

l'actualité chimique

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

Février 1982



**POUR UNE
INFORMATION
COMPLETE SUR
L'AVENTURE
PASSIONNANTE
DES ENERGIES
NOUVELLES**

Abonnez-vous à



energeia technics éditions

258, rue Marcadet - 75018 Paris - Tél. : 229 13 46

BULLETIN D'ABONNEMENT

France : 120 FF

Communauté Européenne : 200 FF

Etranger : 290 FF

Nom _____ Prénom _____

Société ou organisme _____

Adresse _____

Spécialité _____

Veuillez m'abonner pour une période d'un an à **energeia**

Date et signature →

Veuillez m'adresser la facture correspondante



AC

l'actualité chimique

Directeur de la publication

Jean-Claude Balaceanu
Président de la S.C.F.

Comité de rédaction

Marc Chérest
Secrétaire général de la S.C.F.
Robert Guillaumont
Vice-Président de la S.C.F.
Robert Guillet
Délégué général de la S.C.I.
Robert Mas
Administrateur de la S.C.I.

Paul Arnaud
Université Grenoble 1 (Grenoble)
Roland Audebert
E.S.P.C.I. (Paris)
Robert Azerad
Institut de Biochimie (Orsay)
Roger Ben Aïm
Université P. et M. Curie (Paris)
Jean-Pierre Billon
Rhône-Poulenc (Vitry-sur-Seine)
François Chappuis
Direction des Industries Chimiques (Paris)
Jean-Claude Charbonnier
I.R.S.I.D. (Saint-Germain-en-Laye)
Alain Derome
Union des Industries Chimiques (Paris)
Roger Dumon
Creusot-Loire (Paris)
Henri Dupin
C.N.A.M. (Paris)

Francis Fauvarque
P.C.U.K. (Paris)
Gérard Folcher
C.E.N. (Saclay)
Jean Fouché
Rhône-Poulenc (Paris)
Roland Gauquin
Rhône-Poulenc (Paris)
Jean-Paul Guetté
C.N.A.M. (Paris)
André Képès
Jean-Marie Lebeault
U.T.C. (Compiègne)
François Le Goffic
C.E.R.C.O.A. (Thiais)
Pierre Leprince
I.F.P. (Rueil-Malmaison)
Georges Maire
Jean Miquey
Chimie et Écologie (Paris)
Roger Papp
P.C.U.K. (Paris)
Philippe Pichat
A.P.C. (Paris)
François Pierrot
E.S.C.I.L. (Villeurbanne)
Alexandre Revcolevschi
Université Paris-Sud (Orsay)
Yvan Schwob
E.N.S.M.P. (Paris)
Georges Soussan
Université Paris-Sud (Orsay)
Jean Ville
S.N.E.A. (Paris)
Roger Viovy
E.N.S. (Saint-Cloud)

Rédacteurs en chef

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

Rédaction

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

Publicité

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

Abonnements 1982

(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 250 F à cette revue.

Non-membres

France, Europe, 400 F
Afrique du Nord : 400 F
Autres pays
(envoi par avion) : 520 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 50 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**



LE GUIDE DE LA FILTRATION ET DES TECHNIQUES SEPARATIVES

publié par la Société française de FILTRATION
VIENT DE PARAÎTRE

400 pages

format 21 × 29,7 avec 300 illustrations

AVEZ-VOUS DES PROBLÈMES DE SÉPARATION LIQUIDE-SOLIDE ?

- Comment définir un problème de séparation liquide-solide ?
- Qu'est-ce que le SCFT ? Le coefficient de filtrabilité F_k ?
- Quels sont les 26 critères quantifiables qui permettent de choisir un procédé et un appareil de séparation ?
- Quelles sont les possibilités de microfiltration ? Qui vend en France des membranes de microfiltration à pores cylindriques calibrés ?
- Quelles sont les précautions à prendre pour une bonne floculation ?
- Qui distribue en France des flocculants à base d'homopolymère d'oxyde d'éthylène pour les suspensions minérales ?
- Qu'est-ce qu'une décanteuse à bol cylindrique ouvrant ? Une essoreuse à retournement de toie ? Un filtre-pressé à plateaux et poche filtrantes ? Un filtre à tamis rotatif à effet centrifuge ? Un filtre à masse ? Qui vend ces appareils en France ?
- Quelles sont les activités de la Société française de Filtration ?

Les réponses à toutes ces questions, et à une multitude d'autres, figurent dans le GUIDE DE LA SÉPARATION LIQUIDE-SOLIDE, qui est à la fois :

- un traité de séparation : décantation statique — flottation — filtration — centrifugation, écrit par une équipe de spécialistes ;
- un répertoire de près de 300 fournisseurs, organismes, ingénieurs-conseils, avec la description détaillée de leurs activités.

PRIX DE L'EXEMPLAIRE : 480 F

(TTC franco France métropolitaine)
éditeur IDEXPO

21, avenue de la Division-Leclerc 94230 CACHAN Tél. (1) 665.18.34

BON DE COMMANDE A ADRESSER A

IDEXPO 21, avenue de la Division-Leclerc 94230 CACHAN

Je désire recevoir.....exemplaire(s) de l'édition 1981/82 du Guide de la **FILTRATION ET DES TECHNIQUES SÉPARATIVES** et vous adresse ci-joint un chèque de.....F correspondant à ma commande (la facture de régularisation vous sera adressée avec l'ouvrage)

NOM.....Prénom

Société/Etabl.....

Adresse

.....TEL.....

| | | |
|----|--|---|
| 7 | Tribune libre | <i>Les ponts chimiques</i> par Paul F. Oreffice |
| 11 | Faisons le point | <i>Les hydrures métalliques... des éponges à hydrogène</i> par Annick Percheron-Guégan |
| 19 | Méthodes et techniques | <i>Nouvelles techniques d'élaboration du silicium pour les cellules solaires</i> par Yves Pauleau |
| 25 | Génie chimique | <i>Les phénomènes de micromélange dans les réacteurs agités continus</i> par Jacques Villiermaux et René David |
| 29 | Enseignement | <i>Le cours magistral, oui... mais</i> par Paul Arnaud Les livres... Réflexions du groupe «CHAPHAM» sur le contrôle des connaissances en sciences physiques (second Cycle des Lycées) |
| 43 | Bibliographie | |
| 47 | Appareils et produits | |
| 52 | Communiqués | |
| 59 | Informations scientifiques et techniques | Le rôle du gaz naturel dans l'équilibre énergétique La Journée S.P.E. France sur la rhéologie pour le transformateur de thermoplastiques |
| 67 | La page de la DESUP | Commissions de recrutement |
| 69 | La page du C.N.R.S. | Calendrier des colloques |
| 71 | Fédération Française de Chimie | |
| 71 | Société de Chimie Physique | Relaxation électronique et vibrationnelle inter- et intramoléculaire, 2 et 3 juin 1982, à Saclay Deconvolution and reconvolution of analytical signals ; application to fluorescence spectroscopy, 22 et 23 juillet 1982, à Nancy 36 ^e Réunion internationale : Physico-chimie des mouvements ioniques transmembranaires, du 27 septembre au 1 ^{er} octobre 1982, à Paris |
| 73 | G.A.M.S. | Commission «Chromatographie», mercredi 3 mars 1982, à Paris Commission «Spectrométrie de masse», lundi 15 mars 1982, à Palaiseau Groupe régional G.A.M.S.-Ouest, Journées des 30 et 31 mars 1982, à Nantes MESUCORA : Journées du G.A.M.S. des 6 et 7 décembre 1982 |
| 74 | Société de Chimie Industrielle | Groupe «Informatique et automatisation en chimie industrielle», 11 mars 1982, à Paris Fédération Européenne du Génie Chimique : Symposium international «Énergie et économie : matériaux et ingénierie», 12-15 octobre 1982, à Londres 4 ^e Symposium international, 12-16 septembre 1983 à Harrogate (Angleterre) Fédération Européenne de la Corrosion : Journées des 9-11 mars 1982, à Milan Sommaire de la revue <i>Analysis</i> |
| 77 | Société Chimique de France | Réunions : Division Chimie organique : Journée parisienne du mercredi 17 mars 1982 Communiqués : Division Chimie de coordination : réunion des 9 et 10 juin 1982, à Strasbourg Division Chimie du solide : Perspectives et programme d'activités Fiche d'inscription aux Journées des 9 et 10 juin 1982 |

Couv. III Demandes et offres diverses. Table des annonceurs

OBJECTIF DE COMMUNICATION.



L'industrie. Une optique marketing

La concurrence européenne. Le déferlement asiatique. La bataille des brevets. La poussée technologique. Voici les lignes de force de l'industrie. Leur point de convergence : vendre.

Il faut vendre pour exister. Pour amortir

les investissements. Pour financer l'innovation. Il faut vendre pour faire connaître sa marque. Et, cercle vicieux, pour vendre il faut se faire connaître. L'industriel d'aujourd'hui le sait.

Il demande à sa presse une information technologique de pointe, mais aussi une optique marketing.

C'est l'objectif des 203 titres spécialisés qui constituent la presse industrielle.

Leur public : 1 500 000 responsables. Et un

marché de 150 milliards de francs, montant de l'investissement annuel de l'industrie (1979).

Clé de l'économie, cheville ouvrière de notre vie future, l'industrie a sa presse. Celle qui parle son langage et détient sa confiance.

Syndicat de la Presse Industrielle :
6 bis, rue Gabriel-Laumain
75484 PARIS CEDEX 10 - Tél. 770.93.86.

Le répertoire des 203 titres peut vous être adressé sur une simple demande.

L'INDUSTRIE A SA PRESSE

Les ponts chimiques *

par Paul F. Oreffice

(Président et Chief Executive Officer, Dow Chemical Company)

Les ponts, nous les considérons comme établis. Tous, ce soir, nous avons franchi ou utilisé des ponts de toutes sortes pour venir ici. Souvent élégants ou redoutés, les ponts, me semble-t-il, réfléchissent l'esprit de l'homme dans ce qu'il a de mieux quand il cherche à franchir les barrières et à avancer vers de nouvelles frontières. Quand je pense ponts, ce n'est pas seulement au pont de Brooklyn... ou à celui de Golden Gate, je vois d'autres relations : les tunnels, les routes, les canaux..., les ponts mobiles, tels que bateaux, trains, autobus, et oui, même les fusées. Je pense aux ponts électroniques comme le télégraphe, le téléphone, la radio et la télévision, et les ponts intellectuels qui en dérivent.

En bref, je pense aux liaisons quelles qu'elles soient.

Si j'ai un faible pour les ponts, c'est que je suis né à Venise, près du célèbre Rialto, un des 400 ponts qui seuls permettent de faire le tour de la ville. J'ai appris à apprécier ces ponts très tôt, car je suis un piètre nageur.

Maintenant que je vous ai établi une tête de pont, envisageons les diverses sortes de ponts. Ils ne sont pas de pierre et de mortier, ni d'acier et de béton. Cependant, ils vont beaucoup plus loin par leurs implications et leurs possibilités.

Ce soir, je désire parler des quatre ponts fondamentaux que notre industrie chimique doit renforcer si nous voulons prospérer, prendre de l'extension et servir la société au maximum de nos forces.

Tous les quatre sont nécessaires pour atteindre les personnes :

- dans nos Universités,
- dans nos Gouvernements,
- dans le milieu public,
- dans le monde en général.

Je suis forcé de croire que chacun de nous, ici, accepte et applaudit, dans une société industrielle moderne, le rôle clé de la science et de la technologie, en général, et de la chimie et du génie chimique, en particulier. De plus, avec tout le respect dû à nos amis étrangers, il me semble hors de question que la technologie chimique ne soit pas l'une pour laquelle les États-Unis jouent un

rôle de leader mondial. Ne regardez pas plus loin que notre balance des paiements actuelle, elle indique un solde favorable de quelque 10 milliards de dollars par an pour l'industrie chimique.

Cette vérité est, en grande partie, due aux ponts que nous avons construits durant des années entre notre industrie et nos Universités. Penser à l'industrie chimique a tendance à nous faire penser aux approvisionnements en produits à valeur ajoutée. C'est un côté de la question. Très bien, mais nous n'aurions jamais pu atteindre notre objectif sans deux matières premières beaucoup plus importantes : un personnel bien formé et les connaissances. Ce qui n'aurait jamais été obtenu sans un professorat dévoué.

Dans le passé, les ponts soigneusement construits entre l'industrie et les Universités ont aidé à maintenir la disponibilité des deux matériaux et à catalyser un courant suffisant pour recycler un professorat qualifié.

Mais, nous avons admis une érosion de ces ponts. Le Gouvernement s'est interposé comme un père pour aider la recherche. L'industrie n'est plus le facteur qu'elle a été autrefois.

Ainsi, nous pourrions être en danger de perdre notre leadership. Par exemple, nous avons maintenant à faire face, dans l'industrie, à une pénurie d'ingénieurs chimistes compétents. Et l'industrie, dans son ardeur à recruter le dessus du panier, a rendu très difficiles pour l'Université l'engagement et la formation d'un professorat spécialisé.

Nous constituons une partie du problème, c'est évident ; mais, en même temps, nous avons en partie la solution.

J'ai passé du temps à en discuter avec les dirigeants universitaires. Une bonne part de la réponse se trouve dans un très large soutien à l'enseignement des ingénieurs. L'industrie commence à y faire face.

Je suis heureux de vous dire que diverses sociétés, Dow compris, investissent dans ce domaine. Nous avons récemment annoncé que nous avons plus que doublé l'aide à la formation des ingénieurs, qui passe de 2 millions de dollars, cette année, à bien plus de 4 millions de dollars pour l'année prochaine. Associé aux autres aides de Dow à l'enseignement, le total approchera les 8 millions de dollars en 1982. En outre,

* Conférence prononcée par le lauréat de la Médaille de palladium de l'American Section de la Société de Chimie Industrielle, le 17 novembre 1981, à New York.

notre intention est de poursuivre dans cette voie.

Nous en sommes fiers, et fiers que Dow puisse tirer un avantage de cette politique. A mon avis, c'est un cycle parfait car, après tout, c'est l'ingénieur et le scientifique qui sont la force vive de notre société; ils sont l'une des principales raisons qui fait que Dow puisse tirer d'abord un profit. Ainsi, ce n'est pas seulement juste et bon, mais c'est précisément un bon sens des affaires qui assurent le développement de la profession d'ingénieur et sa possibilité de renouvellement continu.

Le problème est assez aigu; néanmoins, je pense que mes collègues de l'Université peuvent avoir de nouvelles idées intéressantes sur la façon d'y répondre. Par exemple, l'un des arguments et l'un des problèmes sont les salaires plus élevés payés par l'industrie et par l'État pour les bons ingénieurs, en particulier pour les plus diplômés, que ceux que paie l'Université.

En même temps, j'ai été surpris, au début de ma réflexion, de découvrir que beaucoup de professeurs ont une faible charge d'enseignement, alors qu'ils consacrent beaucoup de temps à la recherche et à des tâches de consultant. Attention, je ne dis pas que c'est mauvais, mais, en y réfléchissant, il me semble que l'on pourrait permettre à l'Université d'avoir ce qu'il y a de mieux dans les deux cas. Par exemple, supposons qu'on ait créé deux types de chaires, l'un orienté principalement vers l'enseignement, avec plus d'heures de cours que la normale. Un tel poste serait payé sur une échelle de base plus élevée que l'actuelle, puisque ces professeurs auraient plus d'heures d'enseignement et qu'il en faudrait moins. En même temps, l'autre type de professeurs continuerait à avoir un nombre d'heures d'enseignement limité, laissant libre du temps réservé à des tâches de recherche et de consultation. Pour ce type, le salaire de base de l'Université serait inférieur, mais les revenus des professeurs seraient fortement augmentés par des allocations de recherches ou directement par des honoraires de consultants.

Je n'ai vraiment pas étudié tout ce qu'il y a de négatif ou de positif dans ce schéma, mais je le cite pour démontrer que, ensemble, la communauté industrielle et universitaire doit apporter quelque chose de nouveau et de créateur pour résoudre ce problème. C'est sûr qu'une Université statique, passant son temps à se plaindre que le Gouvernement et les affaires paient trop, n'y aide pas.

Le problème a besoin de solutions, non de réclamations.

Il nous faut assez de monde à l'Université pour former les ingénieurs et les scientifiques de demain, tandis que l'industrie et la communauté universitaire ont à faire ce qu'il faut pour résoudre le problème, en particulier avec le déclin du rôle du Gouvernement fédéral dans l'enseignement.

A ce propos, la réduction du rôle du Gou-

vernement fédéral semble un fait positif. J'étais inquiet de voir se développer dans l'enseignement une tutelle qui place l'Université en face des mêmes contraintes, entraves, règlements tatillons et inertie qui ont caractérisé l'action du Gouvernement sur l'industrie.

Nous avons besoin de rassembler nos idées et nos forces pour trouver comment renforcer le développement de cette importante profession indispensable. Nous devons construire un pont sur lequel nous pourrions voir un flot de scientifiques et d'ingénieurs, très instruits et très motivés, passer à la fois vers l'industrie et vers l'Université.

Examinons, maintenant, le second pont que j'ai cité, celui qui nous relie tous à notre Gouvernement.

Certains nous classent, Dow et moi, comme « antigouvernementaux » et « anti-règlements ». Naturellement, c'est un nonsens... et, en fait, c'est une offense, car toute personne raisonnable ne peut être simplement « contre » le Gouvernement et les règlements. D'autres, généralement au Gouvernement, ont signalé la « dureté » du personnel de Dow. Ils peuvent avoir raison.

Pour nous, nous soutenons ce qui paraît être juste, au milieu des intérêts de Dow et de ceux que nous servons. Ces gens regroupent, finalement, tous ceux des pays où nous sommes installés.

Il m'arrive de penser que le Gouvernement et les règlements de ce pays ont manqué de dépasser toute limite. Je ne parle pas d'un noir et sinistre complot. Je parle de la force qui nous a poussés et nous a endormis dans cette voie. Avec, pour conséquence, que ceux qui sont soumis aux lois, vous, nous, les gens en général, sont exclus du processus, tandis qu'un groupe élitiste, dont nombre de non-techniciens, est en première ligne ou au centre des discussions.

Maintenant je ne suis pas opposé à ce qu'ils soient en première ligne et au centre, tant que les autres, y compris l'industrie chimique, peuvent avoir un jour leur mot à dire, leur pont pour ainsi dire.

C'en était venu à un point que je craignais d'aller à Washington. Non seulement nous n'y étions pas entendus comme industrie... mais nous y étions littéralement boycottés. Maintenant, c'est changé. Les ponts sont en place et nous constatons un début d'échange vivifiant d'informations et d'idées qui, je l'espère, donnera de meilleurs résultats. Mais les critiqueurs et les mauvaises langues sont actifs. J'ai été étonné d'entendre les racontars qui concernent M. Watt à l'Intérieur et Mme Gorsuch à l'EPA (Environmental Protection Agency).

Si vous regardez bien ce que font Anne Gorsuch et John Hernandez à l'EPA, par exemple, c'est ce que nous ferions si nous étions mis à leur place. Simplement, ils essaient de soutenir l'Agence dont ils sont responsables pour lui donner un sens et un but, pour écouter ceux que l'Agence doit

diriger et servir, et pour développer les priorités qu'indiquent à la fois les besoins et le mandat que l'Agence a reçus du Parlement. Tout cela me semble franc, logique et sensé. Cependant, les hurlements et les protestations qui s'élèvent du mouvement écologiste, d'une certaine presse et, dans l'Agence elle-même, de ceux qui n'ont pas l'habitude de la direction des affaires, sont suffisants pour induire en erreur.

Un trait caractéristique de toute cette critique : on se plaint que les Agences discutent avec l'industrie, au lieu de constater, contester et sanctionner. Les groupes qui ont pris l'habitude de considérer l'EPA comme leur chasse gardée doivent maintenant partager leur temps avec d'autres, et ça ne leur plaît pas. Il pense que ceux qui sont au Gouvernement devraient avoir honte de parler et de discuter avec des scientifiques et des ingénieurs de l'industrie et de l'Université.

Et bien, tant pis ! Nous devons continuer à construire ce pont en élargissant notre dialogue avec le Gouvernement de façon ouverte et franche.

J'ai, jusqu'ici, parler de construire des ponts avec notre Université et aussi avec notre Gouvernement. Maintenant, j'aimerais parler du besoin sérieux de construire un pont avec le public en général.

Nous aimons penser que nous sommes de braves types..., que nous sommes sans tache..., que tout le monde nous aime. C'est bien, mais tout le monde ne nous aime pas. Disons le carrément, notre image publique est franchement mauvaise.

On nous considère comme des pollueurs, des fabricants de produits chimiques toxiques, des producteurs d'agents cancérigènes.

Récemment, un reporter de la TV a parlé d'un déraillement de train; et, il a remarqué que le train ne transportait pas de produits chimiques toxiques. C'est donc maintenant de l'information d'apprendre ce que les trains ne transportent pas. Un signe des temps.

Une partie du problème est en nous. Je serai le premier à l'admettre. Autrefois, nous n'avions que trop tendance à nous cacher derrière un « sans commentaire » hermétique. C'est que, le plus souvent, nous ne savions pas comment traiter avec les médias.

D'un autre côté, une partie du problème est dans les médias eux-même et dans les difficultés à traiter l'information technique qui n'est pas de la compétence de beaucoup de reporters.

Toute ma formation, et je le pense aussi pour la plupart d'entre vous, m'a appris un grand respect pour la science, la vérité et le droit, et m'a conduit à placer un très grand prix dans une science solide, une technique solide et une vue réelle des faits.

Les décisions politiques dans le monde actuel doivent être fondées aussi bien sur

des bases sociales et politiques que sur des bases réelles et scientifiques. N'importe qui de sensé le perçoit et devrait, je le pense, l'admettre. Cependant, je crains que l'on ait tendance, de plus en plus, à prendre des décisions beaucoup plus pour leur opportunité sociale et politique, en oubliant la réalité et la vérité scientifique. Des exemples en sont partout autour de nous.

Cela peut vous surprendre de m'entendre dire que je crois que le mouvement écologiste a été, à tout prendre, une bonne chose. Je suis sûr que cela ne vous surprendra pas de m'entendre dire que les choses ont été trop loin, et que les extrémistes écologistes utilisent maintenant une pseudo-science, une rhétorique incendiaire et de pures inventions pour atteindre leur objectif de non-croissance.

Je crois que notre principale responsabilité est non seulement de rechercher la vérité et l'honnêteté scientifique, mais de la prêcher, et de la prêcher plus fort et avec plus de force qu'avant. Je sais que c'est un message que vous avez déjà entendu, mais le problème ne s'améliore pas. La seule façon de le résoudre, pour nous tous qui comprenons la science et la réalité scientifique, est de nous dresser et de nous manifester au Rotary Club, au forum de l'environnement, aux conseils municipaux, aux corps législatifs dans les États, et au niveau fédéral, aux réunions des boys scouts, et à toutes autres assemblées similaires. Partout où l'on débat d'importantes communications qui concernent la science, comme au drugstore du coin, nous devons tous faire entendre la vérité.

Quand on en parle dans les médias, il ne sert à rien de se carrer dans son fauteuil et de critiquer la presse pour sa couverture partielle et inexacte de l'industrie, en général, et de l'industrie chimique, en particulier.

Il est un fait qu'on trouve beaucoup d'explications incorrectes et scientifiquement mauvaises, souvent partiales; je suis

convaincu que c'est en partie dû simplement à la complexité scientifique des sujets, hors de la compétence technique des reporters.

Il faut donner des explications en un langage facile et de tous les jours, et multiplier nos efforts d'explication.

C'est un grand défi : il faut que le grand public vienne de notre côté et que nous l'aidions à réaliser que nous sommes responsables, de bon sens, au service d'une industrie elle-même responsable et vitale pour notre manière de vie américaine, nous devons construire un pont vers M. et Mme Amérique.

Enfin, j'arrive à mon dernier pont..., celui qui nous relie au monde en général. Quand les sociétés, comme celles qui sont représentées dans la salle, élargissent leur champ d'action au delà de leur rivages naturels, elles vont là où elles trouvent des marchés attractifs ou des possibilités intéressantes de matières premières. Elles utilisent ainsi les produits et les services qu'elles ont développés et élargissent leur horizon.

C'est la raison pour laquelle 52 % des ventes de Dow sont, par exemple, réalisées hors des États-Unis.

Mais, en faisant des affaires à l'étranger, il arrive aussi une chose : nous construisons des ponts à tous les niveaux avec les autres sociétés. Naturellement cela arrive seulement quand les résultats sont bons pour eux et pour nous; pour être vraiment efficaces, les ponts doivent être à deux voies. Tous les pays avec lesquels nous sommes en contact ont besoin de quelque chose : ils ont besoin de technologie de fabrication, ils ont besoin de savoir-faire technique et commercial, ils ont besoin des éléments nécessaires pour réaliser ou développer une base industrielle moderne.

En même temps, chaque pays où nous travaillons offre quelque chose : outre leurs marchés et leurs matières premières, ils

offrent une main d'œuvre compétente ou que l'on peut former.

En résolvant cette équation, nous vivrons tous en bons termes.

C'est bon pour l'harmonie et la compréhension internationale.

C'est une aide à la création et au maintien d'un état d'esprit et de l'attitude qui dit : qui que vous soyez, quels que soient votre nationalité ou votre lieu de naissance, partout où vous pouvez être, vous atteindrez le sommet, ou un certain niveau, si vous possédez la capacité et l'énergie.

Je suis, ainsi, fier de parler des « mini-Nations-Unies de Dow » :

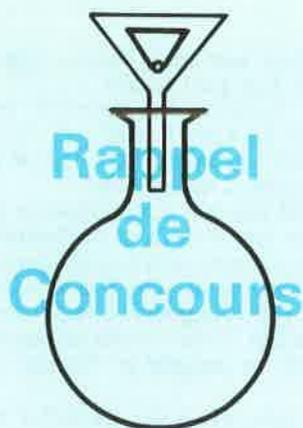
- comme vous le savez, je suis né en Italie,
- le Président de Dow Canada est né au Canada,
- le Président de Dow Europe est né en Bulgarie,
- le Président de Dow Pacific est né au Royaume-Uni,
- le Président de Dow Latin America est né à Cuba.

Et, croyez le ou non, David Rooke, le Président de Dow Chemical U.S.A., est lui aussi né dans un pays étranger..., au Texas.

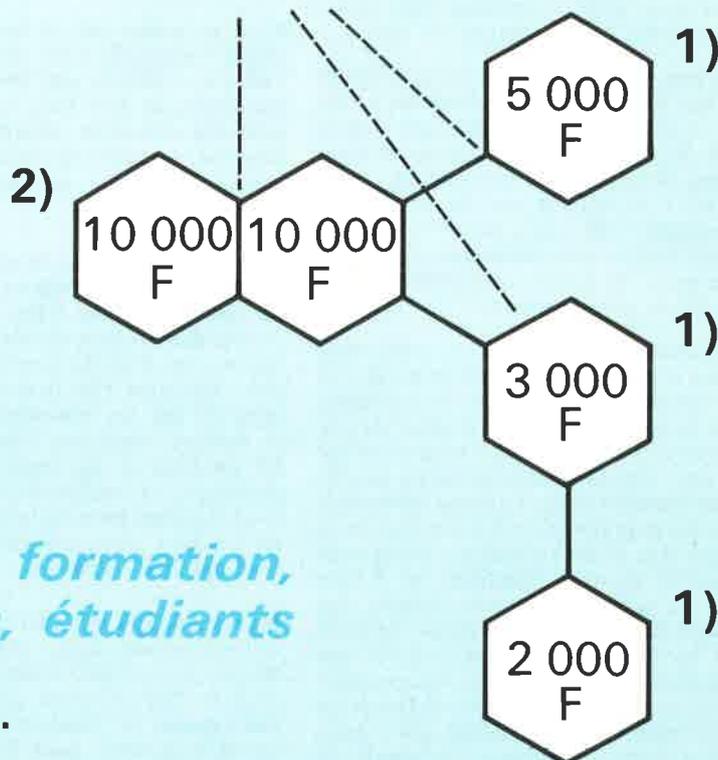
A la dernière réunion de Caucun, au Mexique, le Président Reagan a été ridiculisé par certains médias pour avoir suggérer que « la magie de la place de marché » était la clé du démarrage d'une partie des nations peu développées. Je pense qu'il a raison sur cet objectif. Les sociétés multinationales, qui ont été beaucoup calomniées, ont construit, avec succès, un grand pont autour du monde. Nous avons besoin de maintenir et d'élargir ce pont.

Ainsi sont ces quatre ponts, vers l'enseignement, le Gouvernement, le public et le monde en général.

Si nous faisons bien ces quatre ponts, nous nous sommes assurés d'un solide pont pour l'avenir.



5 Prix d'un
montant de
30 000 Frs



*Vous êtes chimistes de formation,
enseignants, chercheurs, étudiants*

La chimie vous passionne...

Participez au grand concours organisé par la Société Chimique de France, le Musée National des Sciences et de l'Industrie et l'Union des Industries Chimiques.

Ce concours, lancé en 1981, pour l'appel de projets pouvant être subventionnés (clos en mars 1981), est ouvert librement à de nouveaux projets.

Thème du concours : réalisation de prototypes de présentation d'un élément d'exposition qui pourraient figurer dans le thème « Transformation de la matière » du futur Musée. Les prototypes pourront se présenter sous forme

- d'expérience réelle;
- d'expérience simulée;
- de montages audiovisuels;
- de panneaux, de jeux ou simulations sur microordinateurs.

Remise des Prix : septembre 1982. Date de clôture du concours : 30 juin 1982. Lieu du concours : Paris.

Les projets retenus par le Jury et mis en œuvre par le Musée National des Sciences et de l'Industrie feront état des noms des auteurs.

Tous renseignements auprès de la Société Chimique de France.

Concours de La Villette, 250, rue St-Jacques, 75005 Paris.

Les hydrures métalliques... des éponges à hydrogène

par **Annick Percheron-Guégan**

*(Laboratoire de chimie métallurgique des terres rares,
C.N.R.S., 1, place A. Briand, 92190 Meudon)*

Introduction



L'hydrogène paraît devoir jouer, dans un proche avenir, un rôle important dans le domaine de l'énergie. En effet, la raréfaction des ressources en énergies fossiles doit être compensée par l'utilisation progressive de nouvelles énergies : énergie nucléaire à court terme, énergies renouvelables (solaire, éolienne, géothermique) à plus long terme.

Le recours à ces énergies implique l'utilisation de méthodes de stockage et de transport efficaces et souples dont nombre d'entre elles peuvent faire appel au vecteur hydrogène.

La modulation de la fourniture d'électricité d'origine nucléaire est réalisable par son utilisation, en périodes creuses, pour l'électrolyse de l'eau. L'hydrogène, ainsi produit, est stocké en cavités souterraines, transporté par gazéoduc, pour une large part, jusqu'au lieu d'implantation des industries grosses consommatrices (production d'ammoniac, du méthanol, pétrochimie, sidérurgie). L'excédent est utilisé en tant que combustible non polluant dans les moteurs thermiques (véhicules urbains, centrales électriques à turbines fonctionnant aux heures de pointe) ou à plus long terme dans les piles à combustible qui fourniront alors de l'électricité avec un excellent rendement.

L'intermittence et la faible densité de l'énergie solaire peuvent être compensées soit par stockage de l'hydrogène produit par dissociation de l'eau par électrolyse assistée, soit par l'utilisation d'un système à hydrures permettant le stockage des calories et leur restitution sous forme thermique ou électrique.

De même, la récupération des calories basse température des effluents industriels peut être réalisée par l'utilisation de cycles de stockage de l'hydrogène dans les hydrures.

Dans nombre de procédés intervenant dans les utilisations décentralisées, mobiles et domestiques, le stockage de l'hydrogène par les moyens actuels, gaz comprimé ou liquéfié, paraît mal adapté. Une solution peut être apportée par l'utilisation des hydrures métalliques, aptes à stocker sous un très faible volume (figure 1) et sous pression modérée une grande quantité d'hydrogène, ceci pendant de longues périodes et sans aucune perte d'énergie, la restitution du gaz s'effectuant au prix d'un faible apport de calories de basse température.

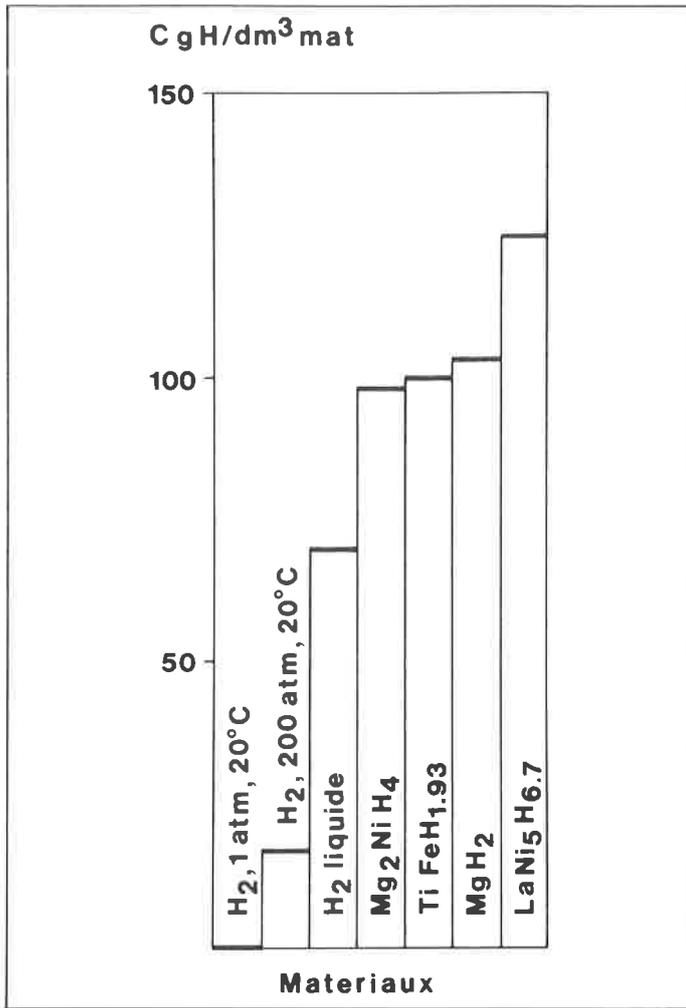
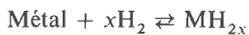


Figure 1. Capacité volumique exprimée en grammes d'hydrogène par dm^3 de différents matériaux.

Qu'est-ce qu'un hydrure métallique ?

