes immobilisées et réactions dans les systèmes vivants.

- Applications industrielles. Traitement des rejets. Combustion et gazéification (2 sessions).

Réduction des rejets d'oxyde de soufre et d'azote. Conduites non polluantes. Combustion et gazéification en lit fluidisé.

- Transfert de matière avec réaction chimique. Mélangeage.

Réacteurs gaz-liquide et gaz-liquide à solide en suspension. Réactions solide-liquide.

- Dynamique, stabilité et commande des réacteurs.

Phénomènes d'instabilité : ignition, emballement, multiplicité des états stationnaires. Régimes transitoires.

- Génie des réacteurs électrochimiques. Métallurgie.

Utilisation de nouvelles formes de l'énergie (en particulier, réacteurs chimiques solaires).

L'ensemble des 66 contributions est rassemblé dans un numéro

spécial * de la revue *Chemical Engineering Science* paru en janvier 1980 (volume 35, n° 1/2).

Ce bref compte rendu serait incomplet s'il ne mentionnait la qualité des discussions et des échanges personnels, favorisés par un programme social éclectique, associant les congressistes aux nombreuses personnes les accompagnant, dans le cadre prestigieux de la Baie des Anges et sous le charme rétro des ors et des stucks de l'Hôtel Négresco, sans oublier l'excellente revue du Casino Ruhl. Une visite technique aux industries des parfums, à Grasse, et au complexe de Sophia-Antipolis a complété ce programme bien rempli.

ISCRE 7 aura lieu à Boston, du 4 au 6 octobre 1982.

Des contributions sont sollicitées sur les sujets suivants :

Cinétique des réactions. Analyse de modèles cinétiques. Processus physiques dans les réacteurs. Modèles de réacteurs. Dynamique,

stabilité et commande des réacteurs. Réacteurs expérimentaux ou nouveaux. Réacteurs polyphasiques. Réacteurs biochimiques. Réacteurs de polymérisation. Procédés de traitement du charbon et des schistes. Histoires de cas industriels.

Un résumé de 300 mots peut être adressé, jusqu'au 1^{er} octobre 1981, au professeur James Wei, Department of Chemical Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139 (U.S.A.).

Jacques Villermaux

Président du Comité scientifique d'ISCRE 6.

(Laboratoire des sciences du génie chimique, Nancy)

* Ces deux numéros spéciaux peuvent être obtenus au prix de 200 F à la Société de Chimie Industrielle, 28 rue St Dominique, 75007 Paris.

Colloque sur l'agitation mécanique

25-26 septembre 1980, Toulouse

L'Institut du Génie Chimique de Toulouse, l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse et la Société de Chimie Industrielle organisent, à l'Institut du Génie Chimique de Toulouse, les 25 et 26 septembre 1980, un colloque consacré à l'agitation mécanique.

Programme

Section A : Hydrodynamique et consommation d'énergie

(Mise au point des connaissances sur les caractéristiques des écoulements dans les cuves agitées et les problèmes de consommation d'énergie).

Judi 25 (matin)

Généralités sur les caractéristiques hydrodynamiques et la géométrie des systèmes d'agitation, par A. Le Lan (Société Moritz, Chatou).

Étude hydrodynamique du courant de refoulement d'une turbine de flottation à barreaux croisés, par J. Costes, J. Bertrand et C. Alpan (I.G.C., Toulouse).

Étude par anémométrie laser du flux d'une hélice en cuve non chicanée, par P. M. Plion, A. Laulan et J. P. Couderc (I.G.C., Toulouse).

Puissance consommée par les mobiles utilisés en polymérisation en suspension, par F. Roger, M. Roustan et H. Roques (INSA, Toulouse).

L'agitation des bacs de grande capacité dans l'industrie pétrolière et chimique, par C. Carlin (Éts Missenard-Quint, Saint-Quentin).

Les phénomènes de micromélange dans les réacteurs agités continus. Influence sur l'avancement des réactions chimiques. Rôle de la dissipation d'énergie, par J. Villermaux et R. David (ENSIC, Nancy).

Section B : Systèmes solide-liquide

(Traitement du problème de transfert de matière entre un liquide et des particules solides mises en suspension).

Judi 25 (après-midi)

Mise en suspension de particules solides et transfert de matière en cuve agitée, par J. P. Couderc (I.G.C., Toulouse).

Transfert de matière solide-liquide avec ou sans réaction chimique en cuve mécaniquement agitée, par A. Bascoul, J. P. Riba et J. P. Couderc (I.G.C., Toulouse).

Transfert de matière et hydrodynamique dans la lixiviation du matte de nickel par le chlore et le chlorure ferrique, par D. Beutier, S. Jacobert et C. Scheidt (Minemet Recherche, Trappes).

Rôle de l'agitation en cristallisation industrielle, par J. Schwartz (Rhône-Poulenc, Décines).

Section C : Systèmes gaz-liquide

(Étude des transferts de matière entre un liquide et un ensemble de bulles gazeuses dispersées).

Judi 25 (après-midi)

Hydrodynamique et transfert de matière dans les réacteurs gaz-liquide à cuve agitée mécaniquement, par J. C. Charpentier (ENSIC, Nancy).

Efficacité au point de vue transfert d'oxygène des réacteurs agités mécaniquement, par M. Roustan (INSA, Toulouse).

Paramètres de transfert de matière dans les réacteurs gaz-liquide à cuve agitée mécaniquement avec des phases liquides aqueuses et organiques, par M. Belhaj, N. Midoux, A. Laurent et J. C. Charpentier (ENSIC, Nancy).

Utilisation d'agitateurs auto-aspirants pour les contacts gaz-liquide, par A. Le Lan (Société Moritz, Chatou).

Section D : Fluides visqueux et non newtoniens

(Divers aspects relatifs à l'agitation des fluides newtoniens à forte viscosité et des fluides non newtoniens).

Vendredi 26 (matin)

Agitation de fluides non newtoniens; quelques éléments de théorie à la disposition de l'ingénieur, par H. Gibert (USTL, Montpellier).

Écoulement d'un liquide newtonien visqueux généré par un agitateur bipale, par J. Bertrand, B. Kœhret et J. P. Couderc (I.G.C., Toulouse).

Viscosité effective des fluides non newtoniens en cuve agitée, par J. M. Ducla, H. Desplanches et J. L. Chevalier (École Supérieure de Chimie, Marseille).

Agitation avec un dispositif à ancre d'un fluide pseudo-plastique dans une cuve, par H. Gibert et C. Satayaprasert (USTL, Montpellier).

Transfert de chaleur en cuve agitée à des fluides newtoniens et non newtoniens, par H. Desplanches, J. M. Ducla, J. L. Chevalier et M. Bruzelmane (Marseille).

Vendredi 26 (après-midi)

Visites des laboratoires de l'Institut du Génie Chimique et de l'Institut National des Sciences Appliquées à Toulouse-Rangueil.

Renseignements

Inscriptions : Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. : 555.69.46.

Le montant des frais d'inscription s'élève à 800 F. Il donne droit à la participation aux journées, à la fourniture du recueil des conférences et aux deux déjeuners pris en commun.

L'agence officielle pour les réservations d'hôtels est : Toulouse Congrès Tourisme, Donjon du Capitole, 31000 Toulouse. Tél. : (61) 23.32.00.

In memoriam

August Guyer

La Société de Chimie Industrielle a le regret de faire part du décès du Professeur August Guyer qui avait été nommé, en 1956, membre d'honneur de la Société.

M. Guyer a été l'un des fondateurs de la Fédération Européenne du Génie Chimique, il a appartenu au Comité scientifique jusqu'en 1978. A l'École Polytechnique Fédérale de Zurich, où il a enseigné de 1931 à 1967, il a créé l'Institut de technologie de chimie minérale.

Ses travaux se sont étendus de la technique des hautes pressions à la

catalyse, aux phénomènes d'absorption et d'adsorption et à la flottation. Ils ont conduit à de nombreuses applications pratiques. L'Université de Clermont-Ferrand l'a nommé docteur honoris causa en 1954. Il a présidé la Société Suisse de Chimie de 1957 à 1958.

Les très nombreux amis qu'il comptait dans notre pays gardent de lui le souvenir d'une attachante personnalité et de la cordialité de son accueil.

Robert Gibrat

Nous avons le regret de faire part du décès de M. Robert Gibrat, ingénieur en chef des Mines, membre de la Société des Électriciens, des Électroniciens et des Radio-électriciens (S.E.E.), Président d'Indatom, survenu le 16 mai.

M. Gibrat avait été administrateur de la Société de Chimie Industrielle dès 1961 et avait été nommé administrateur honoraire en décembre 1974.

Son action dans l'utilisation de l'énergie des mers était bien connue de tous. Le barrage et l'usine marémotrice de la Rance sont, pour la plus grande part, son œuvre. Il s'est ensuite attaché aux problèmes de

tous ordres que posait le développement des applications civiles de l'énergie nucléaire. Il a contribué à la création de la revue *Énergie Nucléaire* et a présidé son comité de rédaction de 1961 à 1971.