Les hydrures métalliques sont des composés solides formés par action directe de l'hydrogène gazeux sur un métal ou un alliage, de façon réversible, schématisée par la réaction suivante :



Cette réaction est décrite par le réseau d'isothermes des diagrammes pression-composition représenté sur la figure 2 a. La caractéristique essentielle de ces diagrammes est, qu'à une température donnée T_1 , la quasi-totalité de l'absorption ou de la désorption d'hydrogène s'effectue à pression constante P_1 en raison de la coexistence des deux phases solides α et β , α étant la solution saturée d'hydrogène dans le métal et β l'hydrure caractérisé par sa teneur en hydrogène, ou capacité C_1 . La pression d'hydrogène correspondant à ce palier d'équilibre varie en fonction de la température selon la loi de Van't Hoff décrite par la relation :

$$\frac{d \log k_p}{dt} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

Cette variation permet de déterminer les grandeurs thermodynamiques relatives à l'hydruration du métal : ΔH° enthalpie et ΔS° entropie de la réaction d'hydruration, selon la relation :

$$\log P_{\text{H}_2} = \frac{\Delta H^\circ}{RT} - \frac{\Delta S^\circ}{R}$$

Un hydrure sera d'autant plus difficile à décomposer que son enthalpie de formation sera plus négative.

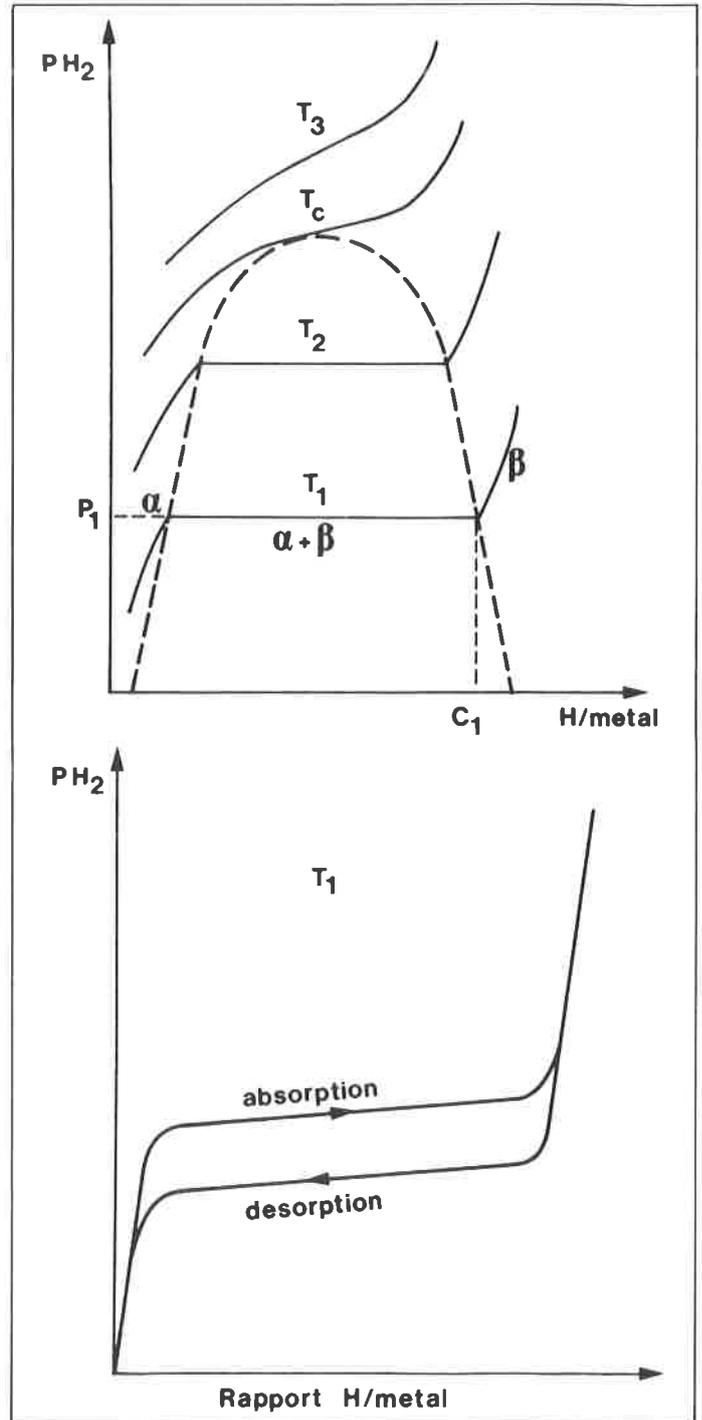


Figure 2. Diagramme d'équilibre pression composition d'un hydrure métallique : a) Isothermes idéaux ; b) Isotherme réel.

En réalité, l'expérience montre (figure 2 b) qu'il existe un phénomène d'hystérésis, la pression d'absorption étant toujours supérieure à la pression de désorption.

Depuis la découverte, en 1866, par T. Graham, des propriétés d'absorption de l'hydrogène en grande quantité par le palladium de nombreux systèmes d'hydrures binaires ont été étudiés. Malheureusement, parmi ces composés, seul l'hydrure de magnésium présente une possibilité d'utilisation à grande échelle pour le stockage de l'hydrogène, tous les autres étant ou trop chers ou trop stables. L'intérêt s'est donc tourné vers les hydrures ternaires de type AxByHz depuis que Libowitz a montré, en 1958, que la combinaison du zirconium avec un élément de transition conduisait à un hydrure dont la stabilité est inférieure à celle de l'hydrure binaire.

Les systèmes d'hydrures utilisables pour le stockage

Parmi les très nombreux hydrures dont les propriétés ont été déterminées, seuls ceux dérivés du magnésium (Mg_2Ni) et des

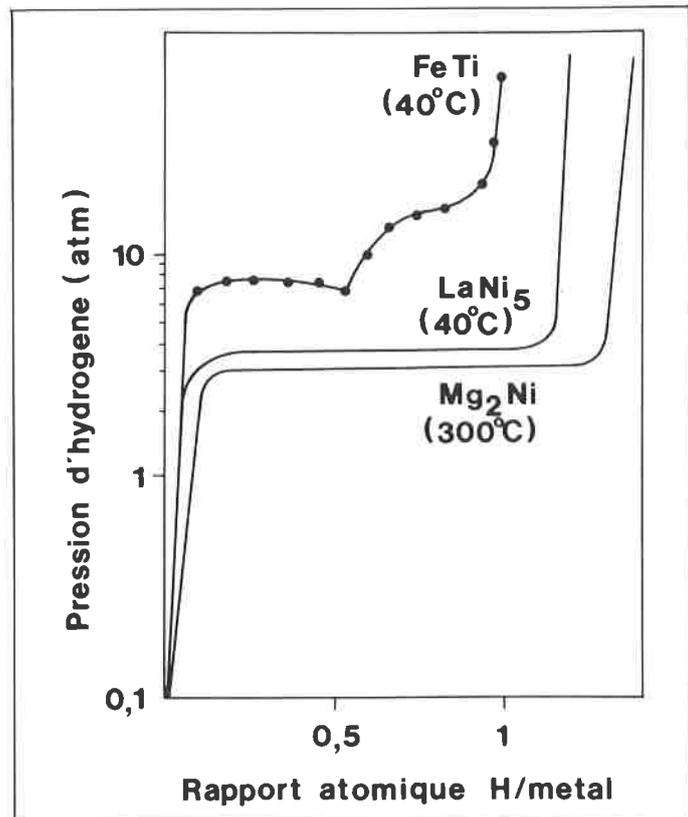


Figure 3. Isothermes de désorption des composés FeTi à 40 °C, $LaNi_5$ à 40 °C et Mg_2Ni à 300 °C.

composés de type $LaNi_5$ et FeTi satisfont à la plupart des critères de sélection relatifs à leur utilisation en tant que matériau de stockage. Ces principaux critères sont les suivants :

- capacité massique (g_{H_2}/kg matériau) ou volumique (g_{H_2}/dm^3 matériau) élevée,
- pression d'équilibre modérée pour une température voisine de la température ambiante,
- enthalpie de formation exothermique et peu élevée (< -20 kcal/mole H_2),
- vitesse d'absorption et de désorption rapide,
- fiabilité : bonne résistance aux impuretés gazeuses, à l'attrition
- investissements et frais d'exploitation peu élevés.

Les propriétés de stockage des composés FeTi et Mg_2Ni ont été découvertes au Brookhaven National Laboratory, en 1968, et celles

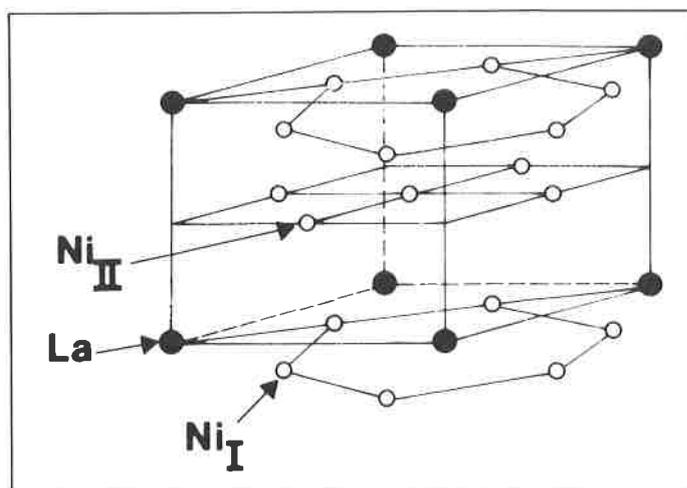


Figure 4. Structure cristallographique du composé $LaNi_5$.

Tableau 1. Comparaison des propriétés de quelques hydrures réversibles.

| Critères de sélection \ Composés | $LaNi_5H_{6,7}$ | $FeTiH_{1,8}$ | MgH_2 | Mg_2NiH_4 |
|--|---|--|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Capacité massique (H_2 en poids %) | 1,5 | 1,8 | 7,6 | 3,8 |
| Capacité volumique (g_{H_2}/dm^3) | 140 | 95 | 115 | 96 |
| Conditions d'équilibre | $P_{H_2} = 1$ atm $T = 10$ °C | $P_{H_2} = 1$ atm $T = 0$ °C | $P_{H_2} = 1$ atm $T = 287$ °C | $P_{H_2} = 1$ atm $T = 253$ °C |
| Enthalpies de réaction kcal/mole H_2 | - 7,6 | - 5,9 | - 18,5 | - 15,4 |
| Activation | très facile 25 °C, 10 bars, 1 heure | difficile 400 °C, 10 bars, 5 à 10 heures | difficile | difficile |
| Cinétique | très rapide | lente | très lente | lente |
| Fiabilité | bonne | assez bonne | vieillessement rapide | sensible aux impuretés gazeuses |
| Coût matière première | élevé | faible | faible | moyen |

de LaNi_5 par une équipe de la Société Philips, la même année; elles sont décrites dans le tableau 1. La figure 3 représente la stabilité relative des hydrures correspondants.

L'hydrure de magnésium apparaît comme un composé frontière car, malgré une capacité massique élevée et un prix modéré, sa pression de dissociation atteint 1 atmosphère seulement au voisinage de 300 °C et son énergie de dissociation élevée implique un apport de calories important à température relativement haute. De plus, le magnésium est très sensible aux impuretés gazeuses et sa vitesse d'hydruration est faible. Bien que celle-ci puisse être améliorée par l'addition de catalyseurs, il semble que le composé Mg_2Ni , malgré une capacité moindre, soit plus facilement utilisable.

Le système fer-titane-hydrogène, malgré une capacité massique très inférieure à celle des composés précédents, un procédé de première hydrogénation difficile et une sensibilité à l'oxygène, présente l'avantage d'avoir une pression de désorption importante à température ambiante et encore suffisante à basse température. Cette

Description du composé LaNi_5 et de ses dérivés

Le composé LaNi_5 s'élabore facilement par fusion des éléments constituants ou par diffusion à l'état solide, sa température de fusion congruente est de 1350 °C. Il présente un domaine de stoechiométrie assez étendu LaNi_x où x_{Ni} est compris entre 4,7 et 5,4 à 1200 °C et dans lequel les paramètres de maille varient notablement.

Sa structure hexagonale de type CaCu_5 (figure 5) est formée d'un empilement alterné de 2 types de plans : l'un, dans le plan de base, est constitué d'un atome de lanthane entouré d'un hexagone de nickel (Ni_1), l'autre, dans le plan médian, est formé par un hexagone de nickel (Ni_{11}). L'hydrure est obtenu en soumettant le composé

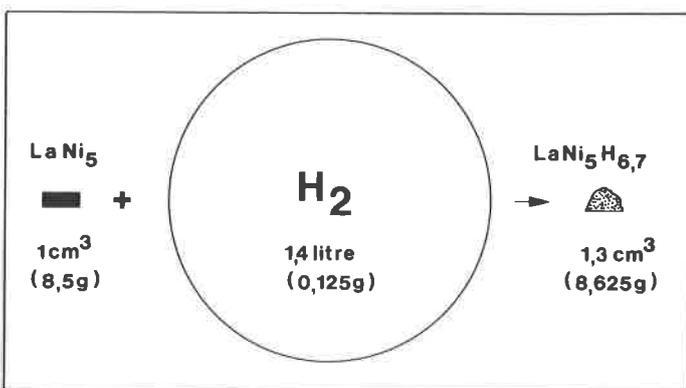


Figure 5. LaNi_5 : une éponge à hydrogène.

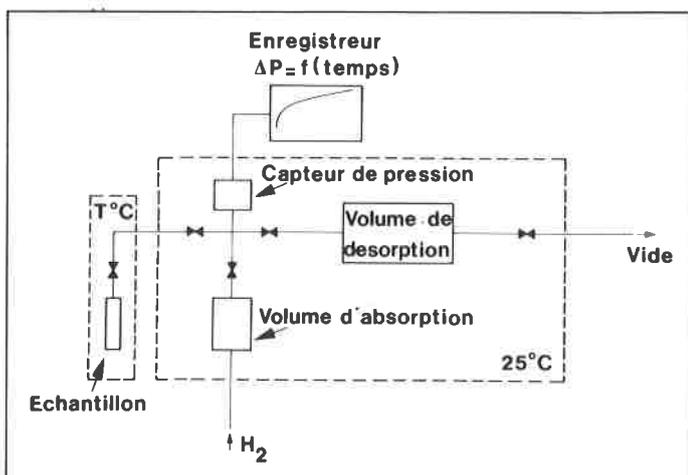


Figure 6. Banc de mesures d'isothermes.

propriété, allée à une capacité volumique excellente et un prix relativement bas, en font un matériau de choix pour les applications.

L'hydrure du composé LaNi_5 a la capacité volumique la plus grande, deux fois celle de l'hydrogène liquide (figure 4), une pression de dissociation voisine de la pression atmosphérique à température ambiante accompagnées d'une grande facilité de première hydrogénation et d'une vitesse de réaction élevée. Toutes ces caractéristiques le rendent très attrayant pour les applications malgré un coût actuel élevé qui peut d'ailleurs être réduit par le remplacement du lanthane par un mélange de terres rares et peut être compensé par une grande tolérance aux impuretés.

Nous présentons ici les propriétés structurales et thermodynamiques de ce dernier système ainsi que les modifications qu'on a pu leur apporter par substitution partielle des constituants, en montrant les facteurs qui influent sur ces propriétés de stockage et permettent de mieux les adapter à des applications spécifiques.

métallique à une pression d'hydrogène de quelques bars, à température ambiante. Au cours de l'hydrogénation, le volume de la maille augmente de 25 % sans changement de structure cristalline, entraînant une pulvérisation spontanée des échantillons. Après un premier cycle d'hydrogénation-déshydrogénation, la taille des grains est comprise entre 10 et 100 μ , puis évolue au cours des cycles suivants jusqu'à une valeur moyenne de 5 μ , limite atteinte après une dizaine de cycles. Au cours de la première hydrogénation à température ambiante, une période d'incubation de quelques dizaines de minutes est observée, les cycles suivants s'effectuant en quelques secondes.

Les diagrammes d'équilibre : pression à différentes températures-composition sont déterminés à l'aide d'un dispositif (figure 6) qui permet de mesurer l'évolution de la pression au cours d'ajouts successifs de petites quantités d'hydrogène dans le volume étalonné et thermostaté contenant l'échantillon.

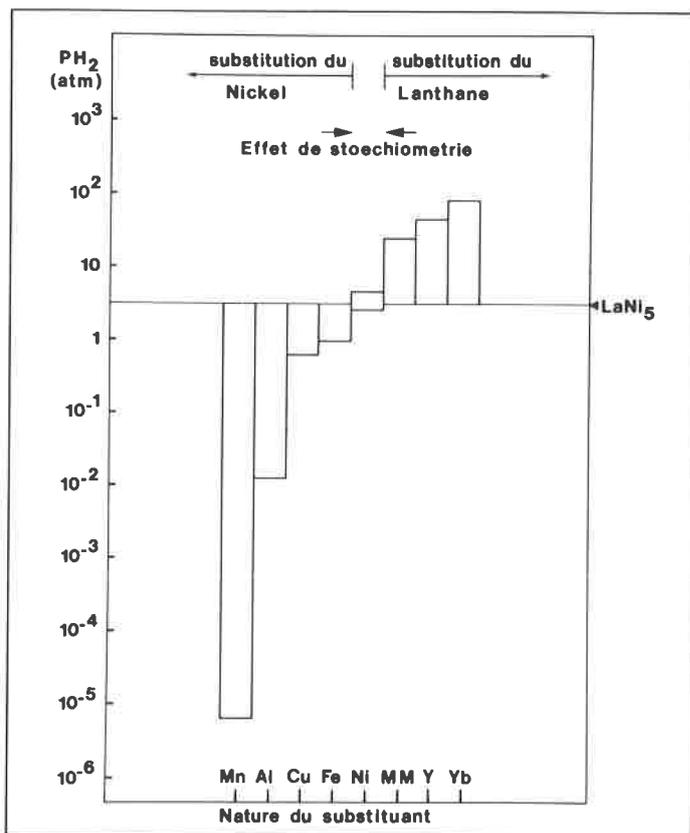


Figure 7. Pressions d'équilibre des hydrures des composés substitués de type LaNi_5 .

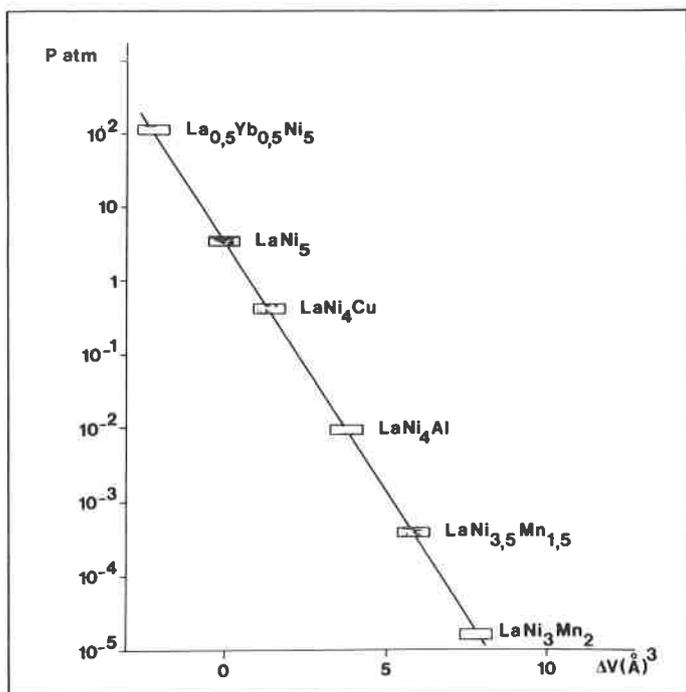


Figure 8. Variation des pressions d'équilibre des hydrures en fonction du volume de la maille du composé intermétallique.

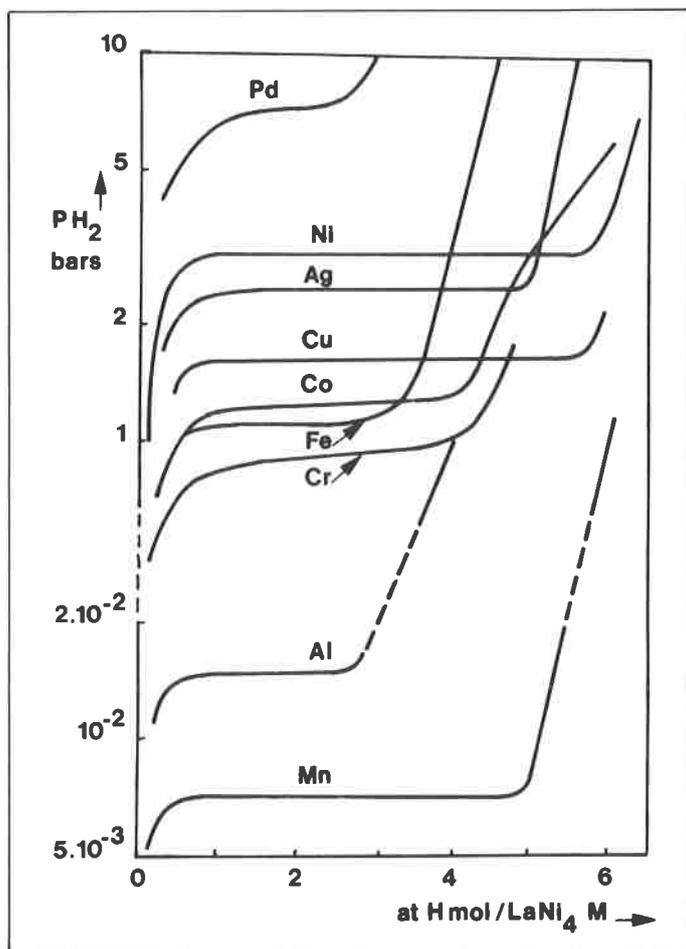


Figure 9. Isothermes à 40 °C de différents composés substitués de type LaNi_5 .

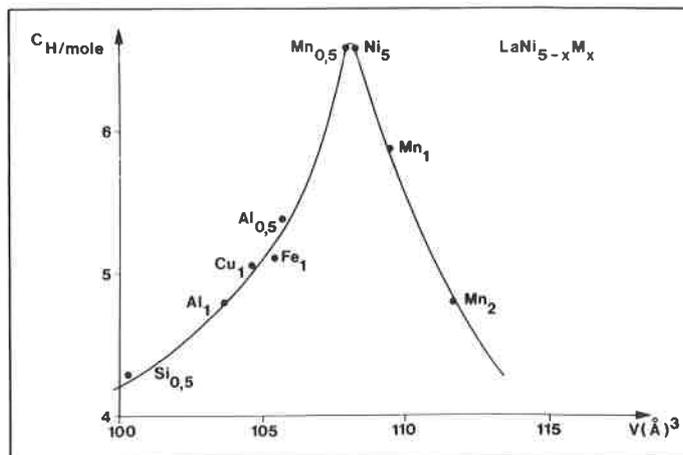


Figure 10. Variation de la capacité des hydrures en fonction du volume de leur maille cristallographique.

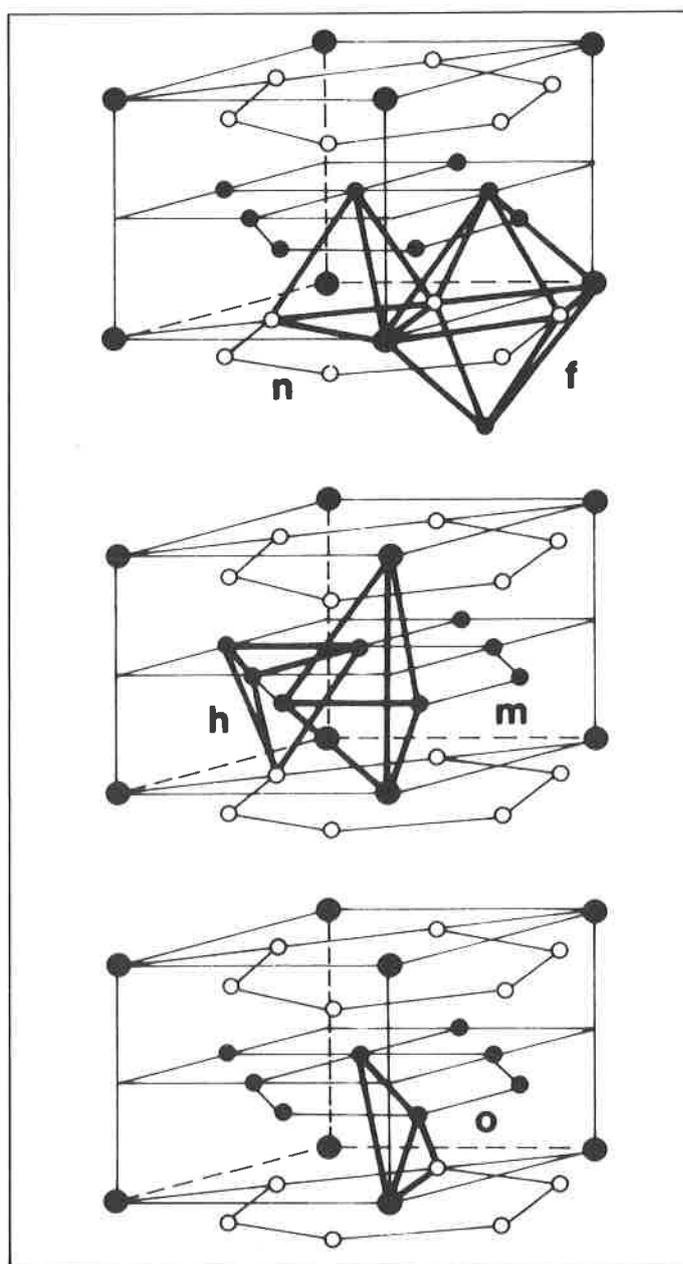


Figure 11. Structure de l'hydrure $\text{LaNi}_5\text{H}_{6.5}$ (sites interstitiels occupés par l'hydrogène).

La substitution du lanthane ou du nickel peut se faire dans des limites de concentration variant beaucoup d'un élément à l'autre ; elle entraîne une variation linéaire du volume de la maille hexagonale en fonction du taux de substitution. Ces substitutions conduisent à une variation des pressions d'équilibre des hydrures correspondants qui, à 25 °C, peuvent s'échelonner entre 10^{-5} et 50 atm. (figure 7). Pour un substituant et une température donnés, on a pu établir que le logarithme de la pression varie linéairement en fonction du taux de substitution. Il s'en suit une corrélation plus générale entre les pressions d'équilibre des hydrures et le volume de la maille de leurs composés intermétalliques qui est vérifiée quels que soient la nature et le taux de substitution. Une telle abaque (figure 8) met en évidence le rôle joué par le facteur géométrique sur les propriétés de stockage des hydrures et, du point de vue pratique, permet, à partir d'une simple mesure de paramètres cristallins, de choisir, pour une pression d'équilibre désirée, la nature et le taux de substitution les mieux adaptés à un procédé de stockage en fonction des autres critères (capacité, prix, résistance à la corrosion).

La teneur en hydrogène des hydrures est aussi modifiée par les substitutions comme le montre la figure 9, le plus souvent de façon

défavorable. Il est à noter que des composés intermétalliques de volume de maille très voisin peuvent stocker des quantités hydrogène assez différentes et qu'il n'existe pas de relation simple entre la teneur en hydrogène et le volume de la maille de l'hydrure (figure 10).

Des expériences de diffraction neutronique, effectuées à l'Institut Laüe-Langevin, à Grenoble, ont permis d'établir que l'hydrure $\text{LaNi}_5\text{H}_{6,6}$ conserve la même structure que le composé métallique original. L'hydrogène se place en position interstitielle et, parmi les sites disponibles, seuls certains d'entre eux sont occupés et ce de façon partielle (figure 11). Lorsque le nickel est substitué sur ses deux sites en même temps, la teneur en hydrogène de l'hydrure reste très peu différente de celle du composé LaNi_5 , lorsque la substitution du nickel s'effectue seulement dans le plan médian on observe une interdiction de remplissage des sites interstitiels voisins entraînant une réduction de la capacité. Il est à noter que cette interdiction de remplissage n'est pas due à une modification de la dimension du site, mais à l'influence de la structure électronique des proches voisins de l'atome d'hydrogène.

Les applications du composé LaNi_5 et de ses dérivés

Les applications du composé LaNi_5 et de ses dérivés sont celles d'hydrures dits de basse température qui présentent, en outre, une bonne tolérance aux impuretés gazeuses et sont donc bien adaptés au stockage de haute densité sous faible pression de l'hydrogène pur ou de qualité industrielle. Ces matériaux ainsi que le fer-titane conviennent au stockage mobile (figure 12) (pile à combustible, moteurs à combustion interne) ainsi qu'au stockage fixe décentralisé, à petite et moyenne échelle. De plus, la modulation aisée de leurs pressions d'équilibre et leur bonne résistance à la corrosion en milieu électrolytique alcalin les rendent aptes à d'autres applications spécifiques telles que le stockage de l'électricité (électrodes d'accumulateurs), la valorisation des calories provenant de sources basse température (effluents industriels) ou intermittentes (énergie solaire).

Avant de présenter ces applications, nous devons souligner que le prix élevé des composés de type LaNi_5 , qui freine leur utilisation industrielle à grande échelle, peut être considérablement réduit.

En effet, en remplaçant le lanthane par un mélange de métaux des terres rares (mischmétal), dont le prix est très inférieur, on obtient un composé dont la capacité de stockage est identique mais dont la pression d'équilibre est plus élevée (20 bars à 20 °C) et l'hystérésis prohibitive ($P_{\text{absorption}} - P_{\text{désorption}} = 40$ bars à 20 °C). Cependant, grâce à la substitution simultanée au nickel de métaux tels que l'aluminium ou le manganèse en proportions convenables, on peut obtenir un composé dont les propriétés sont identiques à celles du LaNi_5 et dont le prix est de beaucoup inférieur.

• Stockage de l'hydrogène de haute densité

L'utilisation de ces hydrures, pour le stockage de l'hydrogène à petite échelle, présente de nombreux avantages par rapport au gaz comprimé ou liquéfié. En plus de l'économie de l'énergie de

Tableau 2. Comparaison de deux modes de stockage de 490 g d' H_2 , soit environ 6 000 litres à 20 °C et 1 atmosphère.

| | Gaz comprimé dans bouteille d'acier | Hydrure (LaNi_5) dans bouteille d'alliage léger |
|-----------------|--|---|
| Poids | 51 kg | (39 kg poudre + 10 kg bouteille) 49 kg |
| Volume | 39 litres | 13 litres |
| Pression | 150 atm (Pression initiale) | 2,5 atm à 300 k |
| Effet thermique | négligeable | 7,6 kcal/mole H_2 (absorption) |
| Désorption | très rapide | quelques minutes |
| Sécurité | danger d'explosion en cas de choc ou rupture | danger d'explosion limité en raison de la désorption endothermique et faible pression |

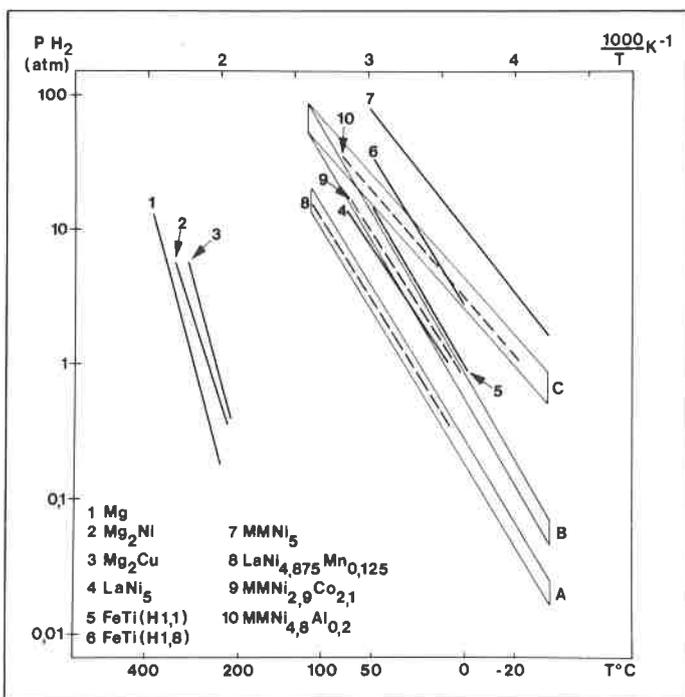


Figure 12. Stabilité de différents hydrures par rapport aux domaines de pression d'utilisation : Réservoir de pile à combustible (A) ; Moteur à combustion interne (B) ; Moteur à combustion interne auxiliaire de démarrage (C).

compression et de la simplification de manutention, un stockage sous forme d'hydrures présente, à poids égal, un volume réduit du tiers (tableau 2) et une grande sécurité due à la faible pression d'hydrogène. De plus, avec les composés dérivés de LaNi_5 , le choix de l'hydrure adapté à la pression d'utilisation permet de réduire au maximum l'apport de calories nécessaires à l'extraction d'hydrogène. Pour illustrer l'utilisation des hydrures comme réservoir d'alimentation des moteurs à combustion, nous citons l'exemple d'un modèle développé par Daimler-Benz, en Allemagne, comportant un système d'alimentation mixte : essence pour les longs parcours et hydrogène pour l'usage urbain (combustion non polluante). Un véhicule de 8 passagers, muni d'un moteur de 2,3 litres et développant une énergie de 50 kW, présente une autonomie de 150 km avec un réservoir à hydrure de 260 kg dont 200 kg d'hydrures contenant 3,6 kg d'hydrogène. Ce réservoir peut être rechargé en 15 minutes environ, à partir du réseau de distribution d'un gaz urbain contenant 54 % d'hydrogène.

● Stockage sélectif de l'hydrogène et sa purification

La résistance de ces composés à l'empoisonnement par les impuretés gazeuses contenues dans l'hydrogène industriel (H_2O , CO_2 , CO , CH_4) les rend aptes au stockage direct de ce type de gaz sur les lieux de production : électrolyse de l'eau auprès des centrales nucléaires par utilisation de l'électricité heures creuses, gazéification du charbon, stockage après conversion de l'oxyde de carbone.

L'étude de l'évolution du comportement de ces composés au cours d'une centaine de cycles d'absorption-désorption d'hydrogène saturé de vapeur d'eau (45 °C, 8 bars) n'a révélé qu'une légère diminution de la vitesse d'absorption, 80 % de la charge étant absorbée en moins d'une heure, la vitesse de désorption demeurant inchangée de l'ordre de 2 minutes. La capacité de stockage décroît faiblement au cours des cycles, mais demeure de l'ordre de 95 % de la capacité initiale après une centaine de cycles.

Lorsque les impuretés gazeuses sont constituées de quelques % de CH_4 (4 %) ou CO_2 (6 %), on n'observe pas, pour une centaine de cycles, de modification de capacité de stockage, la cinétique de désorption n'est pas affectée. Un effet de purification est, en outre, observé puisqu'aucun de ces deux gaz n'est retenu par la charge. La sélectivité de ces composés au regard de l'hydrogène permet d'obtenir un gaz ultra pur (99,999 %) à partir d'un gaz à 99,9 % d'hydrogène.

La présence de traces d'oxyde de carbone n'affecte pas la capacité de stockage; elle demeure, par exemple, à sa valeur maximale lorsque le stockage est effectué à partir d'un mélange gazeux représentatif d'un gaz de réformage; après conversion du CO (79,3 H_2 ; 20,3 CO_2 ; 0,3 CH_4 ; 700 ppm N_2 ; 20 ppm CO; saturé en vapeur d'eau). En revanche, la présence de quelques % de CO a un effet inhibiteur prononcé mais cet effet peut être considérablement diminué par une augmentation de la température de stockage.

L'activité de LaNi_5 vis-à-vis de l'hydrogène, malgré la présence de certaines impuretés (H_2O , O_2) contrairement à certains autres hydrures, peut être interprétée à partir d'une analyse de surface : le lanthane s'associe à la vapeur d'eau ou à l'oxygène libérant le nickel qui conserve son action catalytique de dissociation de la molécule d'hydrogène en hydrogène atomique qui pénètre alors rapidement dans le réseau. Au contraire, en présence de CO, il y a formation de liaisons carbonyles qui détruisent l'activité catalytique du nickel. Par élévation de température, ces liaisons sont détruites ce qui permet de retrouver les caractéristiques d'absorption du composé.

● Application électrochimique

Par ailleurs, nous avons mis en évidence au laboratoire que le composé LaNi_5 ne subit pas de corrosion en milieu alcalin et que son hydrure peut être formé par charge cathodique à la température ambiante dans une cellule ouverte représentée, figure 13 a, selon les réactions suivantes : à l'électrode négative :

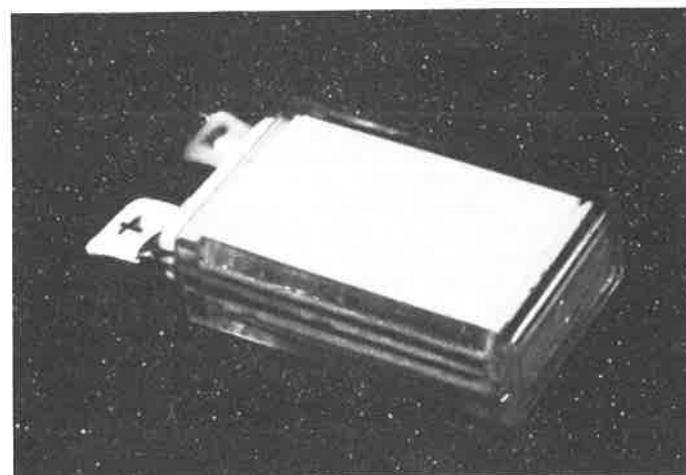
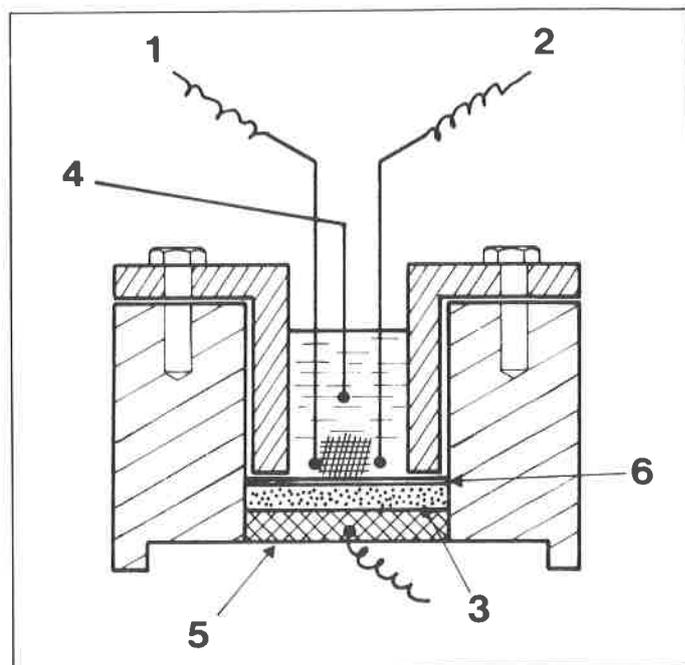
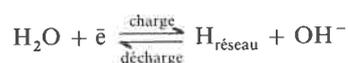


Figure 13. Stockage cathodique par les hydrures de type LaNi_5 .

a) Cellule électrolytique de laboratoire.

1. Contre électrode (or); 2. Électrode de référence (calomel);
3. Cathode (hydrure pulvérulent); 4. Électrolyte (KOH 5N);
5. Collecteur; 6. Séparateur poreux.

b) Électrode industrielle (réalisation SAFT).

l'équilibre étant régi par la pression d'hydrogène selon la relation :

$$E = E_0 + 2,3 \frac{RT}{F} \log \frac{1}{\sqrt{P}}$$

où $E = E_0$ pour l'électrode normale à hydrogène.

A la composition LaNi_5H_6 correspond une capacité théorique de 370 mAh/g. Cette capacité est nettement supérieure à celle des électrodes au plomb (177 mAh/g) et voisine de celle des électrodes de cadmium (365 mAh/g). Cependant, la capacité effective mesurée est pour cet hydrure de 320 mAh/g, alors que celle du cadmium n'est que de 270 mAh/g. De plus cette électrode peut être chargée et déchargée très rapidement et ce même à basse température. En cellule ouverte, la capacité de ce composé diminue brutalement au-dessus de 30 °C par désorption spontanée d'hydrogène, mais par le jeu des substitutions précédemment décrites, on peut obtenir

nir des composés formant des électrodes utilisables entre - 10 et 50 °C de capacité voisine de 360 mAh/g.

En associant ces électrodes à hydrure à une électrode positive, de nickel par exemple, on constitue, en utilisant un électrolyte aqueux basique, un accumulateur dont l'énergie massique est élevée, de l'ordre de 100 Wh/kg qui fonctionne dans un large domaine de température autour de la température ambiante. Des études de faisabilité sont conduites, en collaboration avec la société S.A.F.T., sur des maquettes de différentes structures, de capacité voisine de 8 Ah (figure 13 b).

• **Stockage et transformation de calories de basse énergie**

Enfin, l'énergie de dissociation des hydrures et la variation de leur pression de dissociation en fonction de la température peuvent être mises à profit pour la réalisation de dispositifs de stockage de récupération ou de transformation de calories. Ainsi, une pompe à chaleur n'utilisant aucun compresseur mécanique peut être constituée en utilisant deux hydrures différents. La modulation précise des pressions de dissociation, par substitution dans le composé $LaNi_5$, permet d'obtenir les composés les mieux adaptés à un cycle thermique choisi et ainsi bénéficier d'un rendement élevé. De plus, la détente de l'hydrogène délivré sous haute pression peut être utilisée pour transformer l'énergie thermique basse température en électricité.

Le procédé Hycsos, mis au point aux U.S.A. par Argonne National Laboratory, qui utilise actuellement les composés substitués $LaNi_{5-x}Al_x$ et $LaNi_{5-x}Mn_x$ étudiés pour la première fois dans notre laboratoire, illustre ce type d'applications. Un des modes de fonctionnement de ce procédé, représenté sur la figure 14, permet le chauffage d'habitations à partir de l'énergie solaire en s'affranchissant de son cycle diurne. Plusieurs réservoirs contenant deux hydrures de stabilité différente adaptée aux températures des sources chaude et froide sont utilisés : le jour, les calories apportées par le soleil sont utilisées pour la désorption de l'hydrure le plus stable, l'absorption simultanée par l'autre hydrure fournissant de la chaleur. La nuit, les calories prises à l'extérieur suffiront à désorber cet hydrure, l'absorption par l'autre hydrure fournissant à son tour de la chaleur. Un autre mode de fonctionnement peut permettre la climatisation, en froid, des habitations alternativement à l'utilisation des capteurs solaires; les calories pourront être apportées par des effluents de basse température.

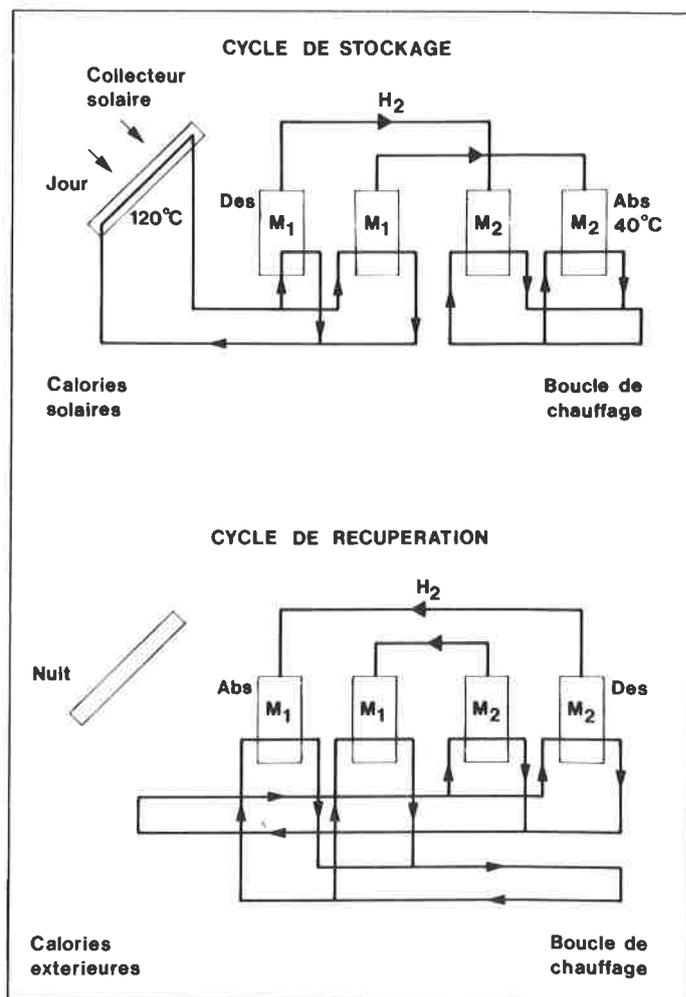


Figure 14. Stockage de calories de basse énergie (procédé Hycsos mode chauffage). M_1 et M_2 représentent deux hydrures de stabilité différente.

Nouvelles techniques d'élaboration du silicium pour les cellules solaires *

par Yves Pauleau

(Laboratoire de physico-chimie minérale et de thermodynamique, Université d'Angers, Faculté des Sciences, 2, boulevard Lavoisier, 49045 Angers Cedex)

Le développement de l'utilisation des cellules solaires au silicium implique une diminution du coût du matériau. De nouvelles méthodes de purification du silicium de pureté métallurgique moins coûteuses sont étudiées. Les recherches concernant l'élaboration de matériaux pour les creusets réfractaires, les techniques de découpage des barreaux de silicium et les nouveaux équipements d'étirage de monocristaux par la méthode Czochralski sont présentées. Les nouvelles méthodes de croissance de ruban de silicium monocristallin, dont l'utilisation doit aboutir à des économies d'énergie et de matière première, sont examinées.

1. Introduction

Le calcul du rendement de conversion idéal d'une cellule solaire en fonction de la largeur de la bande interdite du semi-conducteur montre que le silicium n'est pas le matériau le plus intéressant (1). Néanmoins, il a été et reste encore le semi-conducteur le plus utilisé pour fabriquer des cellules solaires du fait que son élaboration sous forme de monocristaux de pureté électronique et la technologie en microélectronique sont bien maîtrisées. Les cellules solaires classiques utilisées notamment comme source d'énergie à bord des satellites et engins spatiaux sont fabriquées à partir de plaquettes circulaires découpées dans un barreau de silicium monocristallin de pureté électronique. Leur fabrication comprend essentiellement les quatre étapes suivantes :

- élaboration du silicium de pureté électronique (teneur en impuretés de l'ordre de 0,2 ppb);
- étirage de barreaux de silicium monocristallin par la méthode Czochralski;
- découpage des barreaux de silicium en plaquettes et polissage des plaquettes;
- fabrication de la cellule solaire, proprement dite, à partir de ces plaquettes.

Ces cellules coûtent 4 000 à 5 000 F le mètre carré et les meilleures d'entre elles ont un rendement de conversion de 19 % ce qui ne permet pas d'envisager, pour l'instant, une large utilisation de ces cellules comme source d'énergie terrestre. Ce coût élevé a pour origine la purification du silicium métallurgique, l'étirage des monocristaux de silicium par la méthode Czochralski et les opérations de découpage et de polissage des plaquettes. Le développement de l'utilisation des cellules solaires au silicium nécessite la réduction des coûts du silicium et de fabrication des cellules tout en maintenant à un niveau convenable ou en améliorant le rendement de conversion. Par exemple, le programme de recherche américain a pour objectif la fabrication, en 1986, de cellules au silicium dont le prix sera de l'ordre de 250 à

* Extrait de la conférence intitulée « Les matériaux semi-conducteurs pour les cellules solaires », présentée à Angers, le 5 décembre 1980, au cours de la réunion de la Section de l'Ouest de la SCF.

350 F le mètre carré et dont le rendement de conversion sera d'environ 15%. Pour atteindre cette réduction importante des coûts de production, les programmes de recherche en cours visent à mettre au point de nouvelles techniques de purification du silicium métallurgique, à améliorer la méthode Czochralski et à

2. Purification du silicium métallurgique

La préparation du silicium de pureté électronique comporte les quatre étapes principales suivantes :

- réduction de la silice par le coke au four à arc électrique;
- attaque du silicium de pureté métallurgique par le chlorure d'hydrogène;
- purification du trichlorosilane par distillation;
- formation de barreaux de silicium polycristallin de pureté électronique en réduisant le trichlorosilane par l'hydrogène.

Les teneurs moyennes en impuretés dans le silicium métallurgique sont trop importantes pour fabriquer directement des cellules solaires à partir de ce matériau (tableau I). Toutes les impuretés ne

Tableau I. Teneurs moyennes en impuretés contenues dans le silicium métallurgique (d'après la référence 2).

| Élément | Composition pondérale (en ppm) |
|---------|--------------------------------|
| Al | ≥ 5 000 |
| Fe | 1 000-3 000 |
| B | 10-100 |
| C | 500 |
| V | 100-1 000 |
| Cu | 10-100 |
| Ti | 30-400 |
| Mn | 30-300 |
| Mg | 10-100 |
| Cr | 30-300 |
| Ni | 10-100 |
| P | 50-100 |

développer de nouvelles méthodes de croissance de monocristaux permettant d'obtenir le semi-conducteur sous forme de feuille ou de ruban pour éviter les opérations de découpage et polissage. Les résultats obtenus dans ces différents domaines et l'orientation des recherches actuelles sont examinés dans cet article.

possèdent pas la même activité. Le bore, l'aluminium et le phosphore sont des impuretés électriquement actives. Les teneurs élevées en métaux de transition diminuent la mobilité des porteurs dans le semi-conducteur. Les performances de la cellule sont sérieusement affectées si le silicium contient seulement 10^{13} atomes. cm^{-3} de vanadium, de titane ou de zirconium, ou 2×10^{14} atomes. cm^{-3} de fer, manganèse ou chrome alors que le cuivre et le nickel ont peu d'effet même si leur teneur atteint 10^{16} atomes. cm^{-3} . La pureté électronique n'est pas indispensable pour obtenir des cellules possédant de bonnes caractéristiques de fonctionnement mais le niveau exact de purification du silicium pour cellule solaire, c'est-à-dire la « pureté solaire », reste encore à préciser. La teneur globale en impuretés admise actuellement est située entre 1 ppm et 10 ppb (composition pondérale) (2). Ce niveau de « pureté solaire » peut être atteint par des procédés de purification moins coûteux que celui utilisé pour obtenir le silicium de pureté électronique (passage par l'intermédiaire du trichlorosilane) qui multiplie le prix du matériau par un facteur 100 environ. Les concentrations en aluminium, calcium, fer, nickel, manganèse, titane et cuivre peuvent être abaissées en faisant passer du chlore et de l'oxygène dans le silicium fondu. Le traitement du silicium métallurgique par l'eau régale élimine 90 % des impuretés. Le bore et le phosphore sont plus difficiles à éliminer par ces procédés mais leur teneur atteint une valeur acceptable si la réduction de la silice au four à arc électrique est réalisée avec du carbone de bonne pureté. La croissance des barreaux de silicium par la méthode Czochralski entraîne une ségrégation des impuretés ce qui améliore également la pureté du matériau. La réduction du tétrachlorure de silicium par le zinc, la réduction du silane ainsi que le passage par l'intermédiaire des fluorures de silicium sont des procédés d'élaboration et de purification du silicium particulièrement étudiés actuellement (3, 4).

3. Amélioration de la méthode Czochralski

La méthode Czochralski permet de faire croître des barreaux de silicium monocristallin à partir du silicium en fusion contenu dans un creuset de silice. Un germe de silicium est plongé dans le bain en fusion et la croissance du monocristal est obtenue en déplaçant le germe vers le haut. Le creuset et le germe sont animés d'un mouvement de rotation de sens opposés ce qui permet la croissance d'un cristal vertical de section circulaire uniforme. Lorsque la plus grande partie du silicium en fusion contenu dans le creuset a été utilisée, la croissance du barreau est arrêtée. Après refroidissement du réacteur, le silicium restant dans le creuset se solidifie et la réutilisation du creuset est impossible ce qui augmente le coût du barreau de silicium de 250 F environ.

Dans les procédés de croissance cristalline, comme la méthode Czochralski ou d'autres, qui seront décrits plus tard, il est nécessaire d'utiliser un creuset réfractaire constitué d'un matériau possédant de bonnes propriétés mécaniques à des températures supérieures à la température de fusion du silicium, ne contaminant pas de façon excessive le silicium liquide, permettant de fabriquer facilement des creusets ou des matrices de géométrie précise et, enfin, possédant un coût raisonnable. Les programmes de recherche en cours aux États-Unis pour la mise au point d'un matériau présentant les meilleures caractéristiques sont répertoriés dans le tableau II.

Le barreau de silicium monocristallin est découpé ensuite en plaquettes qui seront utilisées pour la fabrication des cellules solaires. Au cours des opérations de découpage à l'aide de scies

Tableau II. Programmes de recherche américains pour la mise au point de matériaux pour creusets et matrices (d'après la référence 5).

| Laboratoire | Matériaux étudiés |
|----------------------------------|--|
| Battelle Labs Coors Porcelain | Si_3N_4 pour matrices Mullite ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$) pour creusets et substrats |
| Eagle Picher | Revêtements de Si_3N_4 et SiC par réaction chimique en phase gazeuse |
| RCA Labs | Si_3N_4 déposé par réaction chimique en phase gazeuse (C.V.D.) |
| Tylan | Carbone vitreux |

diamantées mono ou multilames, la perte en silicium est de l'ordre de 50%. L'amélioration des techniques de découpage est nécessaire pour réduire cette perte considérable en silicium. Les procédés en cours de développement utilisent des scies à lames multiples très fines (Varian Vacuum Division) ou à fils multiples (Crystal Systems Inc.) (5).

L'amélioration de la méthode Czochralski consiste à obtenir des barreaux de silicium de plus gros diamètre et de plus grande longueur en automatisant le procédé pour alimenter en continu le

creuset en silicium. Le procédé étudié par Kayex Corporation (5) a permis de faire croître un cylindre de silicium monocristallin de 15 cm de diamètre et de 2,4 m de long en utilisant un seul creuset alimenté périodiquement en silicium fondu. Dans le procédé développé par Varian Vacuum Division (figure 1a) le creuset principal est rechargé au cours de la croissance du cristal avec du silicium solide introduit à l'aide d'un vibreur. Dans le procédé de Siltec Corporation (figure 1b), le remplissage du creuset principal est réalisé automatiquement, et en continu, avec du silicium liquide provenant d'un creuset annexe. Texas Instruments Inc. a mis au point également un système d'étirage de monocristaux de silicium (figure 1c) avec remplissage du creuset principal en silicium liquide à partir d'un creuset annexe alimenté en silicium solide.

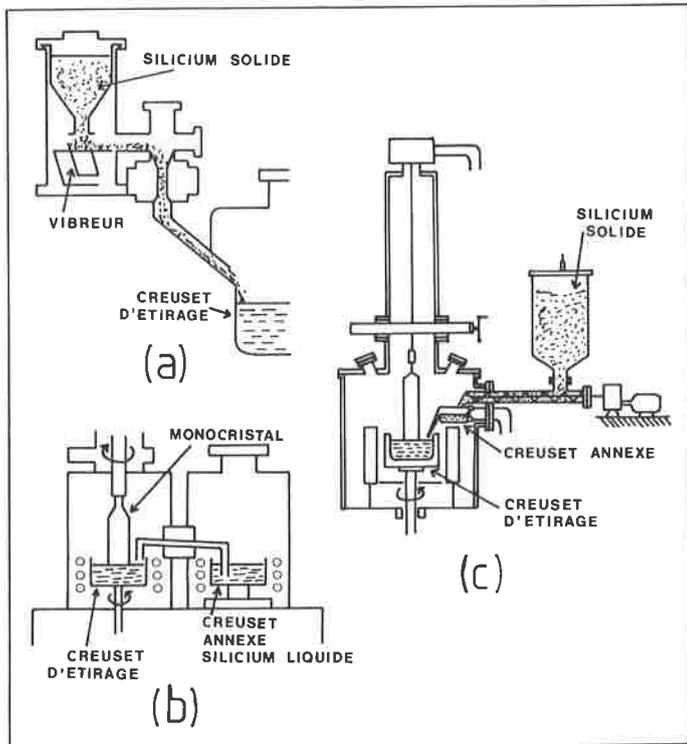


Figure 1. Dispositifs expérimentaux pour la croissance d'un barreau de silicium monocristallin par la méthode Czochralski développés par (a) Varian Vacuum Division [d'après (5)], (b) Siltec Corporation [d'après (5)] et (c) Texas Instruments Inc. [d'après (2)].

Le procédé H.E.M. (Heat Exchange Method) (6) étudié par Crystal Systems doit permettre la croissance de cristaux de silicium de forme cubique ou parallélépipédique. Les plaquettes découpées dans ces lingots ont une forme carrée ou rectangulaire particulièrement avantageuse pour fabriquer des cellules solaires qui doivent être assemblées pour constituer des panneaux plans.

4. Nouvelles méthodes de croissance du silicium

Le procédé E.F.G. (Edge-defined Film-fed Growth process) est étudié depuis une dizaine d'années (7, 8) et son développement est en cours chez Mobil-Tyco Solar Energy Corporation. Une matrice en graphite est placée au-dessus d'un creuset contenant du silicium fondu (figure 3). Le silicium monte dans la fente par capillarité et atteint la partie supérieure de la matrice. Un germe de silicium est placé au-dessus de la fente et son déplacement vers le haut permet la croissance du ruban de silicium monocristallin dont la forme est déterminée par celle du bord supérieur de la matrice. Des rubans de 2 à 2,5 cm de large ont été obtenus avec une vitesse de croissance de 2 à 7 cm.min⁻¹ et des cellules solaires ayant un

rendement de conversion de 10 % ont pu être obtenues à partir de ces rubans. Le programme de recherche pour développer cette technique comprend différents aspects tels que l'analyse économique du procédé, la caractérisation du matériau, la production et l'analyse du fonctionnement des cellules solaires ainsi que l'étude plus fondamentale des échanges thermiques en cours de croissance et des contraintes mécaniques dans le matériau. Trois problèmes difficiles doivent encore être résolus : la contamination du ruban par les impuretés provenant de la matrice qui limite le rendement de conversion des cellules, l'attaque de la matrice en graphite par le silicium fondu qui provoque la détérioration de la matrice et une

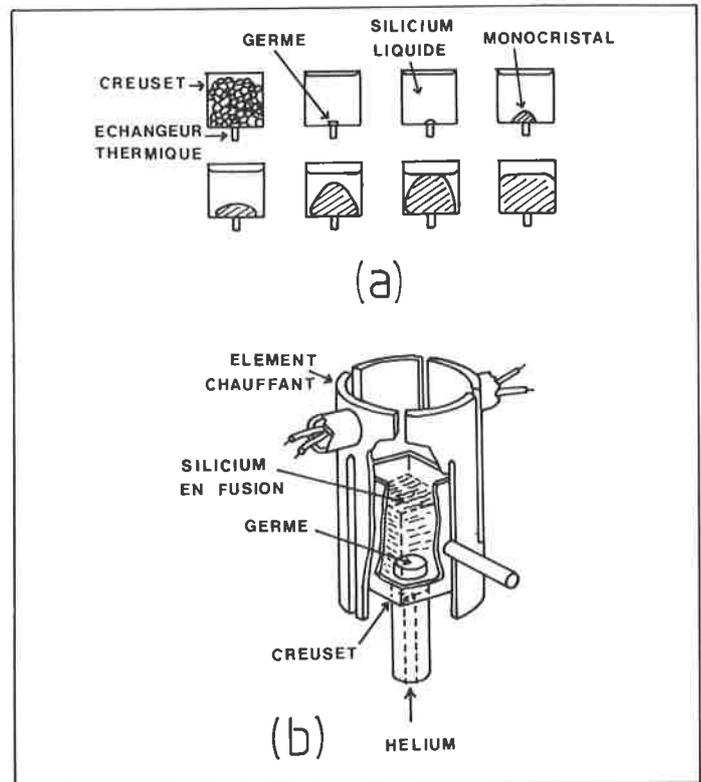


Figure 2. Procédé H.E.M. (Heat Exchange Method) : (a) Principe de la méthode, (b) Dispositif expérimental [d'après (2)].

Les cristaux de silicium monocristallin obtenus par la méthode Czochralski ou par le procédé H.E.M. doivent être ensuite découpés en plaquettes qui sont soumises à un polissage. Les problèmes de perte de matière première et de coût impliqués dans ces opérations de découpage et polissage se posent en des termes identiques pour les deux méthodes de croissance cristalline. Ces opérations coûteuses en matière première, en énergie et en temps pourraient être évitées en produisant directement des rubans de silicium de faible épaisseur.

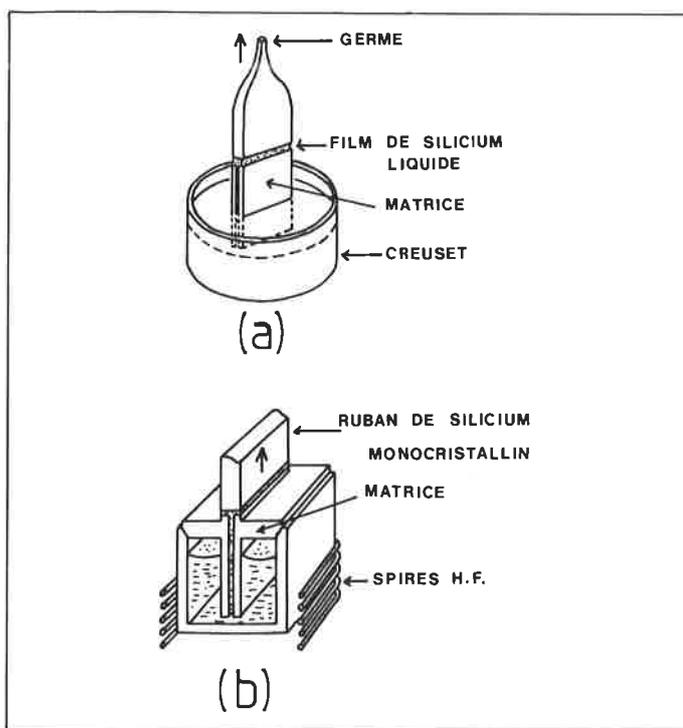


Figure 3. Procédé E.F.G. (Edge-defined Film-fed Growth process) : (a) principe du procédé, (b) dispositif expérimental [d'après (2)].

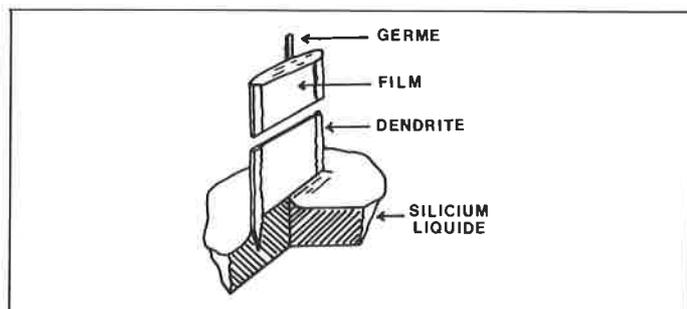


Figure 4. Procédé de croissance de ruban de silicium étudié par Westinghouse (Dendritic Web Process) [d'après (5)].

évolution de la forme du ruban et, enfin, le procédé est lent ; l'objectif est d'atteindre une vitesse de croissance de $7,5 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$ pour un ruban de 7,5 cm de large.

Le procédé de croissance de ruban étudié par Westinghouse (Dendritic Web Process) (9) est schématisé sur la figure 4. L'utilisation d'une matrice est inutile ce qui évite les problèmes de contamination. Un film de silicium (dendritic web) se forme entre deux germes de dendrites qui ont la forme d'un fil. Un contrôle rigoureux de la température est nécessaire ce qui interdit la croissance de plusieurs rubans à partir du même creuset. Le procédé de croissance est relativement lent. Des rubans de 2 m de long, 0,15 mm d'épaisseur et de 22 mm de large ont été obtenus avec une vitesse de 2 à 3 $\text{cm} \cdot \text{min}^{-1}$. Les cellules fabriquées à partir de ces rubans ont un rendement de conversion très intéressant, de l'ordre de 15%.

RCA Lab. étudie et développe le procédé Stepanov inversé dont le schéma de principe est représenté par la figure 5. Dans le procédé Stepanov classique, l'étirage du cristal est réalisé par la partie supérieure du creuset. Ce creuset de silice est chauffé par induction et le silicium liquide s'écoule à travers une fente formée

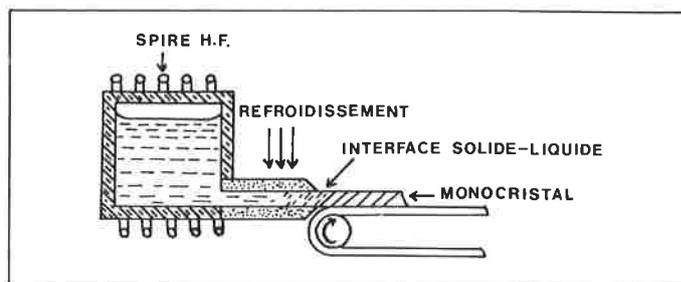


Figure 5. Procédé Stepanov inversé [d'après (5)].

par deux plaques biseautées horizontales situées dans le bas du creuset et espacées d'une distance fixée pour avoir une épaisseur de ruban déterminée. La pression du silicium liquide facilite l'écoulement du liquide à travers la fente. Un germe de silicium est mis en contact avec le silicium en fusion. Après ajustement de la température du creuset pour obtenir une vitesse de refroidissement du silicium convenable, le germe est déplacé horizontalement par un tapis roulant sur lequel s'étend le ruban de silicium. La vitesse de croissance est maintenue à une certaine valeur en contrôlant la vitesse de refroidissement du silicium et la vitesse de déplacement du tapis.

La croissance du ruban est plus facile lorsque le ruban croît par déplacement du germe de silicium vers le bas comme dans le procédé étudié par U. S. Philips Corporation (figure 6). Un élément de section triangulaire en graphite, carbure de silicium ou carbure de titane, qui sont des matériaux mouillés par le silicium liquide, est chauffé par induction. Des barreaux de silicium polycristallin sont mis en contact avec la partie supérieure horizontale de l'élément chauffant ; le silicium liquide s'écoule sur les parois de l'élément et un germe de silicium placé au-dessous est mis en contact avec le silicium liquide. La croissance du ruban est obtenue en déplaçant le germe vers le bas. Les expériences sont effectuées sous atmosphère inerte (argon ou hélium). La figure 6b représente une variante de ce procédé. Le silicium est obtenu par réduction du trichlorosilane par l'hydrogène, c'est-à-dire par réaction chimique en phase gazeuse. Les parties I et II du réacteur sont séparées par un écran et un courant d'hydrogène ascendant s'écoule entre l'écran et l'élément chauffant de manière que les gaz produits par la réduction (HCl notamment) dans la partie I soient évacués directement vers l'extérieur. Ce procédé présente des avantages par rapport au système initial. La quantité de silicium en fusion est plus faible et par conséquent, la consommation d'énergie pour le chauffage est plus faible. De plus, la manipulation

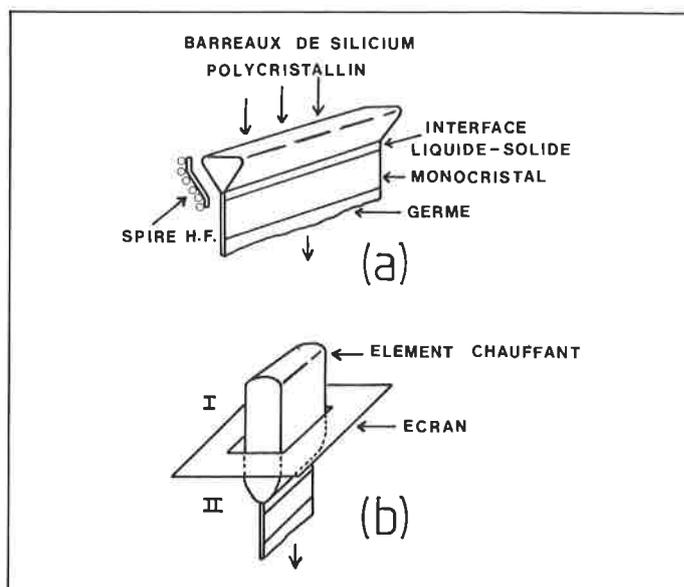


Figure 6. Procédé de croissance de ruban de silicium développé par U.S. Philips Corporation [d'après (5)].

peut être facilement interrompue à tout moment sans détérioration de l'élément chauffant.