Tous ceux qui l'ont connu gardent le souvenir d'une intelligence exceptionnelle à laquelle aucune œuvre de l'esprit ne pouvait rester étrangère.

La Société de Chimie Industrielle regrette la perte d'un ami qui lui fut très dévoué et présente à sa veuve et à ses enfants ses condoléances attristées.

Communiqués

« EFB Newsletter »

Saluons la sortie du premier numéro de « *EFB Newsletter* », un nouveau bulletin, publié par la Dechema sous le patronage de la Fédération Européenne du Génie Biologique, qui sera distribué à tous les membres de la Fédération. Ce bulletin contiendra des informations et signalera les événements concernant le génie biologique.

Les informations à paraître dans *EFB Newsletter* doivent être envoyées au secrétariat de la Dechema, c/o Dr. Buchholz (ou Miss Schubel), Theodor-Allee 25, P.O.B. 97 01 46, D-6000 Frankfurt (Main) 97.

Livres reçus

« Informations Chimie, spécial 500 usines » (les principaux fournisseurs de produits, services et équipements),

Société d'Expansion Technique et Économique, *Informations chimie*, n° 197.

Heat exchange fluids and techniques (Energy technology review n° 50, Chemical technology review n° 143), par M. W. Ranney, Noyes Data Co., 1979.

Industrial starch technology. Recent developments (Chemical technology review n° 142), par J. C. Johnson, Noyes Data Co., 1979.

Les optiques à fibres et leurs applications, par Denys A. Hill, Éditions Eyrolles, 1980.

Introduction aux lasers, par D. C. O'Shea, W. R. Callen, W. T. Thodes, Éditions Eyrolles, 1980.

Household and industrial fabric conditioners (Chemical technology review n° 152), sous la direction de M. H. Gutcho, Noyes Data Co., 1980.

Fédération Européenne de la Corrosion

8^e Congrès international sur la corrosion métallique

6-11 septembre 1981, Mayence

Le 8^e Congrès international sur la corrosion métallique (8 ICMC) se tiendra à Mayence, les 6-11 septembre 1981. Cette manifestation, qui est la 111^e de la Fédération Européenne de la Corrosion, est organisée par la DECHEMA, Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen e.V., Francfort-sur-Main, en coopération avec les sociétés membres de la Fédération Européenne de la Corrosion et le Groupe allemand Corrosion (Arbeitsgemeinschaft Korrosion-AGK). Elle est également placée sous le patronage du Conseil international de la corrosion.

Les personnes désirant présenter une communication doivent envoyer le titre et le résumé avant le 1^{er} octobre 1980 (résumé de 10 à 15 lignes, en anglais); le texte de la communication (5 ou 6 pages) devant parvenir aux organisateurs avant le 1^{er} avril 1981.

Trois thèmes ont été retenus :

- les procédés dans les systèmes matériau/environnement, essais, protection,
- les solutions aux problèmes industriels et de chaque jour,
- économie, enseignement, information.

Des visites d'usines sont prévues. Il sera également organisé une exposition de matériel.

Renseignements : DECHEMA, P.O. Box 970146, D-6000 Frankfurt/Main 97, R.F.A.

Médaille Cavallaro

Le Jury, qui doit décerner la Médaille Cavallaro pour 1981, a été désigné. Il est formé du Prof. G. Trabonelli (Université de Ferrare,

Italie), du Prof. D. Landolt (École Polytechnique de Lausanne, Suisse), du Prof. J. S. Leach (Université de Nottingham, Grande-Bretagne), du Prof. P. J. Gellings (Université d'Enschede, Pays-Bas) et du Prof. Mattsson (Korrosionsinstitutet, de Stockholm, Suède).

Sommaire de la revue *Analisis*

Vol. 8, n° 4, avril 1980

Analyse des nitrosamines, par M. Castegnaro, E. A. Walker.

Après une revue de l'évolution des techniques analytiques des nitrosamines, le nouveau détecteur « analyseur d'énergie thermique » (TEA) est décrit et ses limites sont discutées.

Détermination des proportions et des puretés optiques des constituants d'un mélange formé par un acide α -aminé et son ester méthylique, par N. Spassky, M. Reix, M.-O. Sepulchre, J.-P. Guetté.

La méthode a été appliquée avec succès à la leucine, valine, phénylalanine, proline et au tryptophane en mélange avec leurs esters méthyliques.

Analyse par fluorescence X de l'épaisseur et de la composition de films évaporés d'aluminium-cuivre, par A. Hemidy, B. de Thy.

La réalisation industrielle de films d'Al-Cu évaporés, pour la fabrication des circuits intégrés, rend nécessaire le contrôle de l'épaisseur et de la composition de ces films. Description d'une méthode simple et rapide.