Plusieurs procédés de croissance de ruban de silicium sont étudiés en France (10). Le procédé étudié par Pechiney (figure 7a) consiste à utiliser un creuset muni d'une fente centrale et chauffé par induction. Le silicium liquide s'écoule par la fente et le ruban croît en déplaçant le germe cristallin vers le bas. Le creuset est alimenté en continu par du silicium solide. La vitesse de croissance est importante mais l'épaisseur minimale du ruban est élevée. Deux procédés sont étudiés au C.N.R.S. L'un d'entre eux (figure 7b) consiste à utiliser un barreau de silicium polycristallin placé horizontalement et animé d'un mouvement de rotation. Ce cylindre est chauffé jusqu'à la température de fusion du silicium par un faisceau d'électrons. La croissance du ruban de silicium est obtenue en mettant en contact un germe cristallin avec le film de silicium liquide qui se trouve à la surface du cylindre et en déplaçant ce germe dans le plan horizontal. Dans le deuxième procédé (figure 7c), le silicium solide pulvérulent est disposé sur un substrat. Un faisceau d'électrons chauffe le silicium jusqu'à la fusion et le déplacement du substrat dans le plan horizontal permet d'obtenir la cristallisation du silicium. La croissance du silicium sur un substrat peut également s'effectuer en utilisant le procédé étudié au L.E.P. (Laboratoire d'Électronique et Physique appliquée), c'est-à-dire en plongeant directement le substrat dans un creuset de silicium en fusion (figure 7d). Le silicium liquide mouille le substrat qui est déplacé vers le haut pour obtenir la cristallisation du silicium et la croissance du film.

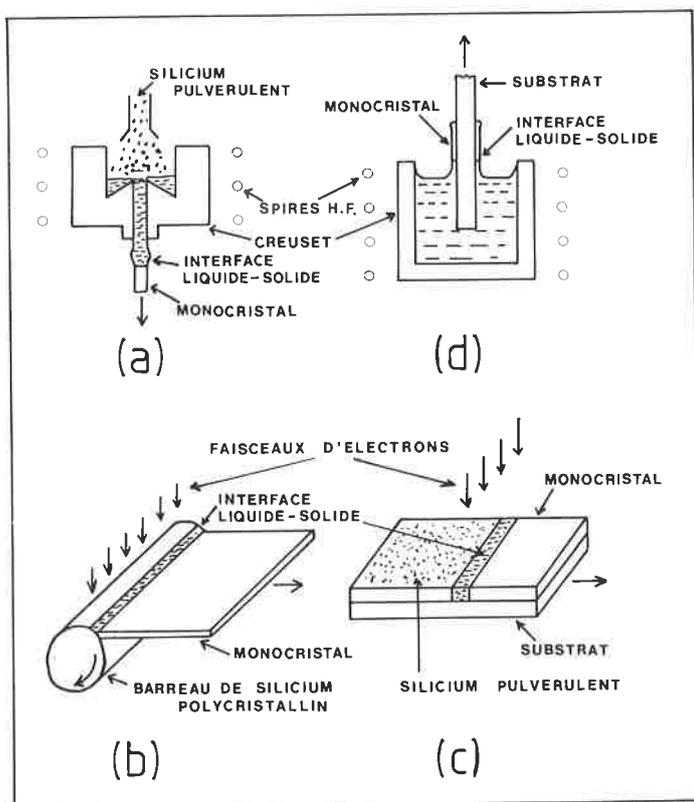


Figure 7. Procédés de croissance de ruban de silicium monocristallin étudiés en France [d'après (10)] : (a) Procédé Pechiney, (b) et (c) Procédés développés au C.N.R.S., (d) Procédé étudié au L.E.P.

Un ruban de silicium polycristallin peut être obtenu en utilisant le procédé développé en Allemagne par Siemens (figure 8). Le silicium en fusion est contenu dans un creuset chauffé par induction et qui est alimenté en silicium fondu. Le creuset est muni d'une fente dans la partie inférieure. Le silicium liquide s'écoule en continu par cette fente et passe entre deux rouleaux horizontaux et parallèles maintenus à une certaine distance. La température

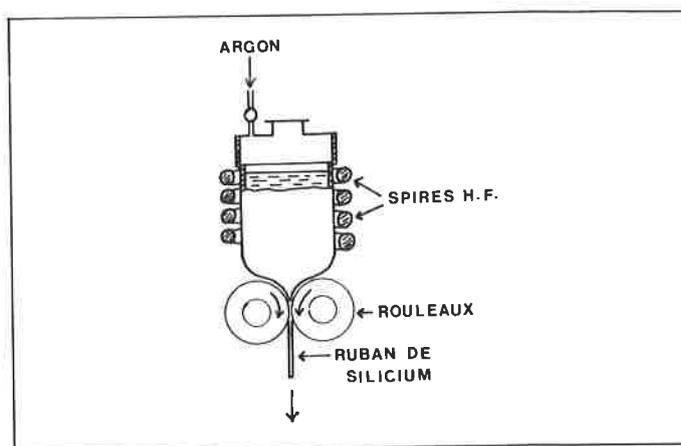


Figure 8. Procédé de croissance de ruban de silicium polycristallin étudié par Siemens [d'après (5)].

des parois des rouleaux peut être fixée entre 900 et 1 300 °C. L'épaisseur et la vitesse de croissance du ruban dépendent notamment de l'écart entre les deux rouleaux, de leur vitesse de rotation, de leur température et de la largeur de la fente située dans le fond du creuset. La vitesse d'écoulement du silicium peut être modifiée par la pression d'un gaz introduit dans le creuset qui est fermé hermétiquement par un couvercle muni d'une vanne d'introduction de gaz. Les rubans de silicium polycristallin sont découpés en substrats utilisés ensuite pour déposer des couches de silicium par réaction chimique en phase gazeuse et fabriquer des cellules solaires.

De façon à améliorer l'état de cristallisation des rubans de silicium, Motorola développe un procédé (Ribbon-to-Ribbon) de recuit laser équivalent à un procédé de fusion de zone dans lequel la matière première est le ruban de silicium polycristallin (figure 9). Ce ruban passe dans un four de préchauffage et, à la sortie, il est soumis à l'action d'un faisceau laser qui permet d'atteindre la température de fusion du silicium. Le déplacement du ruban permet d'obtenir la recristallisation du silicium. Le silicium liquide se maintient sous forme de ruban du fait de sa propre tension superficielle.

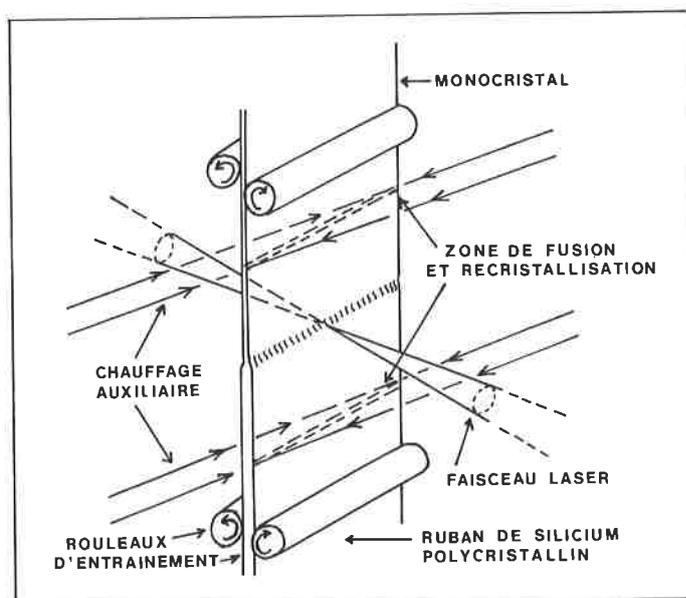


Figure 9. Procédé de recuit laser (Ribbon-to-Ribbon) développé par Motorola [d'après (5)].

Les méthodes d'élaboration décrites précédemment fournissent des rubans de silicium essentiellement monocristallin mais dont la densité en défauts structuraux est élevée, notamment sur les bords

du ruban. Ces défauts résultent vraisemblablement de la forme de l'interface liquide-solide sur les bords du ruban ainsi que de l'accumulation, à cette interface, des impuretés contenues dans le bain en fusion. Pour obtenir des cellules solaires de bonne qualité, ces défauts doivent être éliminés par des traitements du ruban qui sont généralement difficiles à réaliser, longs et coûteux. Ces difficultés peuvent être surmontées en utilisant le procédé développé par Mobil-Tyco Solar Energy Corporation qui consiste à fabriquer un tube de silicium monocristallin et à découper ensuite ce tube dans le sens de la longueur de manière à obtenir des rubans de faible largeur presque plats. La croissance d'un tube élimine les problèmes dus aux effets de bord. Elle est réalisée, comme dans le procédé E.F.G., en plongeant une matrice dans le silicium en fusion. La matrice est constituée de deux cylindres concentriques dont les parois sont espacées de quelques millimètres. Un tube de silicium monocristallin de type *p*, par exemple, peut être obtenu à partir de silicium en fusion dopé au bore. Ce tube est ensuite placé dans un four à diffusion et soumis à l'action du mélange gazeux ($O_2 + POCl_3$) à 1 000 °C pendant 15 à 30 min. Au cours de ce processus, le phosphore diffuse dans le silicium par la paroi externe et par la paroi interne du tube de

sorte qu'il se forme une structure *n-p-n* recouverte d'une fine couche de silice (figure 10). Chaque région *n* a une épaisseur de 0,5 µm environ alors que les couches interne et externe de silice ont une épaisseur d'environ 300 nm. Ce tube est découpé en lamelles dans le sens de sa longueur en utilisant les techniques classiques de la microélectronique, c'est-à-dire masquage par des résines photosensibles et attaque chimique de la silice et du silicium. L'état de cristallisation des rubans ainsi obtenus est homogène.

Il est envisagé de fabriquer des cellules solaires à partir de fibres de silicium qui pourraient être assemblées ensuite pour constituer un ensemble continu comme un tissu. L'étude de la fabrication des fibres de silicium et des cellules est réalisée par Texas Instruments Inc. La méthode d'élaboration des fibres combine la purification et le dépôt du silicium (figure 11). Elle consiste à dérouler des fibres conductrices de graphite (matériau compatible avec les étapes ultérieures du procédé) dans un réacteur maintenu au-dessous de 700 °C qui est traversé par un courant de difluorure de silicium gazeux et d'un gaz dopant. Le difluorure de silicium se dismute suivant la réaction :



Le silicium formé se dépose sur la fibre de graphite et le tétrafluorure de silicium formé est introduit dans une seconde enceinte maintenue au-dessus de 700 °C et contenant un creuset de silicium solide de pureté métallurgique. Le tétrafluorure réagit sur le silicium solide et le difluorure apparu est introduit à nouveau dans l'enceinte de dépôt. Des couches de silicium de différents types de conductivité peuvent être déposées successivement en changeant la nature du gaz dopant dans le réacteur de dépôt. Le problème consiste ensuite à assembler ces fibres pour fabriquer des cellules solaires.

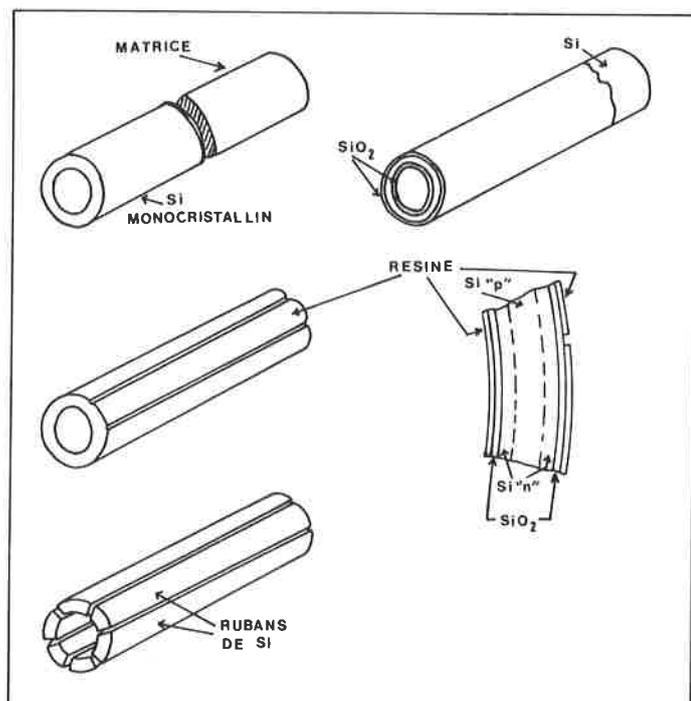


Figure 10. Tubes de silicium monocristallin étudiés par Mobil-Tyco Solar Energy Corporation [d'après (5)].

5. Conclusion

Les possibilités d'amélioration de la méthode Czochralski en vue d'abaisser le coût du silicium paraissent assez limitées. Mais, cependant, les efforts de recherche en cours pour améliorer cette méthode sont nécessaires car les résultats obtenus pourront toujours être utilisés dans le domaine de la fabrication du silicium pour circuits intégrés.

L'utilisation de nouvelles techniques de purification du silicium est sans doute un moyen efficace d'abaisser le coût du matériau. Les nouvelles techniques de croissance du silicium sous forme de ruban offrent aussi beaucoup de possibilités et sont très prometteuses. Il apparaît aujourd'hui que les objectifs du programme américain concernant la fabrication de cellules solaires au silicium seront réalisés, en 1986, comme il avait été prévu.

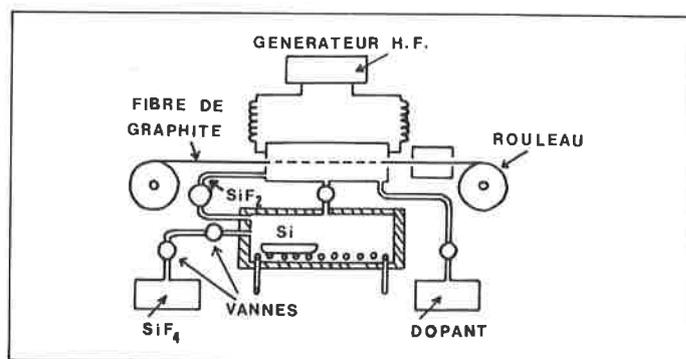


Figure 11. Dispositif expérimental pour l'élaboration de fibres de silicium étudiées par Texas Instruments Inc. [D'après (5)].

Bibliographie

- (1) Y. Pauleau, *L'actualité chimique*, 1981, 9 (novembre), 17.
- (2) S. Pizzini, *Mater. Chem.*, 1979, 4, 335.
- (3) H. J. Hovel, *Solar Energy Mater.*, 1980, 2, 277.
- (4) A. Sanjurjo, L. Nanis, K. Sancier, R. Bartlett et V. Kapur, *J. Electrochem. Soc.*, 1981, 128 (1), 179.
- (5) M. Sittig, « Solar Cells for Photovoltaic Generation of Electricity, Materials, Devices and Applications », Noyes Data Corp. Ed., Park Ridge, 1979.
- (6) F. Schmid et D. Viechnicki, *J. Am. Ceram. Soc.*, 1970, 53, 528.
- (7) K. V. Ravi, *J. Cryst. Growth*, 1977, 39, 1.
- (8) H. Kressel, R. V. D'Aiello, E. R. Levin, P. H. Robinson et S. H. McFarlane, *J. Cryst. Growth*, 1977, 39, 23.
- (9) R. G. Seidensticker, *J. Cryst. Growth*, 1977, 39, 17.
- (10) M. Rodot, Le Vide, Les couches minces « Proceedings of the 8th International Vacuum Congress », Suppl. N° 201, 1980, Vol. 1, 685.

Les phénomènes de micromélange dans les réacteurs agités continus

Influence sur l'avancement des réactions chimiques.

Rôle de la dissipation d'énergie *

par Jacques Villiermaux et René David

(Laboratoire des sciences du génie chimique, CNRS-ENSIC, Nancy)

Les ingénieurs de génie chimique se sont trouvés depuis longtemps confrontés au calcul des performances d'un réacteur chimique parcouru par un écoulement de fluides réactifs. Les configurations industrielles sont extrêmement variées et donnent naissance à des phénomènes hydrodynamiques complexes. Au sein des écoulements, se déroule un enchevêtrement de processus chimiques eux-mêmes très compliqués. Comment, dans ces conditions, modéliser le réacteur, calculer les conversions et les rendements, optimiser le fonctionnement ou extrapoler du laboratoire à l'échelle industrielle ?

Plutôt que de chercher à écrire, puis à résoudre des équations locales donnant les vitesses et les concentrations en tout point, le génie chimique s'est tourné vers une « approche systémique » plus globale, permettant de caractériser les écoulements d'une manière simple à l'aide de concepts accessibles à l'expérience : les notions de macro et de micromélange.

On sait que le macromélange, caractérisé par la fonction de distribution des temps de séjour, décrit globalement l'écoulement à l'échelle macroscopique. Il suffit à prédire l'avancement des réactions du premier ordre, et donne accès à des modèles utiles à l'extrapolation.

Parallèlement, le micromélange décrit les processus par lesquels les fluides sont mis au contact et mélangés à l'échelle moléculaire (ou submacroscopique). Ces processus revêtent à la fois une importance fondamentale (compréhension du mélangeage turbulent, hydrodynamique des milieux réactifs) et industrielle, dans la conception des réacteurs où la réaction et le mélange des réactifs ont lieu simultanément (combustions, précipitations, polymérisations et croissances biologiques en continu, réactions rapides et complexes en solutions etc...). Dans ces réacteurs, les phénomènes de micromélange conditionnent l'avancement et la sélectivité des réactions. Un problème important est, en particulier, de relier les paramètres de micromélange à la dissipation d'énergie mécanique dans le milieu.

1. Description et modélisation des phénomènes de micromélange : précocité et ségrégation

Une première catégorie de modèles s'appuie sur la notion de « précocité » du mélange. Étant donnée une distribution de temps de séjour, il y a une infinité de façons d'incorporer le fluide frais au mélange en cours de réaction : on peut le faire le *plus tard* possible, on dit que le mélange est *minimal* ou, au contraire, le *plus tôt* possible, on dit alors que le mélange est *maximal*. Il est possible de représenter des états de précocité de mélange intermédiaires en

* Conférence présentée aux Journées d'étude sur l'agitation mécanique, organisées par la S.C.I., à Toulouse, les 25 et 26 septembre 1980.

imaginant qu'il existe des échanges de matière d'intensité variable entre des éléments de fluide de même espérance de vie. Ces échanges peuvent être simulés par des coalescences-redispersions aléatoires (méthode de Monte-Carlo). L'inconvénient de cette représentation est son caractère abstrait, car elle fait intervenir des interactions dans l'espace des âges.

Une seconde catégorie repose sur la notion de *ségrégation*, de caractère plus physique. On suppose que la texture fine du fluide peut présenter deux états limites : ou bien les éléments de fluide sont les molécules elles-mêmes, libres de se déplacer les unes par rapport aux autres. On dit qu'on a un *microfluide*. Ou bien le fluide est constitué de paquets de molécules, ou agrégats, très grands devant la taille d'une molécule, mais très petits à l'échelle macroscopique. Ces paquets ne se défont pas à la traversée du réacteur : on dit qu'on a un *macrofluide*. Un fluide réel se présente dans un état intermédiaire, qu'il est commode d'imaginer comme résultant d'interactions entre les agrégats : on caractérise ainsi l'état de ségrégation par deux nombres : l'échelle de ségrégation, liée à la taille des agrégats, et l'intensité de ségrégation, liée à l'importance des gradients de concentration dans les agrégats. Les deux concepts de précocité et de ségrégation sont naturellement complémentaires.

Dans un réacteur bien macromélangé (composition moyenne uniforme), nous avons proposé, en 1972, de représenter les interactions entre agrégats de fluide par un modèle phénoménologique très simple, de caractère lagrangien : le modèle IEM (Interaction par Échange avec la Moyenne). L'évolution de la composition d'un constituant A_j dans un agrégat d'âge α est donnée par l'équation :

$$\frac{dC_j}{d\alpha} = \frac{\bar{C}_j - C_j}{t_m} + \mathcal{R}_j \quad (I)$$

où \bar{C}_j est la concentration moyenne de l'ensemble des agrégats

$$\bar{C}_j = \frac{1}{\tau} \int_0^\infty C_j \exp(-\alpha/\tau) d\alpha \quad (II)$$

et \mathcal{R}_j le débit de production chimique de A_j ; t_m est le *temps caractéristique de micromélange*. A partir de t_m , du temps de passage τ et du temps de réaction t_R , on définit les paramètres sans dimensions $b = \tau/t_m$ et $b' = t_R/t_m$. Dans un microfluide, b ou $b' = \infty$ et dans un macrofluide, b ou $b' = 0$. On peut aussi considérer qu'un réacteur agité dans un état de ségrégation intermédiaire est constitué par un mélange de macrofluide (fraction de volume β) et de microfluide (fraction de volume $1 - \beta$).

On peut accéder à t_m par voie physique ou par voie chimique. Les méthodes physiques font appel à des traceurs. Par exemple, dans un réacteur agité continu, on injecte deux courants séparés dont l'un est marqué. Au moyen d'une sonde ponctuelle, on relève l'histogramme des fluctuations de concentration du traceur, qui est d'autant plus étalé que la ségrégation est plus importante. On en déduit t_m par un modèle convenable (IEM par exemple). Les méthodes chimiques utilisent le fait que le taux de conversion ou le rendement en certains intermédiaires peut être très sensible au mode de mise au contact des réactifs à l'échelle moléculaire. On utilise, par exemple, des réactions simples infiniment rapides, ou rapides et de cinétique connue ($A + B \rightarrow$ produits), ou encore des réactions consécutives concurrentes rapides ($A + B \rightarrow R$, $R + B \rightarrow S$). A et B étant apportés par des courants séparés, le taux de conversion de A (ou B), dans le premier cas, le rendement intermédiaire R, dans le second, permettent de calculer le temps de micromélange t_m . La méthode exige bien entendu que les divers temps de réaction t_R soient de l'ordre de grandeur ou inférieurs à t_m .

2. Interprétation des phénomènes de micromélange : processus élémentaires

Que recouvre le temps de micromélange t_m , défini au départ comme un paramètre phénoménologique ?

Une première interprétation consiste à imaginer que les agrégats de fluide sont soumis à des processus de coalescence-redispersion de fréquence ω . On montre alors que $t_m \simeq 4/\omega$, mais ceci n'explique pas le mécanisme élémentaire du phénomène.

Une seconde interprétation repose sur la description des trois étapes du mélange qu'ont données Beek et Miller en 1959 :

1. Répartition des éléments d'un fluide dans l'autre et apparition d'une composition moyenne sans réduction des gradients de concentration locaux.
2. Réduction de taille des domaines de composition uniforme et accroissement des surfaces de contact entre régions de différentes compositions.
3. Les agrégats ayant atteint une taille ultime que la turbulence ne peut plus réduire, le mélangeage se fait uniquement par diffusion moléculaire.

Dans un macromélangeur parfait, l'étape 1 est par hypothèse très rapide. Suivant que la réaction chimique a lieu essentiellement pendant la phase 2 ou pendant la phase 3, ou entre les deux, nous avons proposé des modèles interprétatifs dont nous donnons ci-dessous le principe. Ces modèles sont justifiés par les résultats expérimentaux que nous rapporterons brièvement ensuite.

2.1. Réaction dans l'étape 2 : le modèle de l'agrégat érodé (1)

A l'issue de la phase 1, les agrégats de fluide frais (conservant leur composition initiale) se trouvent avoir une dimension moyenne l_0 . Par suite de la turbulence, ils sont progressivement « épluchés » et perdent par leur surface extérieure de la matière qui se trouve dans l'état de division ultime (microfluide). En faisant l'hypothèse que le coefficient de transfert de matière responsable de « l'épluchage » est représentable par la corrélation de Calderbank-Moo-Young, applicable comme on le sait à de petites particules en milieu agité turbulent, on montre que la dimension des agrégats décroît linéairement en fonction de leur âge. Les agrégats initiaux ont complètement disparu au bout du *temps d'érosion moyen* t_e

$$t_e = \frac{l_0 l_K}{0,26 (Sc)^{1/3}} \quad (III)$$

où l_K est la microéchelle de Kolmogorov :

$$l_K = (\nu^3/\varepsilon)^{1/4} \quad (IV)$$

ν étant la viscosité cinématique et ε la dissipation d'énergie turbulente par unité de masse. \mathcal{D} est la diffusivité moléculaire et Sc le critère de Schmidt : $Sc = \nu/\mathcal{D}$. Si la réaction chimique entre les produits d'érosion bien micromélangés est rapide, la fraction d'agrégats frais dans le réacteur est précisément égale à la fraction ségrégée β

$$\beta = \frac{1}{\tau} \int_0^{t_e} \left(1 - \frac{t}{t_e}\right)^3 e^{-t/\tau} dt \quad (V)$$

et t_e est égal au temps de micromélange t_m à un facteur numérique près.

2.2. Réaction dans l'étape 3 : le modèle de micromélange par diffusion (2)

La phase d'érosion étant terminée, le seul processus capable de promouvoir des échanges entre les agrégats ultimes est la diffusion moléculaire dont l'échelle de temps est donnée par le *temps de diffusion* t_D :

$$t_D = \frac{l_\infty^2}{\mathcal{D}} \quad (VI)$$

En présence de réactions chimiques, il y a compétition entre diffusion et réaction au sein des agrégats. Le temps de micromélange t_m est proportionnel dans ce cas à t_D . La question est de savoir que représente l_∞ ? La théorie de la turbulence définit plusieurs microéchelles. Une première famille représente les dimensions des plus petits tourbillons : microéchelles de Kolmogorov $l_K = (\nu^3/\varepsilon)^{1/4}$, de Batchelor $l_B = (\nu\mathcal{D}^2/\varepsilon)^{1/4}$, de Corrsin $l_c = (\mathcal{D}^3/\varepsilon)^{1/4}$. Une seconde famille caractérise la longueur de corrélation entre fluctuations de concentration. C'est par exemple encore une microéchelle de Corrsin λ_c , donnée pour les Sc élevés par

$$\frac{\lambda_c^2}{\mathcal{D}} = 24 \left(\frac{L_s^2}{\varepsilon}\right)^{1/3} + 6 \left(\frac{\nu}{\varepsilon}\right)^{1/2} \log_e \frac{\nu}{\mathcal{D}} \quad (\text{VII})$$

L_s est une macroéchelle de ségrégation, de l'ordre de la taille des grosses structures turbulentes, pratiquement une dimension caractéristique du réacteur (exemple, la largeur d'une pale d'agitateur). En pratique, seul le premier terme est important de sorte que

$$\lambda_c^2 \approx 24 \mathcal{D} (L_s^2/\varepsilon)^{1/3} \quad (\text{VIII})$$

Le calcul avec des données réalistes montre que ces diverses microéchelles dans les liquides sont toutes de l'ordre de quelques dizaines de microns. En revanche, leur dépendance vis-à-vis de la viscosité ν ou de la dissipation d'énergie ε n'est pas la même.

2.3. Réaction pendant les étapes 2 et 3 : modèle mixte (3)

Il peut se faire que la réaction se déroule à la fois pendant les étapes 2 et 3. Nous avons alors imaginé un modèle mixte dont le principe est le suivant : les réactifs sont amenés par deux courants séparés A et B. Les agrégats frais subissent d'abord une érosion selon le modèle 2.1 ci-dessus (temps d'érosion t_e). Le fluide provenant de l'érosion de A et B est instantanément mélangé pour donner naissance à une population d'agrégats ultimes (dimension l_∞). Les échanges dans cette population ont ensuite lieu par diffusion (temps de diffusion t_D) selon le modèle 2.2. Il n'est pas possible dans ce cas de représenter le phénomène par un seul temps de micromélange t_m . Suivant les valeurs relatives de t_e et de t_D , on trouve des situations où c'est tantôt le processus de mise au contact qui prédomine (t_e grand, t_D petit), tantôt le processus de mélange ultérieur (t_e petit, t_D grand), avec, pour cas limites, les modèles décrits ci-dessus en 2.1 ($t_D = 0$) et en 2.2 ($t_e = 0$).

3. Justifications expérimentales

3.1. Mise en évidence du mélangeage par érosion (1)

Dans un petit réacteur, agité à la fois par l'énergie cinétique des jets entrants (dissipation ε_1) et par un agitateur mécanique (dissipation ε_2), on a mis en œuvre une réaction chimique rapide de vitesse réglable (ordre proche de zéro) avec alimentation séparée des réactifs : l'iodation de l'acétone. Le temps de passage est de l'ordre de quelques secondes. Nous sommes dans le cas où $t_R \sim \tau \sim t_e > t_D$. La figure 1 montre que la fraction ségrégée β se corrèle bien au paramètre τ/t_e selon l'équation (V). Pour cela, nous avons admis que la taille initiale des agrégats était inversement proportionnelle au temps de passage $l_0 \sim \tau^{-1}$ (ce qui se justifie à partir de la théorie de la turbulence). La dissipation efficace d'énergie a été écrite sous la forme $\varepsilon = \eta_1 \varepsilon_1 + \eta_2 \varepsilon_2$ où η_1 et η_2 sont les rendements d'utilisation des deux formes d'énergie à des fins de micromélange. Pour obtenir l'ajustement de la figure 1, il est nécessaire de postuler que η_2/η_1 décroît lorsque la vitesse d'agitation mécanique augmente.

3.2. Mise en évidence du mélangeage par diffusion (2)

Dans un réacteur agité mécaniquement avec alimentation prémélangée, trois systèmes réactionnels ont été étudiés : une

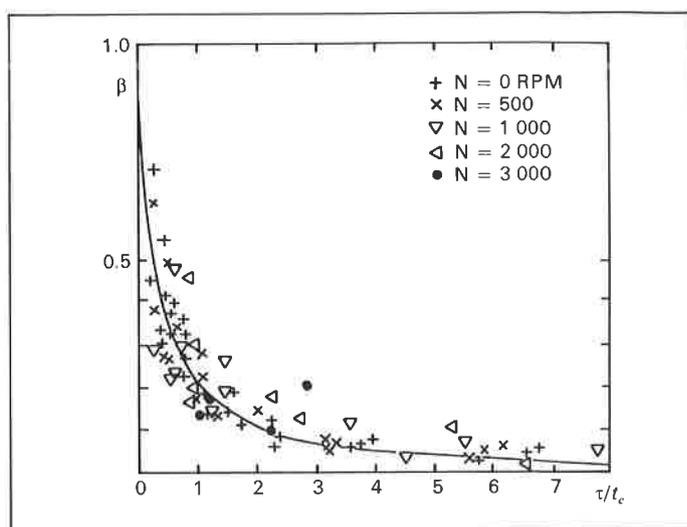


Figure 1. Réaction en régime d'érosion (1).

Variation de la fraction ségrégée β (macrofluide) en fonction du rapport du temps de passage au temps d'érosion. Les points correspondent à diverses vitesses d'agitation N et la courbe continue est celle du modèle.

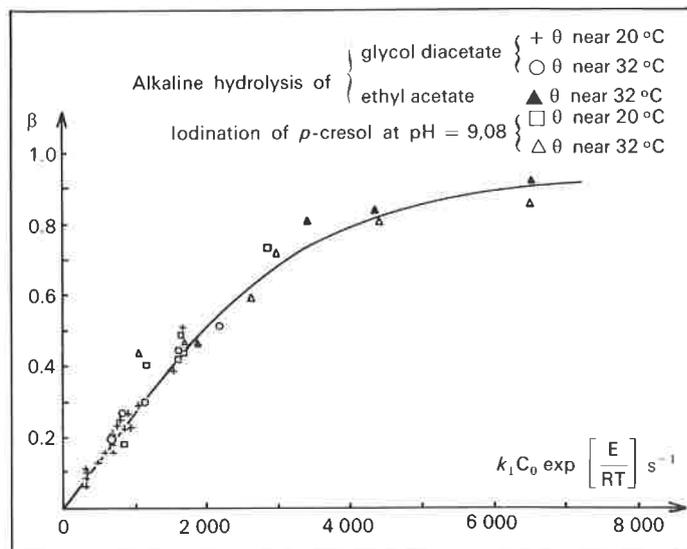


Figure 2. Réaction en régime de diffusion (2).

Variation de la fraction ségrégée β (macrofluide) en fonction d'un paramètre proportionnel au rapport t_D/t_R du temps de diffusion t_D au temps de réaction t_R . Les points correspondent à différents systèmes réactionnels. La courbe continue indique une corrélation empirique unique.

réaction simple, l'hydrolyse alcaline de l'acétate d'éthyle, et deux systèmes de réactions consécutives concurrentes rapides du type $A + B = R$, $R + B = S$ limitées par un défaut de B : l'hydrolyse alcaline du diacétate de glycol et l'iodation du paracrésol. Les temps de passage sont de l'ordre d'une dizaine de minutes. Nous sommes dans le cas où $\tau \gg t_R$, t_D (de l'ordre de la seconde) et $\tau \gg t$. La figure 2 montre que la fraction ségrégée se corrèle bien en fonction d'un paramètre $k_1 C_0 \exp(E/RT)$ où E est une énergie d'activation expérimentale de l'ordre de 5 à 6 kcal/mole. Ce groupement est à rapprocher du rapport $t_D/t_R = k_1 C_0 l_\infty^2 / D$ où E représenterait alors l'énergie d'activation de la diffusion D en phase liquide. On peut ainsi estimer l_∞ à quelques dizaines de microns. Ceci montre que l'état de micromélange n'est pas déterminé par les seuls paramètres hydrodynamiques. Le même réacteur parcouru par le même fluide et agité de la même manière peut ainsi apparaître comme parfaitement micromélangé avec une réaction lente et voisin de la ségrégation totale avec une réaction très rapide.

3.3. Mise en évidence du mélangeage en régime mixte (3)

Dans un réacteur agité de même type qu'en 3.1., on a étudié l'hydrolyse alcaline du nitrométhane avec des temps de passage τ de 1 à 10 secondes et des conditions d'agitation telles que $t_R \sim \tau \sim t_e \sim t_D$. La figure 3 montre l'évolution de la fraction

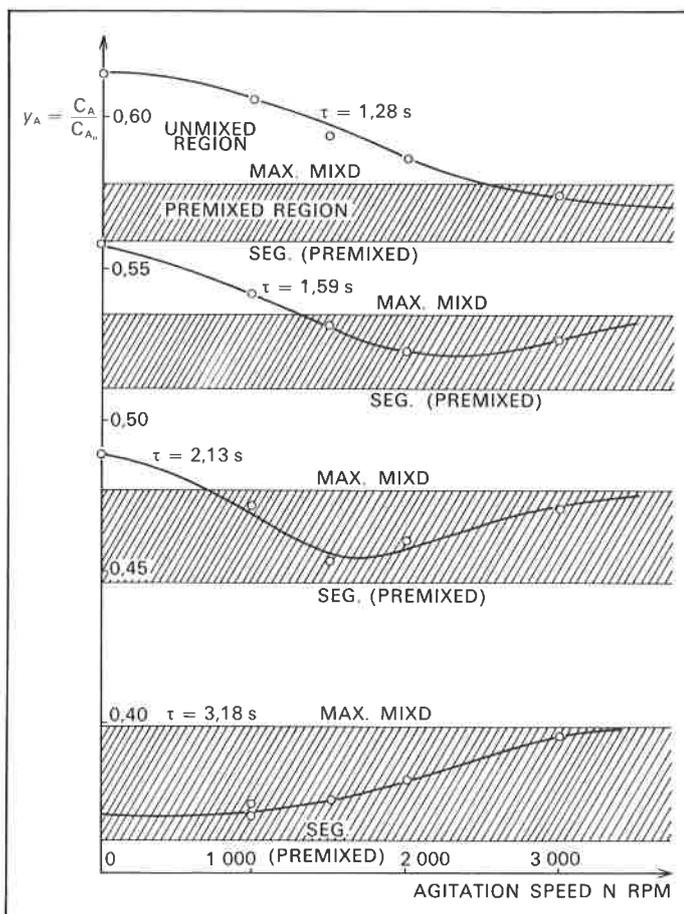


Figure 3. Réaction en régime mixte érosion-diffusion (3).
 $A + B \rightarrow$ produits. Fraction résiduelle de A en fonction de la vitesse d'agitation N pour différentes valeurs du temps de passage τ . L'existence d'un minimum met en évidence la présence des deux étapes d'érosion et de diffusion en série.

résiduelle y_A en nitrométhane à la sortie du réacteur en fonction de la vitesse d'agitation pour diverses valeurs du temps de passage. Les bandes hachurées correspondent aux zones de conversion prévisibles en alimentation prémélangée avec des états de ségrégation variables, la limite du mélange maximal étant la borne supérieure et la limite de ségrégation totale la borne inférieure. Lorsque τ est petit, le régime d'érosion prédomine et l'augmentation de l'agitation favorise la mise au contact des réactifs par diminution de t_e . Inversement, lorsque τ est grand, la phase d'érosion est terminée et la réaction a surtout lieu en régime de diffusion. L'augmentation de l'agitation diminue t_D et la conversion évolue de la ségrégation totale vers le mélange maximal. Pour des temps de passages intermédiaires, les deux effets se contraignent et l'on observe un minimum de y_A . Ceci démontre clairement l'existence des deux étapes en série. Il est possible d'interpréter quantitativement ces courbes à l'aide du modèle mixte. On trouve dans ce cas que l'agitation mécanique semble plus efficace que l'agitation par les jets entrants pour provoquer l'érosion des agrégats, tandis que les deux formes d'énergie semblent aussi efficaces l'une ou l'autre pour promouvoir la diffusion entre agrégats. Ces efficacités relatives sont trouvées indépendantes de la vitesse d'agitation, en contradiction avec les conclusions de l'étude évoquée en 3.1. Il est possible que, dans cette dernière, la présence d'une étape de diffusion, négligée dans les dépouillements, ait biaisé les résultats. Des travaux ultérieurs devraient permettre de préciser ce point.

4. Conclusions

Les exemples que nous avons brièvement mentionnés ci-dessus montrent que la réaction chimique, considérée comme une sonde moléculaire, permet des progrès notables dans la compréhension des mécanismes fondamentaux du micromélange. Il faut maintenant relier les paramètres invoqués dans notre approche phénoménologique (temps caractéristiques, échelle de ségrégation) aux grandeurs classiques de la théorie de la turbulence (diverses microéchelles, dissipation de l'énergie mécanique). Il faut aussi raffiner la description par des mesures locales. Les premiers résultats que nous avons obtenus constituent un premier pas en direction d'une théorie prédictive a priori des phénomènes de micromélange souhaitée à la fois par les théoriciens et par les praticiens.

- (1) E. Plasari, R. David et J. Villermaux, ACS Symp. series n° 65, *Chem. React. Eng.*, ISCRE 5, Houston 1978, 125.
- (2) A. Zoulalian et J. Villermaux, *Adv. Chem. Series Chem. React. Eng.*, ISCRE 3, Evanston, 1974, 133, 348.
- (3) J. P. Klein, R. David et J. Villermaux, I and EC Fundamentals (sous presse).

Le cours magistral, oui... mais

par Paul Arnaud

(Laboratoire de pédagogie universitaire et de didactique de la chimie, Université scientifique et médicale de Grenoble)

1^{re} partie : une problématique de l'enseignement magistral

Le cours : une méthode parmi d'autres, probablement ni meilleure ni pire...

Le cours magistral n'a pas bonne presse. Il est décrié comme une survivance d'avant 1968, dénoncé comme l'antipédagogie, et l'on finirait presque par avoir mauvaise conscience de pratiquer cette méthode « *située au-dessous du seuil de sous-développement pédagogique* » et de prolonger la vie de « *ce malade au stade terminal que l'on va livrer à l'euthanasie* » (1).

Il est vrai que la pédagogie moderne, à tous les niveaux, de la maternelle à l'université, s'oriente vers l'individualisation des apprentissages, l'autodidaxie, la découverte guidée et mise volontiers sur les ressources du petit groupe, le professeur devenant médiateur et homme-ressource. Il est loin de mon intention de récuser cette conception rénovée de la fonction d'enseigner ou de mettre en doute sa valeur ; j'ai du reste eu l'occasion, avec une équipe grenobloise, d'apporter ma modeste contribution à ce type de rénovation pédagogique (2, 3). Mais est-ce à dire, pour autant, que le cours magistral ait fait son temps et qu'il doive, dorénavant, être rejeté sans autre forme de procès ?

Le sectarisme, comme les idées toutes faites, n'est jamais défendable et il serait absurde, au nom d'un modernisme de convention, de brûler ce que l'on a adoré hier. Le cours a tout de même des références et des états de service, que l'on ne saurait nier sans prétendre du même coup que toutes les générations qui en ont été nourries ont été mal formées... Il faut donc essayer d'avoir un jugement plus mesuré : le cours est une méthode parmi d'autres, avec ses forces et ses faiblesses, et sa valeur doit être jugée en référence aux objectifs que l'on s'est assignés, dans le contexte où il est mis en œuvre*.

Divers travaux récents tendent d'ailleurs à établir qu'il n'y a, en définitive, pas de différence significative d'efficacité entre le cours magistral et d'autres méthodes (discussion en groupe, enseignement programmé, lectures...) (4), au moins pour un public d'âge universitaire** et pour la transmission de savoirs.

... mais une méthode, souvent inéluctable, qui a besoin d'évoluer

Qu'on le veuille ou non, le cours magistral a certainement encore un bel avenir devant lui. Les contraintes institutionnelles (effectifs trop importants, horaire insuffisant pour un enseignement de type non- ou semi-directif, objectifs normatifs pour la pédagogie,

* Par exemple : le cours est indiscutablement la méthode qui permet d'apporter « le maximum d'informations au maximum de personnes dans le minimum de temps » (B. Schwartz) ; si tel est l'objectif (et pourquoi n'aurait-on pas, à certains moments, un objectif de cette nature, en voyant croître le volume du connu et rester constant le temps scolaire d'acquisition du savoir ?) le cours est alors la bonne méthode.

** La forme du cours magistral ne semble en effet convenir qu'à des sujets parvenus, dans leur développement mental, au stade des opérations formelles ; il est donc inapproprié au développement intellectuel des jeunes enfants.

comme la préparation à certains types de concours ou d'examens,...), l'isolement d'un enseignant et d'un enseignement dans un contexte pluridisciplinaire peu propice, la difficulté de constituer une équipe, ... sont autant d'obstacles qui renvoient vite à un certain conservatisme et, entre autres, au maintien du « Cours », dans sa forme traditionnelle*.

En outre, les enseignants ont des charismes divers, sont dans l'ensemble peu préparés à une fonction d'animation, et mieux vaut sans doute un (bon) cours qu'une « séance de groupe » mal conduite.

Autant de raisons, donc, pour ne pas bouder par principe le cours magistral, mais autant de raisons, aussi, de réfléchir sur sa mise en pratique, et de le faire évoluer en cherchant à valoriser et exploiter ses vertus et à minimiser ses faiblesses. Car, s'il a des faiblesses, il a tout aussi sûrement des vertus propres, dès lors qu'on ne le confond pas avec sa caricature : un monologue atone (voire une lecture), devant un « auditoire » totalement passif, qui a plus d'attention pour les aiguilles de la pendule que pour « l'orateur ».

C'est donc tout le contraire d'une solution de facilité qui est défendue ici. Il faut, puisque l'on fait et fera encore longtemps des cours, réagir contre l'apparente facilité de la formule et en faire un acte pédagogique original et authentique. Mais les vertus évoquées plus haut ne sont que potentielles, et ne se mettent nullement en œuvre de façon spontanée, par le seul fait que l'on prend la parole devant un groupe.

Les quelques réflexions qui suivent ne visent pas à proposer une doctrine, et encore moins à montrer (prétentieusement) « la voie ». Elles ont seulement pour intention d'aider peut-être, en leur suggérant des pistes, ceux qui ont envie de réfléchir un peu au-delà de leur pratique, et de la remettre en question.

Des critiques qui ne sont peut-être pas les bonnes

Que reproche-t-on couramment au cours magistral ?

Tout d'abord (et cette critique s'alimente largement au courant rogérien de la non-directivité) sa magistralité elle-même : sa directivité, son dogmatisme révélateur de « la Vérité », l'usage unilatéral et monopolistique de la parole professorale, voire la connotation de « pouvoir » qui s'attache à la possession du « savoir » (celui du Maître... du mandarin); on a même pu employer à ce propos le terme de « *terrorisme intellectuel* »... (J. Neyrinck).

Puis la transmission de savoirs, et seulement de savoirs, à l'exclusion de savoir-faire, pré-constitués, pré-structurés, pré-digérés. Il offre du « prêt à apprendre » et dispense les apprenants de construire leur propre savoir, selon leur logique propre.

Enfin, la passivité qu'il supposerait, ou du moins encouragerait, dans l'auditoire, qui n'a qu'à recevoir la parole révélée et se laisser remplir par elle**.

Devant ces critiques, sans s'attarder à chercher si elles sont plus ou moins justifiées dans la pratique courante (peut-être le sont-elles ?), il convient de se demander si l'on est vraiment en présence de vices intrinsèques majeurs, de nature à faire condamner l'usage du cours magistral. A la question posée en ces termes, il convient alors certainement de répondre non (6, 7) car, ou il ne s'agit pas véritablement de défauts, ou ils peuvent être évités.

Les méthodes dites « expositives », dont relève bien évidemment le

* Une enquête récente a montré qu'au Québec, pourtant très avancé dans le domaine de la pédagogie universitaire, les enseignements sont encore souvent dispensés à 90 % sous la forme du cours magistral (5).

** On a là l'image stéréotypée de la « pédagogie de l'entonnoir », mais on aimerait faire observer à ceux qui utilisent cette métaphore avec une intention dépréciative, que l'usage effectif de cet ustensile témoignerait déjà d'un louable souci d'efficacité, par rapport à la technique de l'arrosage en pluie, tous azimuts.

cours magistral (et parmi lesquelles on retrouve également la conférence, le discours ou le sermon), existent et sont reconnues comme telles. Même si elles ne permettent pas d'atteindre des objectifs très élevés dans la hiérarchie des objectifs pédagogiques (9), on voit mal comment s'en passer totalement, et rien n'empêche (tout recommande) de leur associer, dans une stratégie pédagogique plus élaborée, d'autres temps d'apprentissage et d'autres méthodes de travail, plus autonomes et personnelles.

Pour ce qui est du caractère unilatéral et unidirectionnel de la relation établie dans le cours magistral, il convient d'observer que, quelle que soit la démarche adoptée, un transfert s'effectue du formateur vers le formé, même si la communication n'a pas la forme du cours, et la directivité de ce transfert est plus répandue qu'on ne le croirait, puisqu'on peut la débusquer même au cœur de méthodes paraissant *a priori* plus dialectiques, comme la maïeutique socratique (9).

Sur la question des savoirs privilégiés par rapport aux savoir-faire, il est certain qu'un cours fait plus facilement acquérir les premiers que les seconds. Mais il est sans doute inutile de chercher à démontrer ici que l'acquisition de connaissances théoriques est nécessaire pour le dépassement des acquis pragmatiques, et comme base de savoir-faire d'un niveau supérieur (6). Un savoir-faire qui n'est pas fondé sur un savoir n'est qu'une recette et « *le savoir est ce qui permet de faire dans des situations non prévues* » (B. Schwartz).

Quant à la transmission de savoirs déjà élaborés et construits, fruits de la pensée des générations précédentes, quelle autre attitude pourrait-on raisonnablement adopter ? On ne saurait prétendre faire redécouvrir par nos étudiants toutes les relations et toutes les généralisations qui structurent un champ de savoirs. En revanche, il est essentiel de s'attacher effectivement à montrer comment une science s'élabore et progresse ; c'est une composante importante de la formation d'esprits scientifiques.

A cet égard, on critique généralement moins l'utilisation par les étudiants du livre, réputé instrument d'autoformation, que leur « conditionnement » en cours. Mais rien n'est plus structuré et directif qu'un livre, qui ne laisse aucune autonomie à son lecteur et le guide sur un chemin tout tracé.

Reste l'objection de la passivité des « auditeurs ». Mais il ne faut pas confondre passivité et réceptivité, et un récepteur n'est ni un récipient, ni un réceptacle. S'il est vrai que pendant un cours le rôle de l'étudiant est de recevoir, et d'apprendre en recevant, il s'agit bien cependant d'une véritable activité individuelle, irremplaçable, et il a été montré qu'une attitude réceptive peut être très active (10). Une écoute active suppose un effort soutenu d'attention, de tri et de structuration instantanés des informations reçues, un dialogue intérieur et une confrontation avec les acquis ou les représentations, qui se traduisent entre autres dans une prise de notes intelligente (bien entendu, le cours « dicté » ne peut être tenu que pour une caricature...).

Mais d'autres écueils plus inquiétants

Jusqu'ici, il n'y a donc pas lieu de se laisser troubler trop gravement par les critiques habituellement faites au cours magistral. Mais des réserves plus fondées pourraient être formulées sur un autre plan, celui des mécanismes mentaux de l'apprentissage.

En bons esprits cartésiens, nous cherchons généralement, dans la présentation de la matière enseignée, la rationalité dans la progression, « la » logique dans la construction des savoirs ; la genèse historique des concepts nous paraît aussi parfois une bonne référence. Or les psychologues ont largement montré que la logique d'apprentissage n'est ni celle de la construction *a priori* des corps de savoirs, ni celle d'exposition selon les canons usuels, et que la génétique des concepts obéit à d'autres lois (cf. par exemple 6, 7).

Notre propre activité mentale, et notre comportement (verbal, gestuel) devraient être « structurants » pour la pensée des formés,

dont l'activité intellectuelle est seconde par rapport à la nôtre, mais nous ignorons comment elle fonctionne réellement pour parvenir à une appropriation du savoir et à une construction personnelle.

Il y a plus : tous les apprenants n'apprennent pas selon les mêmes modes et les mêmes mécanismes mentaux, chacun étant caractérisé par son profil d'apprentissage, concept associant tout à la fois la logique propre du formé, les modes de communication qu'il privilégie, ses rythmes et ses habitudes évocatrices (auditive, visuelle...) (11).

Même sans aller, dans ce domaine, aussi loin que l'école québécoise parvenue dans le prolongement des travaux de Hill à la notion de « formation optimale »*, on peut penser que le fait de placer tous les apprenants dans la même situation d'apprentissage constitue sans doute l'écueil le plus grave du cours magistral car la parole adressée à l'auditoire est, au mieux, une « parole moyenne ». La « collectivité » du cours est certainement plus inquiétante que sa « magistralité » car, incapable d'assurer une réelle individualisation de l'enseignement, il crée par ailleurs une fautive situation collective, dans laquelle n'interviennent pas les facteurs positifs de l'apprentissage en groupe (échanges et confrontation, enrichissement par les différences individuelles).

Enfin, et sans pessimisme de commande, il faut encore reconnaître que parfois, faute d'un peu de conviction de part et d'autre, le cours, au lieu d'être un temps fort vécu intensément, est un temps où il ne « se passe » rien, où on ne vit rien d'original et de roboratif. L'enseignant pense que son activité pédagogique essentielle est la préparation de son cours (principalement en termes de contenus) et qu'elle le précède donc. Les étudiants, de leur côté, estiment généralement que leur propre activité consistera, plus tard, à apprendre le cours, sur des notes prises tant bien que mal, où même sur celles d'un camarade. Dans une situation de contrainte où l'un et les autres ne se retrouvent pas pour parler et entendre parler de quelque chose qu'ils ont envie de dire ou d'entendre, la rencontre est donc vidée de son sens, puisqu'elle est seulement l'occasion d'un transfert plus ou moins mécanique, comme on recopie une bande magnétique sur une autre.

Alors, que faire ?

Réaffirmons tout d'abord que le cours magistral (avec ses limites incontestables et évidentes) est une méthode pédagogique, et comporte des caractères positifs spécifiques, voire irremplaçables. Mais quels sont-ils ? Comment les valoriser, et comment faire d'un cours un acte fort et efficace ?

Deux conditions paraissent primordialement devoir être réalisées :
1. Créer une attitude positive « d'approche » de la part des étudiants, à l'égard de la matière étudiée (13), en surmontant ce handicap que le cours, en général, répond à des questions qui n'ont pas été posées. L'enseignant se trouve, à cet égard, dans une situation moins bonne que celle du conférencier, dont l'auditoire est en principe venu parce que le sujet traitait l'intéresse, ce qui n'est pas nécessairement le cas des étudiants présents à un cours. Au-delà de la simple mise en éveil de l'intérêt, il s'agit d'une mise en disposition, ou en appétit, d'apprendre, d'une motivation positive générale et d'une modification, même inconsciente, de l'attitude à l'égard de l'apprentissage proposé, qui augmente la réceptivité.
2. En s'appuyant sur ce préalable, susciter l'activité individuelle, la participation, l'implication personnelle des apprenants. Cette activité et cette participation ne sont pas seulement celles qui se traduiraient occasionnellement par des paroles ou des gestes ; il s'agit d'abord, et plus fondamentalement, de cette activité intérieure évoquée plus haut, de ce dialogue avec soi-même du sujet interpellé par le message qu'il reçoit.

* Dans cette optique, le même objet de formation devrait pouvoir être proposé à travers des modes de communication, des descriptions et des formalisations variés, et chaque apprenant recevoir, après diagnostic de son profil grâce à une batterie de questionnaires, sa « prescription » individuelle, lui garantissant un apprentissage optimal (13).

Ces effets ne peuvent être obtenus que dans la mesure où se maintient en permanence un « couplage » entre le formateur et les formés (6), ou encore une « résonance », au sens de la physique, entre l'émetteur et le récepteur, entre les activités intellectuelles complémentaires de l'un et de l'autre. Mais pour réaliser cette résonance, condition d'une réception effective de l'émission, il appartient à l'enseignant-émetteur d'adapter sa fréquence à celle des récepteurs auxquels il s'adresse, et non pas l'inverse. Il ne s'agit donc pas d'émettre de façon aveugle et omnidirectionnelle un message que seuls pourront capter ceux qui se trouvent, par chance, avoir un récepteur assez sensible et bien accordé.

Ce couplage ne peut se réaliser que si l'enseignant ne centre pas son intérêt et son attention sur lui, sur son activité d'enseignement (teaching), sur la satisfaction ou l'ennui qu'il peut en retirer, sur sa logique, sur son humeur, ni sur les contenus qu'il transmet, mais sur les apprenants et leur activité d'apprentissage (learning). Cette « centration » sur les formés, qui est en même temps et nécessairement, une « excentration » hors de soi-même, et qui accomplit ce que l'on a pu appeler la « révolution copernicienne de la pédagogie », n'est rien moins qu'un renversement complet dans la façon de considérer l'acte pédagogique.

Parvenir à remplir ces deux conditions très générales est tout à la fois une question d'attitude(s) et une question de technique(s).

La présence

Le premier avantage à exploiter est celui de la présence physique de l'enseignant, avec ce qu'elle peut comporter de stimulation, de force de conviction, d'enthousiasme communicatif, de « magnétisme » (cf. les expressions courantes : « capter l'attention », « captiver l'auditoire », « avoir du rayonnement »...). Les hommes ne sont pas des automates et une médiation humaine dans leur rapport à la connaissance modifie profondément ce dernier (positivement ou négativement, d'ailleurs). Chacun a pu expérimenter qu'il ne revient pas au même de lire une pièce de théâtre ou de la voir jouer, et ressentir ce que la prestation de l'acteur peut y ajouter. Les hommes politiques eux-mêmes, dans des circonstances importantes, ne font pas l'économie de paraître en personne dans des réunions publiques.

Cette présence se manifeste d'abord dans la parole, la « vive voix », dont le ton, la force, le rythme ont l'importance que l'on sait*. Mais elle s'incarne aussi dans les gestes et les postures, le regard, la façon d'occuper l'espace, qui constituent autant de modes de communication non verbaux mais réels, et si les qualités qui sont mobilisées ici sont, il est vrai, assez largement innées et spontanées (le « don »), elles peuvent aussi être développées par un apprentissage ou un entraînement (le « métier »). Un acteur, même doué, apprend son métier, pourquoi un enseignant ne l'apprendrait-il pas, ou ne s'y perfectionnerait-il pas ? La technique de l'autoscopie par enregistrement magnétoscopique peut être très bénéfique (15) ; à défaut, un simple magnétophone que l'on réécouterait en tête-à-tête n'est déjà pas non plus dénué d'intérêt.

La mise en scène

Mais le jeu de l'acteur doit encore être servi par une bonne mise en scène. L'ennui, enfant, dit-on, de l'uniformité, peut naître d'un discours linéaire, même bien dit, avec expressivité et conviction, poursuivi sans le moindre incident ou imprévu, de semaine en semaine, se traduisant simplement en fin d'année par un volume plus ou moins important de notes, plus ou moins bien prises par les étudiants-auditeurs.

Il faudrait donc avoir encore le souci d'une bonne animation, de telle sorte que tous les cours ne se ressemblent pas. Mais, à moins d'une exceptionnelle maîtrise des situations, l'improvisation doit avoir été minutieusement préparée, et même minutée, sans en donner cependant l'impression, et en laissant à l'enseignant la disponibilité indispensable pour modifier éventuellement la pro-

* Les expériences de Ware et Williams (14) ont montré que, dans la présentation d'un cours oral l'expressivité jouait un rôle plus important que la clarté (Effet Fox).

grammation prévue, en fonction des réactions. Cela comporte :

- la gestion du temps, son découpage en séquences, les ruptures de rythme, les temps forts et les détentes (l'attention ne peut être maintenue à son plus haut niveau au-delà de vingt minutes).
- l'animation par les questions (posées par l'enseignant, ou suscitées par lui), ou les petits groupes de discussion sur place (« buzz-groups ») *.
- la présentation de démonstrations, d'expériences, de modèles ou de maquettes ;
- le travail sur documents imprimés (tableaux de données, graphiques, grilles, abaques...);
- l'emploi de l'audiovisuel, enfin.

L'audiovisuel : vaste sujet qu'il n'est pas question d'aborder ici sur le fond. Mais il est manifeste que souvent on l'utilise comme une technique et non comme une méthode, sans avoir précisé ce que l'on en attend exactement en termes d'apprentissage, sans avoir défini quels objectifs spécifiques on espère atteindre en l'utilisant et en particulier sans distinguer l'usage pédagogique (utilisation d'un mode de communication) et l'usage didactique (présentation d'un contenu) que l'on peut faire de l'image.

Son utilisation, sous toutes ses formes (rétroprojecteur, diapositives, films, vidéo, et aussi image imprimée) peut en effet répondre à des préoccupations très diverses :

- Comme mode de communication, on peut y trouver un double intérêt, par rapport à la « mise en scène » (variété dans la présentation de l'information, choc et prégnance de l'image, interruption du discours parlé, possibilité de faire entrer le monde extérieur...), et par rapport à la diversité des préférences d'apprentissage. S'il faut, malheureusement, abandonner l'espoir de personnaliser véritablement les modes d'apprentissage dans un cours, on peut cependant éviter la pire des situations, qui est de n'en utiliser qu'un : entendre. En élargissant le registre de communication au profit d'un mode non verbal et en changeant de « canal sensoriel », on doit *a priori* permettre à un plus grand nombre d'apprenants d'utiliser leur dominante, fût-ce pour un moment. (A ce propos, il faudrait ne pas oublier que le tableau noir peut aussi jouer ce rôle.)
- Comme langage didactique, les possibilités de l'image (motivante, illustrative, descriptive, suggestive, analogique, schématisante...) sont évidemment très grandes, et de nombreux ouvrages développent d'ailleurs ce thème. Le commentaire sur ce point se limitera ici à une seule remarque : alors que le discours parlé est par nature logique, séquentiel et linéaire, ayant pour unique dimension le temps, l'image est apte à montrer, dans la simultanéité, des relations multidimensionnelles entre des objets, des grandeurs ou des concepts, dans un langage analogique **.
- Enfin l'audiovisuel (comme le texte imprimé, d'ailleurs) modifie le statut de l'enseignant par rapport au savoir, auquel il n'est plus identifié ; même si tel est le cas, il n'est jamais perçu comme l'auteur des documents utilisés et il se trouve en position de médiateur entre un savoir objectif et les apprenants.

Mais il est vrai (et c'est un frein sérieux à la mise en œuvre de l'audiovisuel) que, malgré la disponibilité sur le marché d'assez nombreux « produits », une réelle intégration à un schéma pédagogique raisonné suppose souvent que l'enseignant se fasse le concepteur, voire le réalisateur-producteur, de son propre matériel, et tous ceux qui ont une expérience en ce domaine savent quelle quantité de travail cela exige.

Les documents et la prise de notes

Les étudiants réclament souvent « des documents » et, même si leurs raisons ne sont pas toujours les meilleures, le problème reste

* Un rang sur deux se retourne, et il se constitue des groupes de cinq ou six étudiants pour quelques minutes de discussion sur une question posée.

** Il faut cependant songer qu'il n'est pas possible de prendre une image en notes, et il faudrait systématiquement fournir aux étudiants une reproduction imprimée (en noir et blanc, à défaut de la couleur...) des images utilisées pendant le cours. L'utilisation du film pose, à cet égard une difficulté ; peut-être serait-il intéressant de fournir un « résumé » du film, son scénario et quelques images redessinées, pour aider la relecture mentale ultérieure ?

posé de savoir quels supports imprimés leur fournir, entre le minimum : énoncé des objectifs et plan, et le maximum : texte exhaustif, exercices, tests d'autoévaluation, références bibliographiques, etc. C'est aussi le problème important du rapport entre l'information écrite et l'information orale, et de la spécificité de chacune.

Pour éviter à la fois le trop et le trop peu, il faudrait référer cette question à celle de la prise de notes personnelle. On peut la considérer comme une activité mécanique, une perte de temps, à la limite une brimade de l'enseignant qui, jaloux de son pouvoir, refuserait de livrer « son texte », pour obliger les étudiants à venir en cours. Mais, outre qu'un « vrai » cours n'a pas de texte équivalent, la prise de notes constitue surtout un facteur très positif d'individualisation et d'appropriation du message, et un correctif à l'aspect collectif et impersonnel du cours. Elle suppose en effet des choix personnels et la construction par chacun, pour lui-même, de son propre outil de travail ; elle contraint à ne pas se laisser aller au fil de l'eau et à pratiquer l'écoute active dont il était question plus haut. Il serait donc certainement maladroite, soit par souci d'exactitude, soit sous la pression de revendications, de supprimer ce travail personnel.

Mais, à voir les notes prises par les étudiants, on mesure la perte d'information qui accompagne cette transcription du message oral ; disparues les nuances, les finesses, les subtilités du raisonnement... mélangés l'essentiel et l'accessoire... On a montré, du reste, que la quantité d'unités d'information prise en notes diminue graduellement, et rapidement, au cours d'une séance. Il est effectivement difficile pour les étudiants, qui n'y sont pas entraînés, de mener simultanément trois activités : écouter, analyser et comprendre, écrire.

Le rôle des documents doit donc être de leur faciliter la tâche en les sécurisant, en les libérant de la tension que provoque le souci de tout noter (antinomique avec une analyse critique du discours), en réduisant la fatigue physique, en faisant en sorte que la prise de notes soit en définitive une activité intellectuelle, non un automatisme. En règle générale, on devrait donc fournir, outre la formulation des objectifs à atteindre et un plan suffisamment détaillé, tous les tableaux, graphes, figures, schémas, calculs d'une certaine longueur ; cette nécessité est encore plus grande si ces éléments du cours sont préparés à l'avance et projetés, plutôt que construits progressivement au tableau ou au rétroprojecteur.

En revanche, le texte intégral (le « polycop-bible »), qui donne essentiellement lieu, de la part de l'étudiant, à une vérification de conformité avec le cours, est très démobilisant. Il vaudra bien mieux pour l'étudiant, si le besoin s'en fait sentir, aller à la bibliothèque pour compléter et enrichir l'apport du cours ; il apprendra ainsi en plus à se documenter personnellement et à utiliser cet outil de travail qu'est le livre (des références bibliographiques lui seront alors utiles).

Enfin, indépendamment des documents, il est bien évident que la façon de parler et de structurer le cours peut grandement faciliter ou non la prise des notes ; la revendication des étudiants de disposer de bases écrites a parfois cette origine...

L'évaluation

Enfin, il est indispensable de disposer, par un moyen ou un autre, d'une évaluation objective permanente de l'apprentissage obtenu, sous la forme d'une rétroaction (ou feedback) revenant du groupe au formateur, par un renversement du couplage. Cette pratique présente un triple intérêt :

- informer le formateur sur la qualité de la réception de son message et l'efficacité de sa technique,
- détecter et pouvoir redresser le plus rapidement possible les malcompréhensions éventuelles,
- dans l'hypothèse de la réponse correcte, faire jouer au niveau individuel le renforcement de l'apprentissage par la satisfaction obtenue.

Les livres

Psychologie de l'évaluation scolaire

un livre de G. Noizet et J. P. Caverni

(P.U.F., « Pédagogie d'aujourd'hui », 1978, 232 p.)

Les enseignants exercent, à côté de leur fonction d'enseignement, une fonction d'évaluation dont la complexité est souvent sous-estimée. Le livre de MM. Noizet et Caverni présente une étude de l'acte d'évaluation selon les méthodes de la psychologie expérimentale.

Les divergences d'évaluation entre correcteurs sont bien établies depuis longtemps. La première partie du livre rappelle les analyses des résultats du baccalauréat qui montrent des écarts surprenants entre jurys ou même entre examinateurs lors de corrections multiples. Devant ce fait bien établi, on peut adopter une solution radicale qui consiste à ne plus faire appel à des évaluateurs, en utilisant des questionnaires à choix multiple (QCM). On peut aussi adopter une solution de compromis en instaurant des procédures de modération avant la notation (barèmes par exemple) ou après la notation (ajustement des notes). L'évaluation continue est un autre moyen proposé pour améliorer l'évaluation ; elle se traduit lors du baccalauréat par le recours au livret scolaire.

La thèse des auteurs est que la fiabilité de l'évaluation ne peut être accrue que si l'origine des disparités a été correctement analysée. La démarche suivie pour effectuer cette analyse est intéressante et fructueuse. L'acte d'évaluation est envisagé comme le traitement d'informations recueillies par l'évaluateur dans certaines conditions et aboutissant à un jugement. En provoquant des variations dans le matériel à évaluer et/ou dans les conditions d'évaluation, on observe les variations qui en résultent sur les évaluations. La technique statistique employée, qui est celle des plans d'expérience à 2 ou 3 facteurs, permet de montrer l'influence de chacune des variations provoquées.

En trahissant un peu la richesse de cette seconde partie du livre, on peut classer les effets en plusieurs catégories :

a) effets d'informations sur l'élève : (performances antérieures, statut scolaire, origine socio-économique, origine ethnique). L'évaluateur modifie son évaluation pour la mettre en accord avec ce qu'il sait de l'élève, c'est-à-dire ce que lui dit ou lui suggère l'expérimentateur. Ainsi, par exemple, la moyenne des

notes des mêmes copies varie de 10 à 12 selon qu'elles sont attribuées à des élèves forts ou faibles.

b) effets dus à la séquence des copies : une copie corrigée immédiatement après une bonne copie est notée, en moyenne, un demi-point plus bas que si elle suit une mauvaise copie. Une même copie corrigée après trois bonnes copies est notée, en moyenne, 4 points plus bas que si elle suit trois mauvaises copies.

c) effets de la place des incorrections dans la copie : la note obtenue est plus basse si les incorrections sont rencontrées dans la première partie de la copie.

d) effets de l'échelle de notation : il est montré que la notation sur 20 diffère absolument d'une notation sur 10 avec un coefficient 2.

e) effets dus aux interactions entre les effets précédents.

Tous les effets observés peuvent contribuer à modifier la note attribuée à une copie et rendent compte des disparités, non aléatoires, observées entre différents évaluateurs.

Les QCM et l'évaluation continue apportent-elles des solutions ? Les auteurs montrent qu'elles présentent elles aussi des difficultés. Dans la construction des QCM on peut introduire facilement des biais divers lors du découpage des questions, du choix des distracteurs, de la cotation des réponses. Même la forme, positive ou négative, des questions a son importance. Il est intéressant d'observer la stratégie de celui qui répond au questionnaire, en particulier lorsque ses connaissances sont incertaines. On peut lui demander par exemple d'indiquer le degré de certitude qu'il attribue à sa réponse. Quant à l'évaluation continue, elle ne peut être fiable que si les évaluations successives sont réellement indépendantes, c'est-à-dire en particulier conduites par des évaluateurs différents et sans interaction.

Si, comme l'affirment les auteurs, il est possible d'apprendre à évaluer, alors les enseignants doivent recevoir une formation sérieuse dans ce domaine, car ils ont, à travers elle, une responsabilité sociale importante. Les résultats présentés dans ce livre peuvent contribuer à une telle formation et on peut en recommander vivement la lecture.