Étude de la diffusion du gallium dans le silicium par microanalyse ionique et activation neutronique, par M. Gauneau, A. Rupert, S. Haridoss, F. Benière.

Comparaison des deux méthodes.

Détermination isotopique par spectrométrie optique de composés faiblement enrichis en azote 15, par G. Guiraud, J. C. Fardeau.

Les mises au point technologiques présentées portent sur l'appareillage et les ampoules de mesure.

Influence des matrices complexes sur la détermination des éléments en traces, par spectrométrie d'absorption atomique sans flamme.

II. Détermination de l'arsenic et de l'antimoine dans les végétaux, par S. Dupire, M. Hoenig.

Ce travail décrit les problèmes à surmonter avant d'aboutir à des conditions optimales d'analyse de l'arsenic et de l'antimoine dans les végétaux par S.A.A. avec atomisation électrothermique.

Fixation et séparation de mélanges binaires et ternaires de quelques cations divalents en milieu eau-dioxanne sur molybdate de zirconium, par M. I. Gomez del Rio, P. Sanchez Batanero, J.-L. Martin Vazquez.

Étude expérimentale de la fixation des cations divalents Ca, Sr, Cd, Zn et Ba sur molybdate de zirconium en milieu eau-dioxanne.

Spectrophotometric determination of formaldehyde in different media : acetonitrile, N-methylacetamide, water and their mixtures, par T. H. Tran Thi, A.-M. Koulikes-Pujo.

La méthode de dosage spectrophotométrique de traces de formaldéhyde en solution aqueuse par réaction avec l'acide chromique a été appliquée au dosage en solution non aqueuse et en certains de leurs mélanges.

Emploi des émulsions en spectrométrie d'émission de flamme. I. Dosage de l'aluminium après l'extraction de l'oxinate dans la MIBC (méthylisobutylcétone), par M. de la Guardia Cirugeda, V. Berenguer Navarro, J.-L. Guinon Segura.

Note de laboratoire.

Demandes et offres diverses

Recherche : famille Carruette

Les personnes ayant connu M. et Mme Carruette et leurs filles Suzanne Gallard et Jeanne Destombe (ayant habité 59 rue Michel-Ange, à Paris, vers le début des années 1900) sont priées de faire connaître tous les renseignements connus sur la carrière de M. Carruette.

Un livre étant écrit sur la famille Melchett, l'auteur recherche la raison d'un important don reçu par la famille Carruette à la mort, en 1909, du fondateur de la famille Ludwig Mond, dont le fils Alfred a reçu le titre de Baron Melchett of Landford. Les renseignements sont à adresser au secrétariat de la Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris, qui les transmettra à l'auteur de l'ouvrage.

A vendre : un matériel de labo-langues se composant de 1 pupitre, 1 microcasque, 1 micro de prise en charge et électronique « Professeur », 1 synchro dia, 1 console, 6 cabines acoustiques avec 6 microcasques et 6 magnétophones élèves. Matériel quasi neuf n'ayant pour ainsi dire pas servi, vendu globalement ; prix très intéressant. S'adresser à M. Courtin. Tél. : (61) 41.11.62.

A vendre : 1 chromatographe en phase gazeuse, modèle 1440 VARIAN avec ou sans enregistreur V 20. Age : 8 ans, mais en parfait état de marche. Révision complète récente. Visible à Amiens. Si intérêt, prendre RV par tél. : (22) 43.38.28.

Laboratoire PESM, ESPCI, 10, rue Vauquelin, Paris 5^e, recherche spectromètre infrarouge (Perkin-Elmer 257 ou 457 ou équivalent autres marques) pour travaux pratiques. S'adresser à Mme Bokobza, tél. : 337.77.00 (poste 315).

J. H. 28 ans, Technicien chim. Bac. Techn. F.6., cherche emploi dans Lab. de recherche ou de contrôle. 8 ans exper. Lab. (Analyse, Spectro. I.R., UV, RMN, Absorption atomique, Chromatographie gaz., couches minces, hydrologie). Écrire à M. Michel Guignard, B.P. 147, 75963 Paris Cedex 20.

Docteur de 3^e cycle biophysique, grande expérience de laboratoire des corps gras et hydrocarbures. Spécialiste des savons, détergents et agents de surface biodégradables (industries pétrolières, pharmaceutiques, cosmétologie). Connaissance approfondie des techniques afférentes (cristallographie, analyse thermique, électronique...). Ouverture souhaitée : examinerai avec beaucoup d'intérêt toute proposition. Écrire à M. P. Lemaire, 73, rue Lamarck 75018 Paris. Tél. : 254.71.14.