Il ne s'agit pas d'une évaluation-jugement, mais d'une évaluation formative, permettant de faire le point et de mettre en œuvre rapidement les mesures correctrices qui s'avèreraient nécessaires. Elle ne doit évidemment pas porter sur des capacités situées au-delà des objectifs propres du cours, et qui ne pourraient être acquises qu'à un stade ultérieur, par exemple après des T.D. ou des T.P. Elle ne peut être que très simple et ne remplace donc pas une évaluation formative plus approfondie, mais moins fréquente, permettant notamment de mesurer la progression vers les objectifs finals assignés à l'apprentissage proposé. D'autre part, il est évidemment essentiel que les étudiants en connaissent le résultat, statistiquement, mais aussi individuellement, et le plus rapidement possible, de préférence sur-le-champ.

Du point de vue pratique, on peut :

- poser des questions, mais les réponses sont en général peu nombreuses, fournies par quelques étudiants (toujours les mêmes) et l'information reste très partielle.
- proposer des tests écrits, courts, anonymes ou non et autocorrigés, mais cette procédure est coûteuse en temps.
- utiliser des dispositifs de « vote électronique », peu répandus car onéreux.

- mettre en œuvre enfin le procédé déjà décrit précédemment (16) et dont une application effective est signalée dans la seconde partie.

*
* *

Le cours magistral est probablement la technique d'enseignement la plus difficile, d'autant que, paradoxalement, une certaine forme de perfection, dans la rigueur, la clarté, l'expression, le « brillant », n'est pas la meilleure garantie de qualité et d'efficacité. Elle n'en est pas une lorsque les critères, implicites ou explicites, sont ceux de l'enseignant et traduisent ses réactions personnelles, intellectuelles ou affectives mais de toute façon subjectives, devant le savoir et son organisation à des fins didactiques.

Outre l'annihilation du sens critique et la privation d'initiative qui en résultent, la présentation d'un « produit fini », parfaitement élaboré sur des bases définies unilatéralement n'ouvre pas nécessairement le chemin vers l'esprit des étudiants. On ne peut pas faire l'économie d'une prise en compte des caractéristiques et des réactions des destinataires, car on ne fait pas apprendre « de

force », pas plus qu'on ne fait entrer une vis dans du bois avec un marteau.

La théorie et les techniques existent; elles apportent un appui et un guide à l'enseignant, qui ne peut les ignorer ou les dédaigner, mais elles n'apportent pas non plus de recette-miracle et (le regrettera-t-on ?) les qualités personnelles du « maître », qualités d'intuition et d'intelligence des situations, restent déterminantes. L'auteur-acteur d'un cours, après avoir minutieusement préparé et programmé sa prestation, doit encore être prêt à assurer en temps

réel une régulation et une adaptation aux réactions de son public. Il doit faire oublier sa technique, ne pas se substituer à celui qui doit apprendre, lui donner matière à, et envie de, travailler personnellement.

Le cours est une rencontre avec quelqu'un et l'enseignant n'est ni une machine à enseigner, ni un livre vivant; c'est avant tout un médiateur. Oserais-je abrégier le mot, et dire que c'est un « média » ? C'est probablement le premier et le plus important média... et, qui plus est, audiovisuel !

2^e partie : Expérimentations en chimie organique, au premier cycle

Sont décrites ici deux expériences ponctuelles, visant à améliorer le fonctionnement d'un cours de chimie organique, s'adressant à une cinquantaine d'étudiants, en premier cycle (DEUG-A, 2^e année).

En les relatant, l'intention est principalement de donner deux exemples de tentatives qu'un enseignant peut faire seul, avec des moyens très limités, sans avoir besoin de l'engagement de l'institution, ni de ses collègues.

1. Support visuel pour la présentation des mécanismes des réactions

La base du procédé est l'utilisation de diapositives (ou de transparents pour rétroprojecteurs) comportant un schéma réactionnel en négatif, sur fond noir, avec un code de couleurs pour « marquer » (au même sens que l'on dit « marquer d'un isotope ») les électrons ou les atomes jouant un rôle dans la réaction; quatre couleurs, plus le blanc, sont nécessaires et suffisantes.

La visée didactique est de faire mieux comprendre le déroulement des réactions et les concepts de base : modes de rupture et de formation des liaisons, donneur et accepteur, rôle et devenir des électrons, opposition entre groupement fonctionnel et reste hydrocarboné.

La visée pédagogique comporte deux aspects :

- utiliser le canal de la perception visuelle et favoriser la mémoire correspondante,
- convier les étudiants à faire une action, en reportant ces indications de couleurs sur une reproduction papier en noir et blanc. Ceci leur permet de conserver intégralement l'information, les oblige à « voir » et à renforcer cette perception par un geste (par exemple, le geste de suivre, le crayon vert à la main, du début à la fin d'une réaction, le sort de tels électrons ou de tel atome).

2. Évaluation instantanée

Il s'agit de la mise en œuvre systématique d'un procédé de rétroaction, déjà décrit précédemment dans son principe (16), consistant à projeter une question à choix multiples dont les réponses sont codées chacune d'une couleur, et à munir chaque étudiant d'un matériel de « vote » (une collection de quatre rectangles de carton de couleurs différentes) lui permettant de donner « sa » réponse en montrant à bout de bras la couleur choisie. Il est possible aussi de poser, à propos de chaque réponse proposée, la question « vrai ou faux ? ».

Ce procédé, outre sa rapidité, a l'avantage de permettre instantanément tout à la fois une appréciation statistique du résultat et des observations individuelles. Les intentions sont d'abord celles de toute évaluation formative : savoir quelle proportion d'étudiants semble avoir tiré un bon profit de l'enseignement, éventuellement reprendre les erreurs et en expliquer l'origine, permettre aux étudiants de faire le point pour eux-mêmes, renforcer les bons apprentissages.

Il s'y ajoute l'intérêt de faire faire quelque chose collectivement aux étudiants, qui se sentent alors davantage vivre en groupe, dans un groupe où ils peuvent se situer, et d'induire une animation sous la

double forme de discussions entre les étudiants et d'échanges entre eux et l'enseignant, qui ont quelque chose à se dire.

Ces deux tentatives ont été évaluées par questionnaires anonymes et les tableaux ci-après regroupent les résultats obtenus (réponses exprimées en pourcentages, sur 49 participants) :

Mécanismes des réactions.

| | Oui | Pas toujours | | Non | Sans opinion | |
|--|-------|--------------|--------|-------------------|--------------|--------------|
| Les diapositives vous ont-elles aidé(e) à : | | | | | | |
| ● comprendre | 89 | 7 | | — | | 4 |
| ● retenir | 41 | 41 | | 11 | | 7 |
| | Mieux | Plutôt mieux | Pareil | Plutôt moins bien | Moins bien | Sans opinion |
| Quelle est votre appréciation globale pour : | | | | | | |
| ● l'attrait, l'agrément | 52 | 41 | 4 | — | — | 3 |
| ● la compréhension | 41 | 41 | 7 | 4 | — | 7 |
| ● la mise en mémoire | 33 | 26 | 30 | — | — | 11 |
| ● l'intérêt qu'il vous a fait porter à la chimie | 33 | 30 | 30 | — | — | 7 |
| ● la situation à fournir un effort personnel | 18 | 41 | 37 | 4 | — | — |
| ● la facilité du travail en cours (noter) | 19 | 33 | 22 | 19 | — | 7 |
| ● la facilité du travail personnel (revoir, assimiler) | 19 | 44 | 30 | — | — | 7 |

Évaluation instantanée.

| | Oui | Pas toujours | | Non | Sans opinion | |
|--|-----|--------------|--|-----|--------------|----|
| Avez-vous trouvé ce procédé | | | | | | |
| ● intéressant | 93 | 4 | | — | | 4 |
| ● utile | 81 | 11 | | 4 | | 4 |
| ● fastidieux | — | 4 | | 81 | | 15 |
| ● amusant et stimulant | 67 | 18 | | 4 | | 11 |
| Vous a-t-il permis parfois de rectifier des erreurs ? | 89 | — | | — | | 11 |
| Éprouviez-vous une satisfaction lorsque vous aviez répondu juste ? | 70 | — | | 15 | | 15 |

N. B. : L'auteur fournira volontiers, à la demande, toute indication pratique et technique sur la réalisation des matériels utilisés. Il sera d'autre part heureux de recevoir tout commentaire ou toute opinion sur le sujet traité dans ces pages (BP 53 X, 38041 Grenoble Cedex).

Bibliographie

- (1) J. M. Leclerc, Actes du colloque sur la pédagogie universitaire, Montréal, 1979, p. 78.
- (2) « Une expérience de rénovation de l'enseignement de chimie en premier cycle universitaire », *Unichimie*, 1972, 7, 29.
- (3) « Rénovation de l'enseignement de chimie en maîtrise d'enseignement de sciences physiques », Rapport interne université Grenoble I.
- (4) P. Moessinger et M. L. Goldschmid, Actes de la 6^e conférence internationale « Improving university teaching », Lausanne, 1980.
- (5) R. Paquin, Colloque AUPELF, Louvain-la-Neuve, 1981.
- (6) G. Malglaive, *Éducation permanente*, 1977, 39-40, 63.
- (7) D. Hameline, *Cahiers pédagogiques*, n° 148-149.
- (8) V. et G. De Landsheere, « Définir les objectifs de l'éducation », P.U.F. éd., 1978. D. Hameline, « Les objectifs pédagogiques en

- formation initiale et en formation continue », ESF, Entreprise moderne d'édition, 2^e éd., 1979.
- (9) P. Parlebas, *Rev. Fr. Pédag.*, 1980, 51, 4.
- (10) Aussubel (1963), cité in réf. (7).
- (11) P. Tamin, *Eur. J. Sci. educ.*, 1979, 1, n° 3, 327. Cl. Lamontagne, Actes du colloque sur la pédagogie universitaire, Montréal, 1979, p. 198. L. Massarenti, *Rév. Fr. Pédag.*, 1979, 46, 30. A. De la Garanderie, « Les profils pédagogiques », Le Centurion, éd. 1980.
- (12) P-PACH (Profil personnalisé d'apprentissage des connaissances et des habiletés), Cl. Major, Collège de Valleyfield, Québec.
- (13) R. F. Mager, « Pour éveiller le désir d'apprendre », Gauthier-Villars, éd. 1969.
- (14) J. E. Ware et R. G. Williams, *J. of medical Educ.*, 1975, 50, 149.
- (15) M. Maurin, *L'actualité chimique*, 1978, 1, 32.
- (16) P. Arnaud, *Unichimie*, 1972, 6, 42.

Réflexions du groupe « CHAPHAM » sur le contrôle des connaissances en sciences physiques (second Cycle des lycées) *

En guise d'exergue

Extrait du bilan de la Commission Lagarrigue
« Ce qu'il restait à faire... » - Février 1977

f) Les aspects docimologiques se posent avec une acuité toute particulière à une science expérimentale : il eut été nécessaire de leur consacrer une étude spéciale.

Par un légitime souci de l'intérêt immédiat de leurs élèves, les professeurs consacrent une part considérable de leur enseignement à les entraîner à résoudre les problèmes de baccalauréat. La résolution de ces problèmes traditionnels, trop souvent réduits à un exercice d'application des formules du cours et à une petite manipulation mathématique, est fréquemment bien éloignée d'une mise en œuvre effective des attitudes de pensée du physicien. Il en résultera une inefficacité et une distorsion de la réforme si l'on ne met pas au point des méthodes de contrôle originales, et vraiment adaptées aux objectifs que s'assignera l'enseignement.

[Voir le texte complet B.U.P. n° 597, octobre 1977]

Introduction

A l'instigation du groupe Lagarrigue, un groupe de travail (nommé groupe CHAPHAM) a réfléchi, pendant l'année 1979/1980, au problème du contrôle en physique-chimie au second Cycle. Le groupe CHAPHAM est issu de la collaboration de deux organismes de recherche : le LIRESPT (Laboratoire de l'Université Paris VII) et l'ISP (Institut Supérieur de Pédagogie, organisme de recherche et de formation de l'Institut Catholique de Paris).

Le groupe CHAPHAM a réuni une quinzaine de personnes. Onze ont participé très régulièrement au travail : six sont des enseignants du second cycle, trois sont des enseignants de classes préparatoires, deux sont des enseignants en Faculté.

Environ deux cents professeurs du second cycle ont reçu les textes des exercices produits pour les critiquer. Une vingtaine environ en ont testé avec leurs élèves. Les copies ont été analysées par le groupe.

En fonction des réactions des collègues et du résultat de l'analyse des copies des élèves, nous avons modifié des exercices (et nous en avons supprimé certains).

I. Les buts de la réforme

Une analyse des commentaires du programme, ainsi que des conclusions de la commission Lagarrigue, montre une préoccupation constante : dépasser le cadre d'une simple réforme de programme, et provoquer une modification sensible de notre enseignement en développant le plus possible l'approche expérimentale des notions de base.

On trouvera, en référence, quelques textes du ministre ou de la commission qui montrent bien que cette préoccupation a été l'une des motivations essentielles. Nous nous sommes aussi inspirés des commentaires des nouveaux programmes du second cycle. Ces textes sont fondamentaux, car ce sont sur eux que repose mainte-

nant l'enseignement des sciences physiques et notre travail ne pouvait que s'y référer.

Que peut-on attendre de l'utilisation de l'approche expérimentale dans l'enseignement des sciences physiques ? Le développement qui suit pourra sembler un peu long, mais nous avons tenu à lier très fortement notre réflexion sur les contrôles aux buts que nous pouvions fixer à notre activité quotidienne d'enseignants en sciences physiques.

I. 1. Développer l'esprit d'observation

C'est un lieu commun et c'est bien vague, mais on peut préciser en disant : nous cherchons à rendre les élèves capables de se laisser interroger par un phénomène qui se déroule devant eux.

* Le groupe « CHAPHAM » : Andrée Dumas-Carré, Michel Meallet, Alain Dorange, Michel Fialeire, Antoine Frey, Robert Goix, Philippe Gouley, Marie-Agnès Lahellec, Christian Larcher, Michèle Rousseau, Jeanne Tonnelat.

Pour atteindre ce but, il sera impératif, pour éviter l'échec, d'adapter la forme des contrôles.

En analysant les conditions qui semblent nécessaires à la réalisation de ce premier objectif, on constate qu'il faut, le plus souvent possible, que l'observation personnelle de l'élève précède le cours, de façon à rompre la démarche traditionnelle : « théorie-vérification expérimentale » pour proposer plutôt le schéma : « constatation expérimentale-construction d'une théorie pour rendre compte du réel et permettre de progresser ».

Il est clair qu'une expérience ne fonde pas une théorie et il ne s'agit pas, non plus, de refaire l'histoire avec les élèves. La méthode expérimentale, ainsi employée, cherche juste à suggérer ; elle veut nous éviter de poser, *a priori*, les définitions qui seront utilisées dans le modèle théorique.

Il ne s'agit pas, non plus, de critiquer la recherche théorique ! Mais notre propos concerne l'enseignement secondaire. Ce dernier est un enseignement qui, même dans les sections scientifiques, s'adresse à une majorité d'élèves qui n'exercera pas plus tard une activité découlant directement des sciences physiques. Ainsi, il semble important de privilégier dans l'activité expérimentale l'esprit d'observation, la capacité à voir l'inattendu, à déceler le phénomène significatif, car ce sont des qualités utiles dans bien des domaines autres que les sciences physiques et même dans la vie courante.

I. 2. Rendre acceptable la complexité du réel

Dans la forme d'enseignement qui part de l'exposé théorique modélisé pour présenter les phénomènes physiques, on décèle rapidement deux types de difficultés chez les élèves :

- certains, lorsqu'ils découvrent que la réalité est beaucoup plus compliquée que le modèle simplifié qui leur a été présenté, éprouvent une certaine désillusion ; ils s'estiment trompés ; cette « crise » est bien connue, en particulier en chimie.
- d'autres, à l'esprit plus mathématique, ne peuvent plus accepter une présentation phénoménologique qui ne parte pas, en quelque sorte, d'une base axiomatique.

Pour éviter ces deux types de difficultés, il semble bien encore que la solution réside dans la démarche expérimentale. Dans ce cas, la complexité du réel s'impose d'elle-même avec, comme corollaire, la nécessité et la justification des simplifications.

On peut citer, comme exemple, pour illustrer ce phénomène la chimie des solutions avec, en particulier, la notion de pH. Qui d'entre nous n'a pas rencontré beaucoup de difficultés à admettre (et à faire admettre !), *a priori*, les approximations faites dans les calculs ? Les élèves ont raison quand ils prétendent, qu'avec cette méthode, les dés sont pipés. Il paraît tellement plus honnête, comme nous le proposons les nouveaux programmes, de commencer par mesurer le pH, d'en déduire les espèces prépondérantes et négligeables. On pourra ainsi, dès le départ, justifier les simplifications qu'on fera après dans les calculs.

Ce problème se retrouve constamment en sciences physique où, à force de négliger, on devient négligeant et où la description des phénomènes est complètement coupée du réel. L'un des grands rôles des sciences expérimentales a bien été de réaliser ce long travail de débroussaillage. Nous pourrions donc nous donner comme but, entre autre, de rendre nos élèves capables de réaliser, à leur niveau, cette opération.

I. 3. Faire la différence entre le modèle et le phénomène

C'est aussi l'un des grands problèmes de notre enseignement. On sait bien que l'idée que l'on se fait d'un phénomène reste profondément marquée par la première perception qu'on en a eue ; comment dissocier alors le phénomène de son modèle, si c'est ce dernier qui est présenté le premier ?

Combien de nos élèves (et de nous-mêmes) n'ont-ils pas quitté le secondaire en identifiant l'atome et le modèle de Bohr, en pensant qu'une force c'est un vecteur, en identifiant réaction chimique et « équation de réaction » ?

Cette distinction modèle-phénomène est en soit une opération très délicate, il faut donc la considérer avec beaucoup de sérieux. Là encore, il semble bien que la tâche est plus facile en abordant l'étude des phénomènes par l'expérience. La démarche ainsi réalisée permet de mieux cerner les hypothèses faites au moment de la construction du modèle qui devient ainsi justifié et, surtout, postérieur au phénomène lui-même dans les esprits des élèves.

I. 4. Développer l'esprit critique, la capacité de contrôle

Encore un lieu commun ! Mais comment exiger cette capacité de nos élèves, s'ils n'ont pas les connaissances nécessaires pour l'exercer ? C'est-à-dire comment exiger la connaissance des ordres de grandeur, des processus vraisemblables (c'est-à-dire fréquents), s'ils ne se sont pas trouvés eux-mêmes aux prises avec des résultats expérimentaux assez nombreux, s'ils n'ont pas eu l'occasion de voir les résultats de mesures qu'ils ne pourront pas faire eux-mêmes.

Enfin, comment les rendre capables d'être critiques vis-à-vis d'un modèle s'ils n'ont pas assisté au moins quelques fois à sa fabrication ?

I. 5. Faire acquérir des connaissances de base

Ces connaissances se situent à deux niveaux :

- les concepts de base,
- les informations phénoménologiques.

En d'autres termes, il faut rendre nos élèves capables de manipuler les concepts qui fondent les sciences physiques, par exemple : la notion de force, les caractéristiques cinématiques d'un mouvement, la notion de champ, etc. Mais, il faut aussi qu'ils connaissent avec une certaine précision des données et des lois résultant d'expériences qu'ils n'auront pas faites eux-mêmes. Ce double but est traditionnel dans notre enseignement. Il ne faut surtout pas le négliger, sous prétexte de remettre en avant les buts que nous venons d'énoncer. Ces connaissances de base constituent, en quelque sorte, la charpente sur laquelle le reste s'appuie. Le sens expérimental, la créativité ne s'exercent que par référence à un ensemble de connaissances qui permet des comparaisons et qui indique les méthodes qui se sont déjà avérées efficaces. D'autre part, ces connaissances constituent le cadre historique et social dans lequel notre enseignement doit se situer.

I. 6. Faire acquérir des capacités opératoires

L'exploitation des résultats expérimentaux, le développement des modèles théoriques ne peuvent s'effectuer sans calculs, tant littéraux que numériques. Ces capacités doivent être acquises par les élèves. Ce problème est d'autant plus important que les mathématiciens ne répondent plus de façon évidente à la demande que leur font dans ce domaine leurs collègues physiciens. Notre enseignement doit donc comporter une part non négligeable d'entraînement à ces savoir-faire. Mais, ceux-ci ne sont, pour nous, que des moyens. Cette remarque est très importante, en particulier dans les exercices du type problème : un calcul aussi bien littéral que numérique doit déboucher sur une question d'ordre physique. Or, malheureusement, on trouve encore beaucoup trop de calculs « gratuits ». Dans notre projet, nous nous sommes efforcés de faire très attention au rôle des calculs dans tous les exercices proposés.

Il faut remarquer qu'il y a d'autres moyens que les calculs. Et, curieusement, beaucoup de ces « moyens » ne sont pas, ou peu, utilisés. Le plus connu est, sans doute, l'emploi des méthodes graphiques.

Tous ces moyens sont souvent en eux-mêmes fastidieux à mettre en œuvre et ne valent que par le résultat qu'ils permettent

d'obtenir. Ce qui nous semble important, c'est qu'en aucun cas ces « moyens » ne deviennent une « fin » dans les exercices proposés. Ceci n'est pas facile, car c'est une dérive fréquente que de centrer un exercice sur « l'outil » utilisé plutôt que sur le phénomène physique étudié.

Conclusion

A une réforme des programmes, et un changement de l'esprit de l'enseignement, doit correspondre nécessairement une modification des contrôles utilisés. Nous avons tout naturellement axé

notre recherche sur des types d'exercices capables de tester les capacités que l'on souhaitait voir acquérir par les élèves. Autrement dit, nous avons cherché des exercices cohérents avec les buts que nous venons d'exposer.

Ce que nous proposons pourra sembler à certains assez nouveau (ou banal, c'est selon !); en tout cas, différent de ce qui est proposé à l'heure actuelle aussi bien au baccalauréat que pendant le travail en classe durant l'année scolaire. En fait, le public auquel s'adresse ces exercices n'existe pas encore; ils sont destinés à des élèves ayant suivi un enseignement sur les nouveaux programmes dans l'esprit des sciences expérimentales.

II. Présentation succincte des différents types d'exercices étudiés

II. 1. Les quatre types d'exercices proposés

a) Les questions sur les méthodes et raisonnements expérimentaux (M R E)

Nous avons vu, dans l'analyse des buts que l'on pouvait se fixer en fonction des nouveaux programmes, toute l'importance accordée à l'expérience. Il était indispensable d'en tenir compte au niveau des contrôles.

Les contrôles expérimentaux sont évidemment possibles et très souhaitables mais leur mise en œuvre n'est pas simple; aussi avons-nous essayé de définir un type d'exercice écrit qui testerait des « capacités expérimentales » chez les élèves. Ce terme, bien sûr, est beaucoup trop vague et il faut le préciser.

On peut classer assez grossièrement les « capacités expérimentales » en deux catégories :

- les capacités concernant la manipulation elle-même, du type : habileté manuelle, ordre, sens pratique pour réaliser le montage, etc.,
- les capacités concernant les méthodes et les raisonnements utilisés pendant une expérience, par exemple, capacité d'émettre des hypothèses en fonction d'une situation expérimentale décrite, capacité à mettre en forme des résultats expérimentaux pour les exploiter et en tirer des conclusions, capacité à reconnaître les paramètres pertinents dans une étude, etc.

Il est évident qu'une question écrite ne pourra jamais tester les capacités du premier type. Au contraire, nous avons pensé que les deuxièmes pouvaient l'être. C'est ce que nous avons cherché à réaliser dans les exercices M R E.

b) Le problème

Ce type d'exercice, bien connu de tout le monde, reste indispensable : il teste remarquablement les capacités de formalisation, de calcul et de synthèse. Il permet de concrétiser, au sein d'une démarche de plus longue haleine, les différentes capacités que nous avons définies au début.

III. Présentation détaillée du projet

III. 1. Analyse des quatre types d'exercices

A. Les questions sur les Méthodes et Raisonnements Expérimentaux (M R E)

Il nous a semblé tout à fait important que, dans les exercices différents du problème traditionnel, l'accent ne soit pas mis uniquement sur les connaissances ou la compréhension des concepts, mais qu'une part importante soit réservée à l'aspect expérimental. Comme nous l'avons déjà dit, nous n'avons cherché qu'à tester les objectifs concernant les méthodes et les raisonnements.

Il reste que l'on dérive assez vite dans ce genre d'exercice vers le contrôle d'une démarche à dominante mathématique. Nous tenterons de définir plus loin les principes qu'on pourrait se donner pour éviter ce genre d'écueil.

c) Les questions à réponse courte

Contrairement aux exercices M R E, celles-ci ne testent pas un type précis d'objectifs. Ce qui les caractérise, c'est leur forme : questionnaire à choix multiple, questionnaire à trous, questions à réponse brève d'une ou deux phrases. Ce genre d'exercice est de plus en plus utilisé dans l'enseignement, à l'heure actuelle. Il permet de tester avec rapidité des connaissances ponctuelles, mais aussi, par la forme des questions, il permet de rompre le par cœur pour tester la compréhension d'un concept plus en profondeur que ne le ferait une question de cours traditionnelle.

d) Lecture critique d'un texte scientifique (L C T)

A partir d'un texte scientifique s'adressant à un public non spécialiste (tiré de bonnes revues de vulgarisation ou de la rubrique scientifique de certains journaux), les élèves d'exercice devront répondre à des questions prouvant leur capacité à :

- extraire les informations de l'ensemble du texte,
- mettre en relation les différentes informations que le texte peut contenir,
- faire le lien entre les concepts ou les méthodes contenus dans l'article et le cours étudié en classe,
- éventuellement analyser l'argumentation utilisée dans l'article.

II. 2. Pourquoi un choix d'exercices différents ?

Si l'on se fixe, comme but final de l'enseignement, la maîtrise d'un certain nombre de capacités, il est indispensable que, en cours d'enseignement, toutes ces capacités soient contrôlées. En effet, ce qui « échappe » au contrôle n'est pas pris au sérieux par les élèves, et est négligé. Un seul type d'exercices ne permettrait pas de contrôler toute la gamme des capacités souhaitables définies au chapitre I. Il faut donc diversifier les exercices proposés aux élèves.

La première condition est, bien sûr, que l'exercice parte d'une situation expérimentale. Mais, ceci est loin d'être suffisant. En premier lieu, nous pensons que dans ce genre d'exercice, il faut éviter les difficultés du type « connaissance du cours ». Prenons un exemple : dans l'exercice n° 3, nous avons fait un rappel concernant la conservation de la quantité de mouvement dans un choc; c'est une difficulté traditionnelle de cette partie du programme. Nous voulions tester dans cet exercice les capacités des élèves à utiliser des résultats pour vérifier une hypothèse. Il nous fallait donc exclure les risques d'erreur dus à la méconnaissance du cours pour être sûr d'atteindre notre objectif. Ceci constitue une

deuxième condition : réduire le nombre des objectifs testés par un exercice et s'assurer qu'ils ont bien traité du genre M R E.

Souvent, les situations expérimentales considérées font référence à des expériences vraisemblablement faites par les élèves (en cours ou en T.P.). On pourra alors faire remarquer qu'on mesure plus la mémoire de l'élève qu'une quelconque capacité. Ceci est inévitable dans tout exercice qui s'appuie sur un programme et ce n'est pas regrettable en soi. Comme nous pensons que l'aspect expérimental est aussi important que le reste, nous croyons qu'il est bon qu'il soit « appris » comme le reste.

Une troisième caractéristique se rencontre assez fréquemment dans ce genre d'exercice : beaucoup de questions n'ont pas une réponse unique. C'est volontaire (il serait plus exact de dire que c'est presque inévitable !). Cela surprend souvent les élèves au début. Dans un premier temps, il faudra donc le mentionner avec soin. Mais, c'est un fait très fréquent dans une situation expérimentale que la réponse à une question soit multiple compte tenu des informations dont on dispose. C'est même la réponse unique qui est l'exception ! Il nous semble tout à fait normal que des élèves rencontrent cette difficulté. On peut même avec raison accuser l'enseignement de trop souvent faire croire aux élèves que la réponse à toute question est unique ! Il faut remarquer cependant qu'il faut manier ce genre de question avec beaucoup de précautions surtout dans un problème ; c'est pourquoi elle nous semble particulièrement à sa place dans les exercices du type M R E.

Enfin, un dernier point nous semble capital : que l'on puisse poser des questions dans une épreuve de sciences physiques qui exigent une réponse comportant autre chose qu'un calcul ; que ce soit un dessin, la construction d'une courbe, une phrase, etc., peu importe !

Nous souhaitons vivement que les élèves imaginent qu'il y a d'autres langages en sciences que le calcul, qu'il soit littéral ou numérique. Cette remarque que nous faisons ici pour les exercices M R E vaut bien sûr pour l'ensemble des exercices.

B. Les problèmes

Ce type d'exercice n'est pas un genre nouveau puisqu'il constitue, depuis des décennies, le cœur de tous les examens. Toutefois, en conservant les caractéristiques classiques de ce type d'exercices (difficulté graduée du début à la fin, synthèse à propos d'une situation d'un certain nombre de connaissances, emploi de certains « outils » mathématiques, applications numériques,...) nous avons essayé de définir quelques règles supplémentaires.

1. Nous avons essayé, systématiquement, de préciser aux élèves, dès le début, le but du problème (par exemple, construire un appareil qui..., comparer telle et telle méthode de mesure,...). Cela interdit bien sûr toute question « gratuite » dont on ne voit pas la nécessité.

Ceci n'est d'ailleurs pas une nouveauté : beaucoup de problèmes dans les annales répondent à cette règle.

2. Nous avons aussi demandé des interprétations des résultats à chaque fois que cela était possible. Ceci n'a rien de nouveau bien sûr, mais souvent, hélas ! ces questions-là étaient négligées par les élèves. Il faut les revaloriser.

3. Nous avons essayé, aussi souvent que cela était possible, de poser des questions qualitatives qui demandent soit une description du phénomène, soit un raisonnement qualitatif, « avec les mains », dirions-nous, avant de poser la question classique demandant l'application d'une formule et un traitement mathématique.

4. Il faudrait aussi revaloriser les méthodes de résolutions autres qu'analytiques (graphiques par exemple, ou par approximations...), mais pour cela un paragraphe préliminaire à l'énoncé du problème, justifiant ces méthodes et rassurant les élèves, est sûrement nécessaire actuellement.

5. Enfin, deux choses nous sembleraient souhaitables (bien qu'elles n'apparaissent pas dans tous nos problèmes) :

- regrouper toutes les valeurs numériques (au début ou à la fin ?) au lieu de les fournir juste au moment où elles doivent être utilisées. En effet, ces valeurs numériques données au compte-gouttes, question par question, fournissent aux élèves des indices qui leur évitent de mettre en œuvre les capacités qu'on voudrait tester ;

- les élèves étant bien prévenus, fournir un ensemble de données plus vaste que ce qui est strictement nécessaire.

Cette façon de faire n'est pas à généraliser dans tous les cas, mais peut être utilisée en fonction des objectifs que l'on s'est fixés.

C. Les questions à réponse courte (Q R C)

Nous ne voudrions pas exposer longuement les caractéristiques d'un genre d'exercice qui est déjà très connu et largement employé.

Voici rapidement les points qui nous ont semblé déterminants et qui nous ont amenés à proposer ce genre d'exercices.

1. Réaliser un test comportant un minimum d'objectifs. En particulier, il évacue le paramètre expression (style, précision, vocabulaire). Ce dernier est largement testé dans les autres exercices. Les exercices Q R C sont des questions de cours « à l'état pur » si on peut dire !

2. Réaliser un exercice qui se corrige rapidement et sans trop d'ambiguïté (mais il faut pour cela que les questions soient rédigées avec soin ! Pratiquement, mais ce point est abordé dans l'article, il faut que l'épreuve ait été testée au préalable).

3. Réaliser un type d'exercice qui évite la routine. Par la diversité des questions posées, on peut rompre le par cœur d'une question de cours traditionnelle.

4. Réaliser un type d'exercice qui oblige les élèves à choisir. On peut en effet adopter le mode de correction suivant, à condition de bien prévenir :

- réponse juste + 1 ;
- réponse fautive - 1 ;
- sans réponse 0.

Une note négative à l'ensemble donne zéro à l'épreuve.

Ce système a été testé. Après un temps de surprise, les élèves s'y habituent bien. Il évite les réponses au hasard, et même mieux, les réponses « à peu près ». Au bout de deux ou trois exercices de ce type, le nombre de points négatifs est assez faible (il devient alors significatif) et les notes s'étalent bien.

5. On peut donner à ces exercices des formes très variées. En particulier, les questions peuvent être indépendantes et on peut couvrir alors un champ assez large dans le programme. On peut, au contraire, coupler les questions de façon à tester par des biais différents la compréhension de certains points et à ne tirer de conclusion qu'après recoupement des différentes réponses.

D. Lecture critique de texte (L C T)

1. Les objectifs.

L'objectif commun à tous ces exercices est le suivant : vérifier si les élèves sont capables, en lisant un texte :

- d'extraire les informations qui y sont données,
- de mettre en évidence les liens, les relations qui existent entre les différentes informations,

- de plus, et suivant le style du texte, on peut envisager les objectifs suivants : faire le lien avec des concepts ou des méthodes vus en cours ; au niveau de la critique, dégager les points d'une argumentation, évaluer si une proposition est démontrée ou seulement argumentée, ou, à l'inverse, si une proposition est réfutée ou si on a seulement apporté des arguments contre ; ce deuxième objectif est beaucoup plus difficile que le premier.

2. La nature des textes.

Les textes que l'on peut employer doivent présenter un caractère de nouveauté pour les élèves; cette nouveauté peut se situer :

- au niveau du langage,
- au niveau des concepts de base.

La piste que nous avons explorée est celle de concepts de base connus des élèves, mais langage différent de celui de l'enseignement. En effet, les textes que nous avons utilisés sont des textes destinés à l'information scientifique d'un public non spécialisé. (Les textes utilisés sont tirés de « *La recherche* », de « *Pour la science* », de la rubrique scientifique du *Monde*, et de diverses encyclopédies.

L'autre voie serait de prendre des textes dans des ouvrages d'enseignement (qui utilisent un langage connu des élèves), mais portant sur un contenu nouveau (la thermodynamique par exemple). On pourrait ainsi utiliser des textes tirés des ouvrages suivants : H.P.P., P.S.S.C., Feynmann.

Nous pensons qu'il ne faut pas en même temps changer le langage et introduire des concepts nouveaux, l'exercice serait alors trop difficile.

Pour des questions de temps, nous n'avons construit que des exercices explorant la première piste.

Une dernière voie à explorer serait peut-être l'utilisation des textes scientifiques. Mais, ce genre de texte doit être utilisé avec une extrême prudence pour un examen (en cours d'année, au contraire, leur utilisation peut être très riche). En effet, nous avons constaté que les élèves avaient de très grandes difficultés à revenir « en arrière », à se situer dans un contexte scientifique et culturel très différent du leur.

3. Quelques règles.

Nous nous sommes fixés quelques règles pour mettre au point ces L C T :

- le texte à lire ne doit pas dépasser environ 500 mots pour que la lecture lente n'exécède pas cinq minutes.
- les questions que nous posons, à la fin, doivent, soit avoir leur réponse dans le texte, soit demander de faire le lien entre les notions utilisées dans le texte et les notions du cours.
- Les textes que nous avons utilisés ne sont pas des articles complets (ils sont en général trop longs), mais des extraits. Pour choisir dans un article complet les coupures à faire et les paragraphes à garder, il n'y a pas de règle bien précise à appliquer. Il faut, en fait, avoir *a priori* une idée des questions que l'on posera et garder un ensemble d'informations cohérentes et complètes dans cette optique. Autrement dit, à partir d'un même article de départ, on peut tirer des textes à étudier différents selon l'orientation générale des questions que l'on s'est défini au départ.

IV. Le problème de la correction

Certaines des questions que nous proposons sont des « questions ouvertes », c'est-à-dire qu'elles admettent plusieurs réponses correctes. D'autres sont des questions dont la réponse est davantage au niveau du raisonnement qu'au niveau du résultat final. Juger de telles réponses et y mettre une note demande une méthode de correction différente de celle du barème indicatif qui juge surtout le résultat obtenu.

IV. 1. Une grille de correction : comment ? pourquoi ?

Une même réponse peut être corrigée de différentes façons, en portant l'accent sur un aspect ou sur un autre. Ainsi, une même question peut être plus ou moins « difficile » (en ce sens qu'elle conduit à de mauvaises notes un grand pourcentage d'élèves), selon la façon dont on la corrige. Il est donc nécessaire de bien dégager l'objectif testé, et donc la direction de la correction.

Juger une réponse correcte et complète ne pose aucun problème.

Pour ce type d'exercice, la « règle du jeu » devra être bien expliquée aux élèves pour qu'ils ne soient pas déroutés par la nouveauté de ce genre d'exercices.

III. 2. Les résultats de quelques tests

Nous ne présentons pas de résultats détaillés des tests faits en classe pour plusieurs raisons :

- les tests ont été faits avec des élèves n'ayant pas reçu un enseignement conforme aux nouveaux programmes (certains ont été testés en seconde ou en première);
- l'orientation générale de l'enseignement reçu par les élèves ne mettait sûrement pas l'accent sur l'aspect expérimental des sciences physiques autant que le préconisent les commentaires de programme et autant que le supposent nos textes;
- le nombre d'élèves concernés était très faible (une classe à chaque fois);
- enfin (et c'est le plus important), la façon dont ces tests ont été faits n'était pas du tout contrôlée. Certains exercices ont été faits en classe, d'autres en devoirs à la maison. Certains ont été donnés tels quels, d'autres raccourcis ou modifiés. Enfin, dans certains cas, un seul exercice a été testé alors que dans d'autres cas c'était un ensemble de plusieurs textes.

Ces tests nous ont été très utiles pour la suite du travail et pour préciser nos critères, mais ne présentent pas une validité suffisante pour être exposés complètement ici. On peut toutefois dégager de grandes tendances générales.

En général, les questions comportant un calcul pour lequel l'élève est conduit et qui se résume à « appliquer une formule » sont bien réussies par la quasi-totalité des élèves; En revanche, les questions demandant la mise en œuvre, sans être guidé, d'un raisonnement comportant plusieurs étapes conduisent en général à beaucoup d'échecs. (Dans cette catégorie, on trouve des questions qui demandent l'exploitation d'un tableau de mesure). De même, les questions qualitatives conduisent à des réponses beaucoup plus dispersées. On peut résumer en disant qu'une majorité d'élèves n'y répond pas. Pour ceux qui s'y risquent, le taux de réussite est d'environ 50%. La façon dont les élèves répondent aux questions M R E est aussi significative : la réponse peut être bonne, mais la justification par référence à l'expérience est très souvent absente. Les questions à réponses courtes ne posent pas de problème, elles sont en général bien réussies. Une surprise : la lecture critique (L C T) est très bien passée et les résultats sont bons (un seul test de L C T a été fait).

Ces essais nous ont montré la pertinence de la remarque faite par la commission Lagarrigue que nous avons mise en exergue à notre travail. Bien que les questions posées figurent dans les programmes actuels, dès que l'esprit s'en éloigne pour rejoindre celui des nouveaux programmes, le taux de réussite diminue sensiblement.

De même, une réponse stupide ou complètement à côté de la question se juge facilement. Au contraire, deux types de réponses posent des problèmes; ce sont les deux cas suivants :

- la réponse est incomplète, mais les éléments qui sont donnés sont corrects,
- la réponse, bien que fautive, présente une certaine logique; l'erreur est facilement explicable et n'est pas très « grave ». Pour rendre, dans ce cas, la correction plus facile et plus homogène, on peut alors établir une grille de correction. Cette grille est, en fait, une façon très condensée de présenter un travail d'analyse de la physique concernée par la question. Cette analyse se fait dans deux directions correspondant aux deux cas de réponses posant des problèmes.

Cette grille est une liste exhaustive des différents éléments de réponses indispensables pour que la réponse donnée soit correcte. Donnons un exemple très simple. Si la question demande « quelle est la vitesse... », les éléments de réponse indispensables sont : la direction, le sens, l'intensité avec une unité. On peut penser que

nous sommes en train de « couper les cheveux en 4 », et que de toutes façons, on le fait toujours en corrigeant. Sur un résultat comme une vitesse, c'est évident, mais sur un raisonnement en plusieurs étapes, cela demande plus de réflexion.

Cette grille est aussi une liste (aussi complète que possible) des erreurs « explicables ». De ces erreurs qui traduisent une certaine logique, un certain degré de compréhension, et auxquelles on ne veut pas mettre un zéro brutal.

Établir la première partie de la grille peut se faire *a priori* par analyse de la (ou des) réponses jugées correctes. En revanche, pour la deuxième partie, bien qu'il soit possible de penser à certaines erreurs *a priori*, l'analyse des copies d'élèves lors du test est une grande aide.

L'établissement de la grille en tant que liste de possibilités ne suffit pas pour corriger les copies. Il faut attribuer à chacune des possibilités recensées (éléments de réponse correcte, ou erreur explicable) une valeur, un certain nombre de points, comme lorsqu'on met au point un barème.

IV. 2. Le cas des questions ouvertes

Nous venons de parler de la correction de questions n'admettant qu'une seule réponse correcte. L'emploi d'une grille de correction,

V. Conclusion

Un immense travail est à accomplir au niveau du contrôle en sciences physiques. Nous mentionnons, plus loin, un travail fait à l'étranger. En ce qui concerne la France, nous savons que beaucoup de travaux ont été faits, en particulier par les enseignants expérimentateurs des nouveaux programmes. Malheureusement, peu de documents ont été publiés.

V. 1. Référence à l'étranger

Cette façon de diversifier les contrôles en plusieurs catégories de questions destinées à tester différents types de capacités est employée depuis plusieurs années en Angleterre pour l'examen correspondant au projet Nuffield. Cet examen correspond, à peu près, à notre baccalauréat, puisque les élèves qui le passent ont 18 ans environ, mais il sanctionne des études spécialisées plus tôt qu'en France.

Il comporte six épreuves différentes uniquement pour la physique. Chacune des épreuves teste un type de capacités donné.

- « Coded answers », épreuve d'une heure, constituée de QCM,
- une épreuve de travaux pratiques avec manipulations effectivement faites de une heure trente,
- « Long answers », épreuve de deux heures correspondant à peu près au problème,
- « Short answers », une épreuve d'une heure trente composée de plusieurs petits exercices demandant une réponse rédigée par l'élève, mais ne dépassant pas 5 à 6 lignes,
- « Comprehension paper », une épreuve d'une heure composée de questions essentiellement qualitatives
- « Special paper », une épreuve de trois heures (dont nous nous sommes inspirés pour les LCT), au cours de laquelle les candidats doivent lire un texte scientifique et répondre à des questions sur ce texte.

Une caractéristique de cet examen Nuffield (outre sa longueur et le caractère très complet des objectifs testés) est le choix laissé aux candidats. Dans presque toutes les épreuves (sauf une et deux), on propose plus de questions qu'il n'y en a à traiter et l'élève choisit. Par exemple, pour les « long answers », cinq problèmes sont proposés et chaque élève doit en traiter trois parmi les cinq.

Ce projet Nuffield est très intéressant pour plusieurs raisons :

- par l'esprit nouveau de la plupart de ces épreuves,
- par le fait que cette expérience se poursuit depuis 5 à 7 ans et

dans ce cas, apporte une plus grande facilité et une plus grande justesse, mais ce n'est pas une nécessité.

En revanche, comment juger deux réponses très différentes, mais acceptables toutes deux à une question ouverte ? La seule solution est alors la grille de correction. Donnons un exemple : une question de type M R E demande de décrire un montage permettant de faire une mesure donnée précisant quel phénomène physique est à la base de la méthode. Des montages différents et des phénomènes physiques différents peuvent être proposés par les élèves. Si on juge la réponse globale, la comparaison sera difficile. Au contraire, si l'on découpe la réponse en éléments, le phénomène physique concerné est-il décrit ? Si oui, est-il bien celui utilisé dans le type de dispositif décrit (est-ce cohérent ?) ; le dispositif est-il décrit de façon complète, de façon correcte ? La façon de faire la mesure est-elle décrite ? Est-ce complet ?... Alors, il devient possible de comparer et de juger de la même façon deux réponses totalement différentes.

En conclusion, cette façon de corriger par grille n'est pas vraiment différente de la façon habituelle avec barème. Cette grille est seulement un barème plus analytique, plus systématique. Pour des questions fermées, elle permet de lever certaines ambiguïtés qui restaient même avec un barème détaillé. Pour les questions ouvertes, cette méthode permet de comparer des réponses nettement différentes, ce que ne permettrait pas un barème.

que ce type de sujets a été plus que testé puisqu'il est devenu effectif.

Toutefois, s'il est bon de s'en inspirer, il n'est pas question de le transposer tel quel pour de multiples raisons : les étudiants anglais sont spécialisés beaucoup plus tôt qu'en France (ils n'ont que trois matières différentes à l'examen équivalant au baccalauréat), ensuite le système administratif anglais est très différent du système français.

V. 2. La nécessité de bien définir ce que l'on veut contrôler

Nous avons beaucoup insisté sur la diversification des exercices de contrôle dans le but de tester des capacités ou des habiletés variées. Une réflexion est préliminaire à tout cela : quelles sont ces capacités, ces habiletés ? En d'autres termes, quels sont les objectifs de notre enseignement ? Que voulons-nous que nos élèves soient capables de faire à la fin du second cycle ? Toute réflexion sur les contrôles débouche donc nécessairement sur une réflexion à propos des objectifs. Mais, si définir les objectifs d'un contrôle est une nécessité, cela n'est pas, tant s'en faut, suffisant pour mettre au point un bon contrôle.

Une aide à la rédaction des contrôles peut être la connaissance des résultats des recherches actuelles sur le « Problem solving ». Ce terme de « problem solving » mérite une définition précise. Un problème, pour un individu, est toute situation dans laquelle la réponse n'est pas immédiate, automatique et demande une construction. La résolution de problème est l'activité permettant de trouver une solution à un problème. Un problème dans ce sens large peut aussi bien être « établir le chemin à suivre pour aller de la porte d'Orléans à la Bastille par le métro » qu'un problème de physique au sens classique du terme, ou encore que l'un des exercices que nous proposons. Ce sont évidemment les recherches concernant les activités d'un individu face à une situation de physique qui peuvent nous être les plus utiles. Les chercheurs travaillant dans ce domaine ont dégagé différentes phases dans l'activité de résolution de problème. La connaissance de ces phases et des activités correspondantes nous permettrait de bien cerner certaines des capacités à tester et les conditions dans lesquelles elles doivent être testées. Ce type de recherche peut donc, à terme, nous apporter une aide.

Remerciements

Nous tenons à remercier tout spécialement le groupe Lagarrigue qui a été à l'origine de ce travail.

Nous remercions également l'I.S.P. et le L.I.R.E.S.P.T. qui ont bien voulu s'intéresser à ce travail et nous ont fourni un cadre institutionnel.

Que le L.I.R.E.S.P.T. et l'U.N.A.P.E.C. qui nous ont fourni les moyens financiers trouvent ici l'expression de notre gratitude.

Enfin, nous tenons à remercier les nombreux collègues du second cycle (tant de l'enseignement public que l'enseignement privé) qui, par leurs critiques et les tests qu'ils ont bien voulu faire exécuter par leur élèves, ont contribué à la mise au point des exercices proposés.

Enfin, nous remercions les personnes qui ont bien voulu se charger de la réalisation matérielle de ce document.

Références :

(1) Rapport de la Commission « Enseignement » de la Société Française de Physique, 1970, B.U.P. n° 597, p. 87 à 96; voir en particulier les pages 89 et 92-93.

(2) Réponse de M. Lagarrigue au Ministère de l'éducation, 27 mai 1971, B.U.P. n° 597, p. 13 à 16.

(3) Allocution du Ministre de l'éducation, M. René Haby, le 17 octobre 1975. B.U.P. n° 597, p. 19 à 38; voir en particulier p. 23.

(4) Les nouvelles tâches de la commission Lagarrigue, novembre 1975, M. R. Omnès, B.U.P. n° 597, p. 69 à 78; voir en particulier, p. 71.

(5) Les programmes et commentaires de sciences physiques du second cycle des lycées.

Le B.U.P. n° 597 a été diffusé par la S.C.F. Des exemplaires sont disponibles sur demande au siège.

L'ensemble des textes produits (M R E, problèmes, Q R C, L C T), ainsi qu'une annexe donnant des exemples de grilles de corrections et faisant le point sur l'état actuel des recherches sur la résolution de problèmes, peuvent être commandés ou achetés sur place :

• soit au L.I.R.E.S.P.T., Paris VII, galerie 23-13, 5^e étage, 2, place Jussieu, 75221 Paris.

• soit à l'I.S.P., 3, rue de l'Abbaye, 75006 Paris.



**Société Suisse
de Chimie**

HELVETICA CHIMICA ACTA

Souscription: Vol. 65, 1982, Frs.s. 475.—

En stock: Réimpressions: Vols 1–27 (1918–1944)
Vol. 28 épuisé
Vol. originaux: Vols 29–64 (1964–1981)

Veillez demander la liste des prix-courant

Verlag Helvetica Chimica Acta

Boîte postale, CH–4002 Bâle

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

VOUS PROPOSE

L'ACHEMA-FRANCFORT

UN VOYAGE SPÉCIAL
DE 2 JOURS PAR AVION

AU DÉPART DE PARIS
DU MARDI 8 AU MERCREDI 9 JUIN

MARDI 8 JUIN

- 7 h 40** Envol de PARIS Charles de Gaulle
8 h 55 Arrivée à FRANCFORT Rhein-Main
Transfert de l'Aéroport au Palais des Expositions
Journée libre
18 h 15 Transfert du Palais des Expositions à l'Hôtel
Dîner, Logement, Hôtel Aukamm,
Aukammallee 31, 6200 WIESBADEN

MERCREDI 9 JUIN

- 8 h 15** Petit déjeuner
Transfert au Palais des Expositions
Journée libre
Transfert du Palais des Expositions à l'Aéroport
20 h 25 Envol de FRANCFORT
21 h 30 Arrivée à PARIS Charles de Gaulle

PRIX PAR PERSONNE: (avec les services mentionnés)

CHAMBRE DOUBLE: 2 000 F
CHAMBRE INDIVIDUELLE: 2 150 F

PLACES LIMITÉES

DATE LIMITE D'INSCRIPTION: 31 MARS 82

INSCRIPTIONS (Veuillez utiliser le coupon réponse)

VOYAGES PUTHET S.A.

87, RUE DE SÈZE - 69006 LYON
TÉL. (7) 824.23.23 - TÉLEX 340 960



NOM et Prénom _____

Raison sociale _____

Adresse _____

N° Tél. _____ Téléx _____

Accompagné de _____

_____ Soit _____ personne(s)

Désire(nt) participer au voyage AHEMA 8/9 JUIN

En chambre individuelle double

Vous adresse(nt) un acompte de 300 F x Pers. = F

A _____ le _____

Signature :

Nos services sont à votre disposition :

LYON/(7) 824.23.23 (lignes groupées)

PARIS/(1) 296.16.54 (lig. gr.) poste 400 ou 406

Chemische Rundschau

**Nos lecteurs
sont des cadres européens
de la chimie,
de l'industrie pharmaceutique
et de l'industrie alimentaire**

Selon une enquête de l'institut Isopublic auprès des lecteurs suisses de la «Chemische Rundschau» en juillet 1980, ce journal européen (trilingue allemand, français et anglais) atteint le public-cible suivant:

Secteurs d'activité

| | |
|--------------|------|
| Chimie | 26 % |
| Pharma | 23 % |
| Alimentation | 11 % |
| Recherche | 13 % |

Situation professionnelle

| | |
|----------------------------|------|
| Propriétaires d'entreprise | 17 % |
| Membres de la direction | 27 % |
| Chefs de département | 23 % |
| Autres cadres | 16 % |

Compétences

| | |
|---------------------------------------|------|
| Décident investissements et achats | 44 % |
| Conseillent investissements et achats | 35 % |

Nombre de lecteurs par exemplaire

Moyenne 4,93

**La «Chemische Rundschau»
paraît chaque semaine avec un
tirage de 10 000 exemplaires!**

Nous vous envoyons volontiers les résultats détaillés de l'enquête Isopublic ainsi que nos tarifs de publicité

Vogt-Schild AG

VS-Annonces, Kanzleistrasse 80, CH-8004 Zürich

Coupon pour Information «Chemische Rundschau» Zürich

Nom _____

Société _____

Adresse _____

Bibliographie

Note importante

Nous avons le plaisir d'informer nos abonnés qu'après accord avec la librairie **Technisciences**, qui réalise cette rubrique, ils bénéficieront désormais d'une remise de 10 % sur tous leurs achats documentaires (livres et périodiques). N'omettez pas de mentionner votre qualité d'abonné. **Technisciences**, 103, rue Lafayette, 75010 Paris. Tél. : 878-24-39 et 285-50-44.

Chimie organique

E24. Synthesis of acetylenes, allenes and cumulenes (A laboratory manual)
par L. Brandsma et H. D. Verkruijsse

Ce manuel de laboratoire présente les principales méthodes de synthèse des acétylènes, des allènes et des cumulènes. Les auteurs ont réalisé dans leur laboratoire chacun des 200 procédés décrits. Parmi toutes les synthèses que l'on trouve dans la littérature, ils ont choisi et réétudié celles qui permettent d'obtenir des composés à une échelle raisonnable (0,1 molaire ou plus). Ils se sont concentrés sur le contrôle des conversions (diminution des durées de réaction), et sur l'obtention de méthodes de séparation efficaces. Pour chaque composé, la méthode la mieux adaptée et la plus économique a été sélectionnée.

La description très complète des procédés et la mise en évidence de techniques expérimentales efficaces donnent à ce manuel un caractère d'ouvrage de référence qui sera utile à beaucoup de chimistes.

Titres de quelques grandes sections : Récipients pour les réactions et quelques procédés spéciaux. Conversion des acétylènes et des cumulènes en intermédiaires anioniques et organométalliques. Dérivatisation des acétylènes et des cumulènes. Interconversions stimulées par des bases, entre acétylènes et cumulènes. Synthèse des acétylènes et des cumulènes par réaction d'élimination. Synthèse des acétylènes et des cumulènes par réaction de substitution 1-3. Transformation de groupes fonctionnels chez les acétylènes et les cumulènes..

1981, 276 p.

Dictionnaire

E24. Dictionary of science and technology (Seconde édition German-English)
par A. F. Dorian

Il s'agit de la seconde édition complètement revue de la version allemand-anglais du dictionnaire de Dorian.

Plusieurs termes ont été supprimés et 20 000 nouveaux mots ajoutés pour tenir compte des critiques constructives venues de plusieurs sources. Ces nouveaux mots concernent les branches scientifiques qui se développent le plus rapidement actuellement. Cet ouvrage donne non seulement un accès rapide aux termes scientifiques anglais et allemands, mais comprend aussi des définitions précises des domaines auxquels ces mots appartiennent. Ce dictionnaire continuera certainement à servir d'outil de travail pour les scientifiques, les techniciens, les traducteurs et les bibliothécaires concernés par la littérature scientifique anglaise et allemande.

1981, 1 119 p.

Industrie

N84. Foam and emulsion control agents and processes. Recent developments
par J. C. Colbert

Les problèmes du contrôle des mousses et des émulsions se posent dans beaucoup de procédés industriels. Ce livre présente environ 200 procédés récents de contrôle des fluides moussant et de désémulsionnement des émulsions. Sont abordés, entre autres, les compositions antimoussantes et le contrôle de la mousse dans la

mise au point des détergents, dans le raffinage du pétrole et dans les industries du papier, des peintures et du textile. Les techniques de désémulsionnement des eaux usées, du pétrole brut et des produits pétroliers sont aussi expliquées.

Titres de quelques grandes sections : Compositions antimoussantes aux silicones : Contrôle de la mousse dans les procédés et produits pétroliers. Contrôle de la mousse dans les peintures, le papier et les textiles. Contrôle de la mousse dans d'autres matériaux (produits alimentaires, procédés de fermentation, dans le traitement de l'eau, ...). Les désémulsionnants. Désémulsionnement des eaux usées (usages de polymères cationiques, méthodes électrolytiques, ...). Désémulsionnement du pétrole brut. Autres procédés de désémulsionnement (extraction de l'uranium, ...).

1981, 419 p.

A145. Energy from biomass

par W. Palz, P. Chartier, D. O. Hall

Ce livre émane de la première conférence internationale organisée par la Communauté européenne sur la biomasse, qui s'est tenue, à Brighton, en novembre 1980.

Les sujets vont des perspectives énergétiques offertes par la biomasse jusqu'aux méthodes de conversion.

La section consacrée à la sylviculture étudie différentes espèces d'arbres pouvant servir de source d'énergie, tandis que la section sur la fermentation étudie la digestion anaérobie, la saccharification HF, l'hydrolyse enzymatique et la fermentation d'extraits parmi d'autres méthodes de conversion.

Les textes concernant les voies thermochimiques de production de combustibles gazeux ou liquides, et les suggestions sur l'amélioration de la biomasse dans différents pays donnent à ce livre une envergure internationale.

Il s'adresse à des agronomes, à des biotechniciens et à des spécialistes du recyclage des déchets et des conversions énergétiques.

Titres des grandes sections : Résidus de l'agriculture et récoltes « à énergie ». La sylviculture source d'énergie. Fermentation produisant de l'éthanol et du biogaz. Voies thermochimiques de production de combustibles gazeux et liquides. Nouveaux concepts sur la production de combustibles par des voies biologiques. Améliorations dans les pays en voie de développement. Améliorations dans les pays développés.

1981, 984 p.

N84. Handbook of toxic and hazardous chemicals

par Marshall Sittig

Ce manuel apporte des informations sur plus de 600 produits toxiques. Son but est de permettre aux fabricants de ces produits, aux fabricants des équipements de sécurité, aux toxicologues, aux ingénieurs responsables de la sécurité industrielle, aux responsables des dépôts de déchets et aux professionnels de la santé publique, de prendre des décisions en connaissance de cause. Il expose toutes les substances soumises aux règlements de « l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists », toutes celles qui se trouvent dans le « Standards Completion Program » du National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), tous les polluants importants de l'eau tels qu'ils sont définis par « l'U.S. Environmental Protection Agency » (EPA), la plupart des produits regroupés par l'EPA dans « Hazardous wastes » et « Hazardous substances », et d'autres encore.

Tous ces produits sont présentés par ordre alphabétique et sont classés comme « substances cancérigènes », « substances dangereuses », « déchets dangereux », et (ou) « polluants toxiques prioritaires ». Pour chacun de ces produits, l'auteur donne des informations comme la description chimique, les limites permises d'exposition dans l'air, la détermination dans l'air, la concentration permise dans l'eau, la détermination dans l'eau, les voies d'entrée, les effets néfastes et les symptômes, les soins d'urgence, les méthodes de protection du public, les méthodes possibles d'élimination, etc.

1981, 729 p.

A4. Annual reports on fermentation processes. (Volume 4)

par G. T. Tsao

Ce 4^e Rapport annuel sur les procédés de fermentation intervient au moment où les applications commerciales de ces procédés prennent une importance considérable, entre autres dans le domaine des combustibles.

Il s'adresse à des bioingénieurs, à des technologues de l'alimentation et à des spécialistes en microbiologie industrielle. Extraits de la table des matières : Procédés pratiques de cultures mélangées. Microbiologie de la dégradation de la lignine. Les microbes immobilisés. Conversion microbiologique directe de produits celluloseux en éthanol. Production à grande échelle d'interférons humains. Une évaluation de la fixation de N₂ et de la production de H₂ dans des cultures à fermentation.

1981, 336 p.

A145. Food packaging materials : aspects of analysis and migration of contaminants

par N. T. Crosby

Le verre, le fer blanc et le papier sont utilisés pour l'emballage de la nourriture depuis des années, tandis que les boîtes en plastique sont assez récentes.

Dans celles-ci des monomères et d'autres produits chimiques, qui servent d'additifs de fabrication, peuvent être encore présents dans le produit fini. Et ce genre d'agent chimique peut passer du plastique à l'aliment pendant le stockage.

Ce phénomène a provoqué un regain d'activité chez les légistes et les toxicologues qui veulent définir et mesurer ces problèmes de migration, et aussi quantifier le risque que représentent les emballages en plastique pour la nourriture.

Ce livre décrit tous ces efforts et présente des études théoriques et expérimentales qui ont été réalisées pour élucider le mécanisme et l'ampleur de ces processus de transfert. Il s'adresse à des spécialistes de toxicologie, de chimie analytique et de sciences alimentaires.

Table des matières : Exigences pour l'emballage de la nourriture.

Les matériaux d'emballage en plastique. Détermination des monomères. Aspects toxicologiques. Législation internationale. Migration : aspects théoriques. Migration : détermination expérimentale. Autres matériaux de contact pour aliments. Index.

1981, 188 p., 245 F.

E24. Progress in filtration and separation. 2

par R. J. Wakeman

Le contrôle accru de la pollution des eaux, la réduction nécessaire des pertes d'énergie, et le besoin de produits toujours plus purs, font que l'on cherche à mettre au point des procédés chimiques à applications industrielles possibles.

Cet ouvrage est le deuxième d'une série qui rassemble des articles sur l'état actuel des connaissances sur les techniques industrielles de filtration et de séparation.

Il s'adresse à des ingénieurs chimistes.

Titres des articles : Mécanisme du prélèvement des poussières dans les cyclones. Filtration des gaz dans des lits fluidifiés. Séparation de mélanges de particules dans des milieux diélectriques liquides et magnétiques. Séparation magnétique à haute intensité.

1981, 306 p.

S56. Air pollution control equipment

par H. Brauer

Il s'agit d'un examen complet et critique des techniques et des instruments qui existent pour réduire les émissions dangereuses. Le contrôle de la pollution de l'air a fait des progrès énormes ces

10 dernières années et atteint un degré d'efficacité valable, grâce à l'intensité de la recherche dans ce domaine.

Ce livre s'adresse à des ingénieurs chimistes, mécaniciens et écologistes qui sont engagés dans le contrôle de la pollution de l'air, ainsi qu'aux chimistes et aux physiciens qui s'intéressent aux problèmes de l'environnement.

Extraits de la table des matières : Revue des procédés techniques et du matériel nécessaire pour le contrôle de la pollution de l'air : quelques données de base. Conception et fonctionnement des filtres en tissus. Conception et fonctionnement des précipitateurs électriques. Conception et fonctionnement des séparateurs de brouillard. Conception et fonctionnement de l'équipement pour le traitement au gaz des déchets biologiques. Conception et fonctionnement de l'équipement pour le traitement au gaz des déchets chimiques...

1981, 420 p.

W24. **Strauss'air pollution control. Part 4** par G. M. Bragg et J. Strauss

Ce livre consacré à l'écologie urbaine étudie les effets de la météorologie des villes sur la distribution de la pollution de l'air, les effets des polluants atmosphériques sur les plantes, les métaux et les revêtements, et explique, enfin, comment on peut contrôler ces pollutions.

L'ouvrage s'adresse à des responsables de la santé publique, à des spécialistes de la pollution de l'air et des conversions énergétiques et chimiques, et à des étudiants et chercheurs en sciences de l'environnement.

Table des matières : Météorologie urbaine et distribution correspondante de la pollution de l'air. Les polluants et la santé des plantes. Effets de la pollution atmosphérique sur les métaux et sur les revêtements protecteurs. Elimination des brouillards. Filtration des particules. Nettoyage de l'air sale par décomposition thermique. Index.

1981, 416 p.

S56. **Bioenergy. Advances in biochemical engineering. Volume 20**

Ce livre contient 11 communications sur les matières d'obtenir de la bioénergie. Il s'agit du 20^e volume d'une série consacrée aux progrès de l'ingénierie biochimique.

L'ouvrage s'adresse à des biochimistes, à des ingénieurs chimistes et à des biotechnologues.

Titres des communications : Ingénierie biochimique pour la production de combustibles aux États-Unis. Structure, prétraitement et hydrolyse de la cellulose. Production et récupération de l'alcool. Conversion des hydrates de carbone hémicellulosiques. Éthanol combustible à partir de la biomasse : production, économie et énergie. Programme de conversion de la biomasse au Brésil. Programme de conversion de la biomasse en Finlande. Programme de conversion de la biomasse en Allemagne fédérale. Conversion de la biomasse en Afrique du Sud. Utilisation de la biomasse en Suisse. Progrès de la biotechnologie appliquée aux matériaux lignocellulosiques en Suède.

1981, 200 p.

A220. **Source book of flavors** par Henry B. Heath

Il s'agit d'un ouvrage de référence qui couvre toute l'industrie des parfums et des saveurs depuis l'étude de leur nature chimique et de leur usage possible jusqu'aux législations internationales qui les concernent.

L'auteur, un expert en cette matière, examine des sujets comme la chimie des parfums, les colorants que l'on ajoute à la nourriture, le contrôle de la qualité, l'étiquetage des produits et leur toxicologie. On trouve, dans ce livre, des informations sur des produits naturels donnant du goût comme l'ail, les fruits, les herbes, les

épices, les huiles essentielles, les résines, les légumes et toutes sortes d'autres matières végétales, mais aussi sur plusieurs produits synthétiques aromatiques.

Ces informations très abondantes et variées sont aménagées de façon à ce que le lecteur ait un accès facile à tout sujet particulier. Ce livre s'adresse à des technologues de l'alimentation et à des chimistes des parfums.

Quelques titres de chapitres : Recherche sur les saveurs. Les produits naturels donnant du goût. Principales huiles essentielles utilisées pour donner du goût. Produits synthétiques donnant du goût. Produits donnant du goût classés comme gras par FEMA. Les colorants alimentaires. Assurance de la qualité. Législation internationale sur les parfums. Toxicologie et sécurité du consommateur...

1981, 850 p.

Nutrition

W24. **Food safety** par H. R. Roberts

Ce livre examine les risques associés au mode actuel d'alimentation du grand public.

Il comprend une série de tableaux intitulés comme suit :

- Incidence et causes des maladies dues à la nourriture.
- Éléments nutritifs principaux, absorption recommandée, fonctions, et maladies dues à leur déficience.
- Symptômes de toxicité pour les vitamines
- Contaminants chimiques industriels et naturels : sources et aliments infectés.
- Substances reconnues généralement comme sûres.

Ce livre s'adresse à des spécialistes de l'alimentation, à des nutritionnistes, à des toxicologues, et aux autorités responsables de la santé publique.

Table des matières : Perspectives de la sécurité alimentaire. Risques alimentaires d'origine microbienne. Risques nutritionnels. Les contaminants de l'environnement. Risques alimentaires d'origine naturelle. Additifs alimentaires. Sécurité et toxicologie alimentaire. Index des auteurs et des sujets.

1981, 448 p.

Polymères

W24. **Polymer catalysts and affnants. Polymers in chromatography** par B. Sedlacek, C. G. Overberger et H. F. Mark

Ce livre reprend les communications faites au 15^e Symposium IUPAC sur les macromolécules qui s'est tenu à Prague, en juillet 78, sous les auspices de l'Académie Tchécoslovaque des sciences et de la Société Chimique Tchécoslovaque.

L'ouvrage s'adresse à des chimistes et à des spécialistes des polymères.

Extraits de la table des matières : Polymérisation radicalaire du méthylméthacrylate avec l'amidon, en solution aqueuse, en présence de l'ion Cu^{++} . Polymérisation de monomères acétyléniques par des composés au molybdène fixés sur des supports macromoléculaires. Polymères de coordination contenant des métaux : études de la structure de complexes formés par la réaction d'un polyester semi-cristallin avec du MgO . Enzymes immobilisées par copolymérisation par greffage sur différents polysaccharides. Synthèse et propriétés catalytiques de complexes de métaux de transition immobilisés sur des supports macromoléculaires dans des procédés de polymérisation. Aspects moléculaires de la chromatographie par affinité...

1981, 260 p.

A145. **Practical rubber compounding and processing**

par C. W. Evans

Ce livre traite des problèmes courants et des difficultés que l'on rencontre dans une usine de caoutchouc; il s'adresse à ceux qui veulent se lancer dans cette industrie.

L'ouvrage vise à servir de complément à la littérature existante en expliquant comment résoudre des problèmes pratiques comme, par exemple, l'élimination des déchets, et les pertes d'énergie et de temps. Cependant, là où c'était indispensable, des explications et descriptions théoriques ont été données, mais sans entrer dans les détails.

Ce livre s'adresse à des techniciens du caoutchouc, à des spécialistes des polymères, et à tous ceux qui sont concernés par la fabrication et l'usage du caoutchouc.

Quelques titres de chapitres : Polymères et matières brutes. Techniques de mélange. Contrôle et assurance de la qualité. Ennuis techniques et contrôle des procédés. Manipulation en sécurité des ingrédients du caoutchouc. Résistance chimique...

1981, 204 p.

S56. **Advances in polymer science (Volume 43 : polymerizations and polymer properties)**

Ce livre contient 4 communications concernant la chimie des polymères.