Important Centre de recherches situé dans la proche banlieue nord de Paris recrute un jeune cadre chimiste ayant une expérience pratique de quelques années en chimie analytique générale. Ce cadre sera responsable d'une équipe de trois techniciens et de laboratoires équipés, entre autres, de bancs d'essais électrochimiques et de corrosion. Une part importante du travail est de nature technologique (essais sous pression par exemple), les qualités et les goûts d'un praticien sont donc requis. Un état détaillé des travaux antérieurs doit être présenté dans le dossier de candidature. Écrire Soc. Chim. n° 271.

- Vous êtes titulaire d'un Doctorat d'État ou d'ingénieur,
- Vous avez au moins deux années d'expérience dans l'enseignement supérieur,
- Vous possédez convenablement la langue anglaise.

Nous sommes la plus importante Université scientifique et technique d'Arabie Saoudite (3 000 étudiants, 350 enseignants), et nous disposons de postes de professeurs pour une durée de deux années, renouvelable, à compter du 01-09-1980. Vous enseignerez en anglais, à l'aide des méthodes les plus modernes, et vous aurez aussi toutes les facilités (matériel, bibliographie) pour poursuivre vos recherches ou vous intégrer dans nos équipes existantes.

- Nous vous offrirons un salaire compétitif, correspondant à vos qualifications (+ 13^e mois), exempt de toutes taxes.
- Vous disposerez, gratuitement, d'un logement individuel, climatisé et entièrement équipé, adapté à la taille de votre famille, au sein de notre très active communauté.
- Nous prendrons en charge votre voyage, les frais d'éducation de vos enfants et vous pourrez aussi disposer d'une école française à proximité du campus.
- Votre charge de travail sera de 10 mois, + 2 mois de congés payés ; vous aurez aussi la possibilité d'enseigner dans notre session d'été avec une intéressante compensation.

Nous examinerons avec la plus grande attention votre C. V. détaillé, décrivant votre situation familiale et professionnelle, ainsi qu'une liste de vos travaux et publications.

Tous renseignements complémentaires au Dr Youssef Al-Rashid, Dean of Engineering, University of Petroleum and Minerals, Box 329, Drahran, Saudi Arabia.

Table des annonceurs

J.C.R.	Couv. II	C.E.A.	61
PROLABO	4	G.M.C.	62
VARIAN.	6	VERLAG CHEMIE ..	62
JOBIN-YVON.	20 - Couv. IV	SPRINGER-VERLAG ..	62
ELF-SRTI	26	TECHNICS	67-68
S.C.F.	26-76-91-100	KODAK	71
LIREC	27-28	COULTRONICS	79
POLAROÏD	31	G.T.A.	81
PERKIN-ELMER	32-33	SOCHIBO	86
WATERS.	45 à 50	C.N.R.S.	88

Directeur de la publication : Fernand Gallais, Président de la S.C.F.
Imprimerie Durand, 28600 Luisant, France (1980). Tél. : (37) 21-14-87.
Commission Paritaire : 53953.
Dépôt légal 1976 : 2599.

Prepamatic LC2 de JOBIN YVON

*un nouveau chromatographe liquide
à microprocesseur*

Nouveau chromatographe liquide préparatif à microprocesseur, le PREPAMATIC LC2 comprend une unité d'analyse avec pompe, colonne, injecteur,

détecteur et un pupitre de commande incluant l'électronique, l'enregistreur et le microprocesseur qui pilote les fonctions de l'appareil.

De nombreuses options augmentent considérablement les capacités de l'appareil, en particulier l'automatisme de traitement répétitif, une seconde colonne, un second réservoir, un collecteur piloté par le microprocesseur. Disposant d'une large dynamique d'injection dans les domaines semi-préparatif et préparatif, le PREPAMATIC LC2 apparaît comme un appareil d'emploi facile, s'adaptant parfaitement aux besoins, et sur lequel le souci de la sécurité a été poussé très loin. L'emploi de la technique de Compression Axiale (dispositif breveté) permet, comme sur le MINIPREP et le CHROMATOSPAC, de remplir la colonne à la longueur désirée avec la phase choisie. La productivité du PREPAMATIC LC2 est de plusieurs dizaines de grammes à l'heure.



**JOBIN
YVON**

DIVISION d'INSTRUMENTS S.A.

depuis plus de 160 ans, notre matière, c'est la lumière

16-18, rue du Canal - 91163 LONGJUMEAU Cedex - Tél. (6) 909.34.93 - Téléc JOBYVON 692882 F