1. Synthèse carbocationique et caractérisation des polyoléfines avec des groupes terminaux Si-H et Si-Cl. Ces polymères combinent les intéressantes propriétés physiques et mécaniques des polyoléfines avec la polyvalence chimique des groupes Si-H et Si-Cl. Ces produits sont le lien entre les polymérisations cationiques et la chimie du silicium.

2. Cinétique et mécanisme des polyestérifications. Réactions des diols avec les diacides. Les auteurs passent en revue la littérature sur les polyestérifications non catalysées, catalysées par des protons, et catalysées par des métaux. Se basant sur leurs propres résultats, ils critiquent les études expérimentales, les résultats cinétiques et les mécanismes qui ont été observés jusqu'à présent. Dans le cas des réactions catalysées par $Ti(OBu)_4$, ils montrent que la plupart des résultats obtenus l'ont été dans des conditions expérimentales qui modifiaient la nature du catalyseur.

3. Synthèse et étude de peptides du type du collagène. Des peptides modèles ont été synthétisés par couplage de tripeptides à degré négligeable de racémisation avec des polypeptides à chaînes de longueur définie. Par pontage croisé de ce genre de chaînes, on obtient des modèles en triple hélice contenant 15-30 tripeptides qui se plient et se déplient rapidement et réversiblement. Ce texte examine l'état actuel des connaissances dans ce domaine.

4. Thermodynamique et cinétique de la cristallisation orientée de polymères à chaînes flexibles. La cristallisation des polymères à chaînes flexibles à partir d'une masse fondue aboutit à la formation de cristaux en chaînes étendues qui donnent des films et fibres polymériques très solides. Ce texte étudie la thermodynamique et la cinétique de ce phénomène; il compare la cristallisation orientée avec d'autres méthodes d'obtention de matériaux polymériques spécialement solides.

1982, 240 p.

W24. **Carbocationic polymerization**

par J. P. Kennedy and E. Marechal

Ce livre présente une vue nouvelle sur les polymères carbocationiques, en mettant en évidence les possibilités offertes à la science dans ce domaine.

Il explique les progrès réalisés dans l'élucidation de la polymérisa-

tion cationique et dans l'exploitation des informations sur le fonctionnement de ces réactions pour la mise au point de nouveaux procédés et produits.

Quelques titres de chapitres : Phénoménologie de la polymérisation cationique. Chimie de la polymérisation cationique. Cinétique de la polymérisation cationique. Copolymérisation et réactivité. Procédés industriels, aspects technologiques.

1981, 675 p.

W24. **Polymers and their properties (Volume 1 : Fundamentals of structure and mechanics)**

par J.W.S. Hearle

Ce livre sur les polymères est centré sur le comportement physique correspondant à la nature macromoléculaire des polymères. Il constitue une bonne introduction aux recherches expérimentales, aux études théoriques, aux observations et aux explications de la structure physique et des propriétés des matériaux polymériques dans tous leurs états.

L'auteur met à la disposition du lecteur sa longue expérience des polymères partiellement cristallins utilisés comme fibres, et présente une vue nouvelle de la grande diversité des formes structurales. A toutes ces considérations techniques fait suite une philosophie originale sur les modèles de structures, la thermodynamique, les forces entre atomes et molécules, et les relations entre les différentes tensions, le temps et la température dans les matériaux.

Quelques titres de chapitres : Molécules et matériaux polymériques. États polymériques idéaux. Transition vers l'état vitreux. Polymères durs amorphes. Morphologie et réponses thermomécaniques des plastiques partiellement cristallins comme fibres.

1981, 385 p.

A145. **Polymer latices and their applications**

par K. O. Calvert

Ce livre présente un rapport technologique concis sur l'industrie internationale du latex.

Il décrit les différents types de latex polymériques que l'on trouve dans le commerce ainsi que leurs usages industriels.

L'auteur explique les propriétés et les méthodes qui servent à tester les caoutchoucs naturels, les caoutchoucs synthétiques et les plastiques; les spécifications de certains latex sont données.

Il montre aussi les applications des réseaux polymériques dans les tapis, les papiers, les tissus, les adhésifs et les peintures à l'eau, les caoutchoucs moulés, etc.

Cet ouvrage rassemble en une forme accessible une abondance d'expériences pratiques tout à fait actuelles; il s'adresse ainsi à des spécialistes des polymères et des latex qui travaillent dans les industries des peintures, des adhésifs, du papier et du textile.

Quelques titres de chapitres : Les réseaux en caoutchouc naturel. Spécifications et méthodes de test pour les latex. Lians synthétiques au latex. Peintures au latex. Applications diverses des latex.

1981, 256 p.

P26. **Plastics engineering**

par R. J. Crawford

Ce livre couvre à la fois les propriétés et la fabrication des plastiques. Les aspects quantitatifs sont aussi envisagés et illustrés par 30 exemples et 90 problèmes résolus.

L'ouvrage s'adresse à des étudiants en chimie industrielle et en sciences des matériaux.

Table des matières : Structure des plastiques. Propriétés mécaniques des plastiques. Fabrication des plastiques. Analyse des fluides polymériques fondus. Fabrication et achèvement des plastiques. Problèmes résolus. Facteurs de conversion. Index.

1981, 360 p.

Nouveaux produits

● Poursuivant le développement de sa gamme des produits organiques halogénés, la société Riedel de Haen propose une large gamme d'halogénures et d'hydroxydes d'ammoniums quaternaires pour la catalyse par transfert de phases. Selon les références, les produits sont livrables en solutions aqueuses, ou alcooliques, ou sous forme cristallisée.

Renseignements : Société Française Hoechst, Division Chimie, Département Produits minéraux, Tour Roussel Nobel, Cedex 03, 92080 Paris La Défense. Tél. : 778.15.15.

● Rhône-Poulenc vient de commencer à l'usine de Melle (Deux-Sèvres) le développement d'un nouveau co-stabilisant du PVC : le Rhodiastab 82. Associé aux stabilisants baryum/zinc ou calcium/zinc liquides, ou solides, le Rhodiastab 82 permet d'obtenir une coloration initiale et une transparence du PVC comparable à celle conférée par les stabilisants baryum/cadmium en accord avec les nouvelles réglementations. Sa très faible toxicité le rend manipulable sans inconvénient dans les ateliers de transformation. Le Rhodiastab 82 à usage non alimentaire est complémentaire du Rhodiastab 50 à usage alimentaire fabriqué aussi à Melle depuis 1979 dans un atelier de 1 000 t/an de capacité.

Renseignements : Rhône-Poulenc, 25, quai Paul Doumer, 92048 Courbevoie Cedex. Tél. : 768.12.34.

● La société Bayer AG vient de commercialiser, sous l'appellation aérosol d'imprégnation Bayer VP AC 3089, un nouvel agent hydrofuge à base de silicone. Cet aérosol sert à l'entretien et à l'imperméabilisation des textiles et cuirs les plus variés.

Renseignements : Bayer France S.A., 49-51, quai de Dion Bouton, 92815 Puteaux.

● La division « Produits chimiques pour le caoutchouc » de Monsanto annonce le lancement, en Europe, d'une nouvelle famille de caoutchoucs thermoplastiques pour usage général. Ces caoutchoucs, appelés « Santoprene », peuvent remplacer les caoutchoucs vulcanisés traditionnels dans une large gamme d'applications industrielles.

● Radiation Dynamics, Inc. (RDI), filiale de Monsanto, commercialise les premiers produits de sa division « Process and Products ». Sous la marque déposée Omni Shrink, cette gamme de produits comprend des composés de polyéthylène haute densité et de caoutchouc butyle. Les propriétés protectrices exceptionnelles de ce caoutchouc sont maintenant disponibles dans un

composé qui peut être réticulé sous rayonnement.

Renseignements : Monsanto, 9, rue d'Argenson, 75008 Paris.

● De fines fibres de verre sont utilisées pour la fabrication d'un nouveau voile ininflammable par Glaswerk-Schuller, une filiale allemande de Johns-Manville. La classification de ce voile d'après la norme DIN 4102 est A 2-ininflammable.

Renseignements : Glaswerk-Schuller, Faserweg 1, D-6980 Wertheim, R.F.A.

● La société autrichienne Lenzing, représentée en France par SFH, a mis au point un nouveau procédé de fabrication de fils en PTFE. Cette méthode permet la fabrication de fils possédant des titres compris entre 10 000 et 23 000 dtex.

Il existe des versions siliconées et/ou imprégnées de dispersion de PTFE. Ces produits sont principalement utilisés pour le tressage de joints d'étanchéité.

La gamme standard pour le tissage comprend trois qualités (500, 1 000 et 1 700 dtex).

Renseignements : Société Française Hoechst, Tour Roussel Nobel, 92080 Paris-La Défense Cedex 3.

Nouvelle gamme d'appareillages Varian dans le domaine de la spectrophotométrie UV-VIS-NIR et d'absorption atomique.

La série 2200/2300 Varian Cary, à double microprocesseur, ouvre la voie à la troisième génération de spectromètres de très hautes performances. La légendaire optique du monochromateur à double dispersion est aujourd'hui associée à une informatisation souple, rapide, grâce au dialogue direct visualisé sur écran cathodique. Le spectromètre d'absorption atomique AA-975 à microprocesseur donne une nouvelle dimension à l'analyse automatique en flamme ou sans flamme :

● 12 éléments peuvent être analysés successivement sans aucune intervention de l'opérateur,

● jusqu'à 100 programmes peuvent être mémorisés sur chaque disquette du ordinateur,

● par son écran cathodique, le nouvel atomiseur sans flamme GTA-95 permet une très grande souplesse de programmation en température, en temps, en variation de débit et en type de gaz.

Ses très hautes performances sont visualisées en permanence sur l'écran. Le passeur automatique d'échantillons simplifie le tra-

vail de l'opérateur en préparant directement les gammes-étalons ou les ajouts dosés, les dilutions et les adjonctions de réactifs à tous les stades de l'analyse.

Varian invite à un séminaire de présentation, qui se tiendra :

• à Paris/Orsay, Varian S.A., Quartier de Courtabœuf, Avenue des Tropiques, 91941 Les Ulis Cedex, Tél. (6) 907.78.26, le 10 février 1982.

• à Marseille/Vitrolles, Hôtel Mercure, Centre Urbain, 13127 Vitrolles, Tél. (42) 89.92.00, le 23 février 1982.

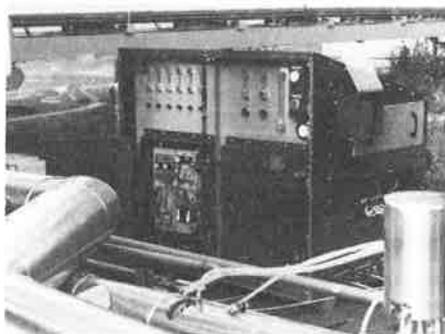
• à Lyon/Bron, Novotel, rue Lionel Terray, 69500 Bron. Tél. (78) 26.97.48, le 25 février 1982.

Ensemble d'analyseurs de gaz H₂, O₂ et He

Herrmann-Moritz s'est vu confier la réalisation, ainsi que la conception, d'un ensemble d'analyseurs destinés à contrôler les différents gaz alimentant les réservoirs de la fusée Ariane. Les mesures portaient sur le contrôle des gaz hydrogène, oxygène et hélium.

Parmi ces mesures, la plus délicate est celle de l'hydrogène dans l'hélium, car les procédés usuels par catharométrie sont inexploitablement par manque de sensibilité.

La firme a donc été amenée à développer un système original qui s'est révélé à la fois très sensible et très fiable.



L'hélium chargé de l'hydrogène à mesurer arrive sur une sonde catalytique à thermistances, additionnée d'une certaine quantité d'air. La combustion de cet hydrogène dégage de la chaleur, qui est mesurée par le pont de mesure.

La lecture se fait sur galvanomètre directement gradué en % d'H₂, avec 3 échelles de sensibilité : 0-1 %, 0-10 % et 0-50 %.

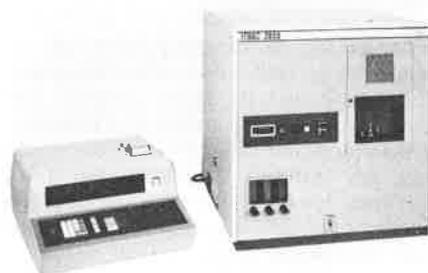
Le signal de sortie pour lecture à distance est de 0-1 volt ou 4-20 mA.

Renseignements : Herrmann - Moritz, 28480 Chassant. Tél. : (37) 49.43.19.

Doseur rapide de l'hydrogène dans les métaux

L'analyseur ITHAC 2000 fonctionne selon le principe de l'extraction par fusion carburante sous gaz vecteur azote.

La fusion de l'échantillon est effectuée dans un four haute fréquence programmable jusqu'à 2 000 °C. Un injecteur automatique d'hydrogène permet de faire l'étalonnage de l'appareil ; la détection étant assurée par une cellule de conductibilité thermique.



Ce nouvel appareil est équipé d'un système à microprocesseur qui est chargé des fonctions suivantes :

- gestion des différentes phases automatiques de fonctionnement telles que l'étalonnage, l'analyse et la programmation du four,
- calcul et acquisition des résultats,
- maintenance de l'appareil.

Les gammes de mesure sont de 0,01 à 100 ppm, et 0,1 à 1 000 ppm, pour une masse de l'échantillon pesant jusqu'à 15 g. La durée d'une mesure est de 3 min.

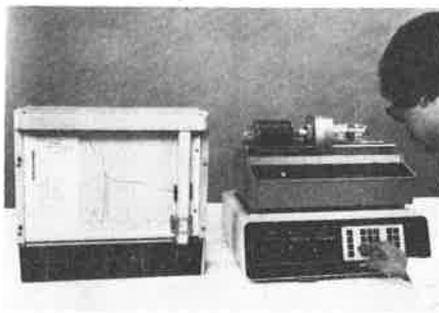
Renseignements : Adamel-Lhomargy, Instruments S.A., 16-18, rue du Canal, 91163 Longjumeau Cedex. Tél. : (6) 909.34.93.

L'analyseur thermique, série 99, de Du Pont

Du Pont de Nemours présente une série d'analyseurs thermiques, commandés par microprocesseur, permettant de satisfaire aux besoins croissants d'analyse thermique en recherche fondamentale et appliquée ainsi qu'en contrôle de qualité.

Ce nouvel analyseur thermique, série 99, existe en 2 versions. La version XR « gamme large » convient à toutes les applications de recherche, alors que la version LR « gamme limitée » est plus particulièrement adaptée aux analyses répétitives en contrôle de qualité. Ces nouveaux modèles remplacent les analyseurs thermiques de Du Pont 990 et R90.

L'analyseur thermique série 99 peut fonctionner avec tous les modules d'analyse



thermique Du Pont existants, DSC, DTA, TGA, TMA et DMA et permet des vitesses de chauffe et de refroidissement variables de 0,1 à 100 °C min.⁻¹ selon le module. Ses principales caractéristiques incluent la possibilité de mémoriser 9 méthodes d'analyse pouvant être éventuellement liées les unes aux autres. L'instrument est doté en outre d'un système intégré de détection de pannes permettant une maintenance facile.

Bien que présentant la plupart des caractéristiques du XR, l'analyseur LR a été spécialement conçu pour des applications ne nécessitant que le chauffage ou l'isothermie. Cependant, si l'extension de capacité de la version LR s'avérait nécessaire, il serait possible de transformer l'appareil sur place pour lui donner les mêmes caractéristiques que la version XR.

Renseignements : Du Pont de Nemours (France) S.A., 9, rue de Vienne, 75008 Paris. Tél. : (1) 387.49.29.

La récupération des métaux des solutions usées

Mis au point par le centre de recherche du Conseil britannique de l'électricité, le procédé Chemelec permet de récupérer, par électrolyse, les métaux purs des bains usés de placage et de galvanoplastie : or, argent, étain, cuivre, nickel, ferrocobalt, cobalt, plomb-étain, cadmium et zinc.

L'équipement ne comportant aucune pièce mobile, hormis la pompe de circulation du bain électrolytique, les frais d'entretien sont très réduits. L'efficacité du procédé découle de l'agitation à la surface de l'électrode (l'endroit critique) qui chasse la solution dont les ions métalliques ont été extraits et qui forme normalement une couche isolante. Cette agitation est réalisée par un lit fluidisé de minuscules perles de verre, qui achemine les ions métalliques vers l'électrode et évacue les gaz susceptibles de causer des réactions intempestives. A mesure que le métal se dépose sur les cathodes, on enlève celles-ci pour en faire les anodes du bain principal de galvanisation. L'équipement se fait en trois versions. Le modèle Standard pour les ateliers de galvanisation, le modèle PMR, pour la récupération de métaux précieux, et le modèle Photographic.

Renseignements : BEWT (Water Engineers) Ltd., Tything Road, Arden Forest Industrial Estate, Alcester, Warwickshire, Angleterre.

Colonne Waters pour l'analyse des sucres

Waters propose une nouvelle colonne pour l'analyse des sucres : la Sugar-Pak I. Cette colonne vient compléter la gamme des « Colonnes sucres », actuellement disponibles avec la microcarbohydre et la dextropak.

Avec cette nouvelle colonne, il est possible, en utilisant de l'eau pure comme phase mobile, de séparer les différents monosaccharides, en moins de 15 minutes. Son haut pouvoir de résolution permet d'effectuer la séparation du glucose et du galactose, ainsi que du sorbitol et du mannitol.

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

Nouvelles électrodes de pH Beckman

Beckman commercialise une nouvelle gamme d'électrodes combinées de pH au corps en époxy et Fast Glass.

Le corps de l'électrode est quasiment incassable et protège ainsi la membrane de verre. Le nouveau verre, Fast Glass, offre une réponse rapide et une longue durée de vie.

Les électrodes sont livrables en deux versions :

- version remplissage à jonction de céramique liquide,
- version à remplissage permanent, avec une nouvelle jonction à diffusion brevetée par Beckman.

Elles sont disponibles en différentes dimensions pour utilisation dans des flacons Erlenmeyer, des tubes à essai et des récipients standards.

Renseignements : Beckman Instruments France, 52-54, chemin des Bourdons, 93220 Gagny. Tél. : (1) 388.96.96.

Le diffractomètre automatique de poudres PW 1710 de Philips

Le nouveau diffractomètre automatique de poudres PW 1710 de Philips est conçu pour simplifier encore plus les analyses de routine par diffraction des rayons X. Il permet d'effectuer à la fois des analyses qualitatives et quantitatives.

Le micro-ordinateur incorporé possède une mémoire de 18 K octets afin de pouvoir effectuer à la fois des analyses qualitatives et quantitatives. Des programmes complets d'analyse peuvent être assemblés et la mémoire de l'appareil peut en contenir jusqu'à 255. Les commandes sont introduites à l'aide d'un clavier alphanumérique frontal ou via un terminal (téléimprimante, vidéo, etc.).

● Le pilotage du diffractomètre et de ses options (passeur automatique d'échantillons, porte-échantillon tournant, etc.) est entièrement contrôlé par le micro-ordinateur qui effectue également le traitement des résultats sans devoir faire appel à d'autres appareils.

● Les commandes introduites, les messages d'erreur, les paramètres analytiques, la mémoire disponible et les résultats sont tous indiqués par affichage numérique lumineux.



L'interface série à deux portes (RS 232 C/V 24) autorise sa liaison avec deux terminaux entrée/sortie qui peuvent être une téléimprimante, un écran vidéo, un miniordinateur programmable.

Un logiciel performant permet une identification rapide des échantillons. Il comporte un programme pour identifier les pics directement sur le diagramme d'un enregistreur et/ou sur une téléimprimante. On peut également mesurer les surfaces des pics ou calculer directement les concentrations en utilisant les algorithmes des utilisateurs.

Le diffractomètre PW 1710 est facile à utiliser. Le dialogue se fait en langage conventionnel et la présentation des alternatives guide l'opérateur à travers les divers procédés et minimise les risques d'erreurs.

Pour augmenter ses possibilités, on peut utiliser la fente de divergence automatique PW 1386, un nouveau monochromateur arrière, un nouveau compteur proportionnel scellé, à rendement élevé et un nouvel enregistreur alphanumérique et analogique PM 8210.

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

Nouveau spectrophotomètre UV-visible informatisé de Varian

Le fonctionnement sans aucune surveillance, des performances spectrophotométriques élevées et un prix modéré sont les principales caractéristiques du nouvel ensemble spectrophotométrique DMS 90-PLUS.

Ce nouveau système conçu à partir du spectrophotomètre DMS-90 comporte un micro-ordinateur Apple II. Le logiciel a été spécialement étudié pour automatiser et contrôler des mesures nécessitant un ba-



layage en longueur d'ondes, des déterminations sur un ou plusieurs composants, des études cinétiques. Le fastidieux calcul des résultats analytiques est éliminé. L'utilisateur peut converser avec ce spectrophotomètre sans avoir de connaissance particulière en informatique.

Le logiciel du système est concentré sur disque souple que l'on insère directement dans le lecteur suivant le programme de travail choisi. Les analyses sont effectuées entièrement sous contrôle du micro-ordinateur. L'acquisition des données, le calcul des résultats sont automatiquement effectués en densité optique, transmission, concentration, dérivée première ou seconde, ceci, au choix de l'utilisateur. Les résultats peuvent être visualisés sur l'écran cathodique et stockés sur disque pour utilisation ou rappel ultérieur.

Une ligne complète d'accessoires, tels que : échantillonneurs automatiques pour les analyses de routine, accessoire de réflexion diffuse, lecteur de gel, complète les possibilités d'utilisation du système.

Renseignements : Varian S.A., quartier de Courtabœuf, B. P. 12, 91941 Les Ulis Cedex.

Nouvelle option d'ionisation chimique en CPG/SM

Hewlett-Packard vient de commercialiser un nouveau système permettant au chimiste de déterminer le poids moléculaire d'un grand nombre de composés organiques au moment de leur élution de la colonne de CPG, directement sur le chromatogramme en cours.

L'identification du composé est rendue possible grâce à un système d'ionisation chimique utilisant le couplage chromatographe en phase gazeuse/spectrophotomètre de masse 5995 A équipé de la nouvelle option 098. Jusqu'à maintenant, les mesures en ionisation chimique étaient seulement possibles avec des appareils de CPG/SM coûteux, généralement réservés à la recherche.

La CPG/SM 5995 A et l'ionisation chimique étendent et renforcent les possibilités d'identification de composés dans l'analyse de mélanges organiques aussi bien en étude d'environnement qu'en applications classiques de laboratoire. Les points d'intérêts particuliers pour l'utilisateur sont : le choix entre le méthane et l'hydrogène comme gaz porteur/gaz réactant, une colonne capillaire en silice fondue pour une chromatographie de haute résolution, et une nouvelle interface de colonne avec diviseur ouvert pour une haute sensibilité (de détection de composés), à l'état de trace. Également, le remplacement complet de la source, de façon simple et rapide, maximise les résultats pour chaque mode d'analyse ; l'étalonnage automatique en ionisation chimique (Autotune) permet une économie de temps en optimisant les paramètres de la source. Des options d'ionisation chimique adaptables aux systèmes CPG/SM actuellement en service sont annoncées pour début janvier 1982.

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

Un spectrophotomètre calculeur UV-visible/proche IR de Beckman

Beckman commercialise un nouveau spectrophotomètre calculeur UV-visible/proche IR, modèle DU-5, conçu pour des applications de routine en laboratoire industriel. Il s'agit d'un appareil de paillasse, compact et contrôlé par microprocesseur, permettant l'analyse entièrement automatique d'aérosols, de polymères, de peintures, de produits alimentaires, de médicaments, d'eaux résiduaires ou d'échantillons biologiques.

Simple d'utilisation, le DU-5 permet une mise en service immédiate, l'analyse, le calcul et l'impression des résultats finaux dans les unités de mesure désirées. Il se compose d'un spectrophotomètre, d'un micro-ordinateur et d'une imprimante. Muni de modules enfichables de mémorisation Memory-Pac™, le DU-5 peut être programmé pour des applications spécifiques avec un changement rapide de protocoles entre les analyses. Trois programmes d'analyse peuvent être mémorisés dans l'appareil de base. Chaque Memory-Pac peut en mémoriser cinq de plus. Ces modules autorisent un passage rapide d'un dosage à un autre.

Le DU-5 est un spectrophotomètre simple faisceau et fournit un rapport signal sur bruit élevé, ce qui assure une énergie maximale ainsi qu'une fiabilité et une sensibilité élevées. Comme autre nouveauté technologique, le DU-5 comporte un détecteur à photodiode en silicium, ce qui améliore encore la sensibilité analytique à des longueurs d'onde plus grandes dans la région proche IR. Cela assure également une plus grande uniformité de la réponse sur toute la gamme spectrale de l'instrument.

L'appareil permet d'effectuer quatre types différents d'analyses pour un seul composant. Le contrôle par micro-ordinateur permet aussi des calculs en cinétique ainsi que le calcul et l'impression d'un rapport d'absorbance à deux longueurs d'onde. La cadence d'analyse est de 280 dosages à l'heure ou de 60 déterminations cinétiques à l'heure. Il permet également l'analyse en absorbance à cinq longueurs d'onde différentes choisies entre 260 et 1 100 nm.

Renseignements : Beckman Instruments France, 52-54, chemin des Bourdons, 93220 Gagny. Tél. : (1) 388.96.96.

Un pyromètre numérique pour surveillance industrielle

Le pyromètre numérique Newport Electronics modèle 262 fonctionne à l'aide de résistances de platine dans la gamme de -200°C à $+800^{\circ}\text{C}$. Il est conçu pour la mesure et la surveillance industrielles et

possède des fonctions d'alarme et de contrôle.

L'appareil est équipé d'une détection automatique de coupure éventuelle de sonde, ce qui se traduit par un clignotement des trois derniers chiffres de l'affichage. La mesure est effectuée avec une résolution de $0,1^{\circ}\text{C}$ pour la version -200°C à $+200^{\circ}\text{C}$ et de 1°C pour la version -200°C à $+800^{\circ}\text{C}$. L'affichage peut se faire soit en degrés Celsius, soit en Fahrenheit.

Présenté en boîtier DIN 96×48 mm, ce pyromètre a été spécialement étudié pour les environnements industriels et comporte de nombreuses fonctions telles que : sortie enregistreur, simple ou double valeur de consigne, relais à contact 5 A, etc.

Renseignements : Newport Electronics Sarl, 9, rue Denis Papin, 78190 Trappes. Tél. : (3) 062.14.00.

Densimètre électronique portable : DMA 35

Cet appareil est basé sur le principe des densimètres électroniques de laboratoire et comporte un diapason dans lequel est placé l'échantillon à mesurer.

A partir de la fréquence de résonance de ce diapason, l'électronique calcule la masse volumique à la température de mesure. Cette température est également affichée en permanence.

Les constantes caractéristiques de chaque diapason sont stockées dans une mémoire non volatile et aucun étalonnage n'est nécessaire lorsque l'on utilise l'appareil. Cependant un procédé d'étalonnage est prévu et permet à l'utilisateur de corriger les éventuelles dérives de l'appareil dans le temps.

Les caractéristiques techniques de cet appareil sont les suivantes : plage de mesure : 0 à $1,9999 \text{ g/cm}^3$, précision : $\pm 0,001 \text{ g/cm}^3$, plage de température : 0 à 40°C , avec un volume mesuré d'environ



1 ml, volume nécessaire pour une mesure : 5 ml.

Les domaines d'activités les plus intéressants sont actuellement les industries agro-alimentaires (laiterie, huilerie, œnologie, distillerie, etc.), l'industrie pétrolière, le contrôle de l'environnement, le contrôle des électrolytes, etc.

Renseignements : Instrulab, Zone Industrielle La Valampe, 13220 Châteauneuf-les-Martigues. Tél. : (42) 76.21.50.

Le broyeur à disque oscillant, Pulverisette 9

Cet appareil est destiné au broyage extrêmement rapide (1 à 3 minutes) d'échantillons durs et cassants, jusqu'à la finesse d'analyse. Il est bien adapté aux charbons, cokes, scories, minerais, alliages de fer, minéraux, céramiques.

Sous l'action de la force centrifuge, un disque et éventuellement un ou deux anneaux broient l'échantillon par chocs et frictions dans un récipient de broyage. Le récipient de broyage est fermé, ce qui assure un traitement sans perte et permet de travailler aussi bien en voie sèche, qu'en voie humide.

La sécurité est assurée à plusieurs niveaux, en particulier la machine ne peut pas travailler en position ouverte.

Deux vitesses sont disponibles : 750 et 1 000 tr/min.

Une minuterie à 6 positions permet de choisir la finesse du broyage et assure la reproductibilité des essais. Huit garnitures de broyage sont proposées, selon les volumes d'échantillons à traiter : 50, 100 ou 250 ml et les matériaux de la garniture : acier trempé, carbure de tungstène ou agate.



Renseignements : OSI, 141, rue de Javel, 75739 Paris Cedex 15. Tél. : (1) 533.74.87.

Les "Rotamag" de Prolabo



- Fiabilité • Silence • Anti-corrosion
- Facilité d'emploi • Sécurité

Une gamme complète d'agitateurs magnétiques - chauffants ou non-chauffants - à pile - sur secteur - à air comprimé - capacité de 5 ml à 18 l - vitesse de rotation de 100 à 1100 tr/mn.



TRAITE DES "NORMES ANALYTIQUES DES REACTIFS PROLABO"
 Une publication unique en France qui rassemble,
 dans un ouvrage de 978 pages, les méthodes de contrôle des
 produits pour analyses PROLABO.
 Un document à la portée de tout analyste et d'un grand
 intérêt pédagogique.

PROLABO
 La solution à vos problèmes
 d'équipement



Diagonale

Demande de documentation "Rotamag"

Société _____

Adresse _____

Prolabo Publicité B.P. 200
 75526 Paris Cedex 11
 Tél. : 355.44.88

| | |
|--------------------------------------|--|
| Analyse spectrale 9, 31 | Génie chimique 25 |
| Biochimie biologique 4, 13, 18, 35 | Industrie 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 15, 17, 21, 23, 25, 27, 35, 38 |
| Chimie analytique 26 | Informatique 16, 25 |
| Chimie de coordination 8 | Métallurgie 2, 10, 30 |
| Chimie minérale 14, 30 | Nutrition 13, 17 |
| Chimie nucléaire 12, 14, 19 | Pervaporation 20 |
| Chimie organique 1, 4, 8, 31, 32, 33 | Pétrole 22 |
| Corrosion 7, 12 | Pharmacologie 18, 29 |
| Combustion 15 | Polymères 27, 36 |
| Critique de livres 31 | Prix 28, 29 |
| Documentation 16 | Publication 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 |
| Énergie 5, 6, 17, 25 | Recherche scientifique 34, 37. |
| Enseignement 11, 25 | Formation continue, encadré dans le texte. |
| Environnement 6 | |
| Exposition 23, 24, 27 | |

* 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'École Normale Supérieure

Les réunions ont lieu dans la salle de conférences (rez-de-chaussée) du Laboratoire de chimie, 24, rue Lhomond, Paris 5^e, à 17 heures :

Mardi 2 mars 1982, Dr J.-L. Ripoll (CNRS, Université de Caen) :

Synthèse de composés insaturés réactifs par réaction rétro-diéniq.

Mardi 9 mars 1982, Dr. J. Villieras (CNRS, Université de Nantes) :

Carbénoides monohalogénés.

2. Journée d'étude sur les traitements thermiques

L'Association Technique de Traitement Thermique et la Société Française de Métallurgie organisent cette Journée d'étude, à Paris (à l'Hôtel Méridien), le 4 mars 1982, sur le thème :

La relation structure-propriétés.

Renseignements : ATTT, 14, rue Maublan, 75015 Paris. Tél. : (1) 533.31.40, ou SFM, 5, rue Paul-Cézanne, 75008 Paris. Tél. : (1) 563.17.10.

3. Les applications industrielles des lasers de puissance

Les Sections 14 (Électrochimie, Électrometallurgie) et 13 (Énergie et systèmes

électriques industriels) de la S.E.E. (Société des Électriciens, des Électroniciens et des Radioélectriciens) organisent, le jeudi 4 mars 1982, à Paris, une Journée sur les applications industrielles des lasers de puissance.

Renseignements : S.E.E., 48, rue de la Procession, 75724 Paris Cedex 15. Tél. : (1) 567.07.70.

4. Conférences du Groupe des Laboratoires de Thiais

Elles auront lieu dans l'Auditorium du Groupe les :

Mercredi 10 mars 1982, à 10 h 30, M. P. Moreau (C.N.R.S. Montpellier) :

Synthèse de composés perfluorés à partir d'organométalliques perfluoroalkyl et par électrochimie préparative.

Mercredi 24 mars 1982, à 10 h 30, M. D. Mansuy (École Normale Supérieure) :

Activation biologique des liaisons C - H et N - H des médicaments : vers la mise au point de systèmes modèles.

Mercredi 5 mai 1982, à 10 h 30, M. J. L. Gras (Université de Marseille) :

Synthèse totale de la chiloscyphone.

5. Answer '82

Cette Conférence de la Society of Chemical Industry, organisée en association avec

l'Institution of Chemical Engineers, se tiendra à Bruxelles (Belgique), les 15, 16 et 17 mars 1982. Elle essayera d'apporter une réponse à l'industrie chimique européenne, aux problèmes de ses approvisionnements et de ses ressources énergétiques en mettant à part le pétrole de la mer du Nord.

Renseignements : Society of Chemical Industry, 14 Belgrave Square, London SW1X 8PS, Royaume-Uni.

6. Pollution atmosphérique : le point sur la recherche au symposium d'Arles

Du 15 au 18 mars 1982, la ville d'Arles sera la capitale française de l'air pur. En effet, près de 400 spécialistes français participeront à plusieurs manifestations scientifiques :

- le 4^e Symposium sur la recherche en matière de pollution atmosphérique, organisé par le Ministère de l'Environnement,
- le 2^e Colloque « Énergie-Nuisances des Véhicules », placé sous la responsabilité de l'Institut de Recherche des Transports,
- la session « Chimie et Atmosphère », organisée par le CNRS.

Une large exposition d'instruments et de techniques de mesure et de lutte contre ces pollutions, ainsi que la présentation de travaux scientifiques sous forme d'affiches compléteront cet événement.

Le Ministre de l'Environnement, M. Michel Crépeau, et le Président du Conseil d'Administration de la récente Agence de l'Air, M. Michel Pezet, participeront à la séance inaugurale, et visiteront le réseau automatique de surveillance de Marseille-Fos-Berre nouvellement installé.

Renseignements et inscriptions : SEPIC (AIR), 40, rue du Colisée, 75381 Paris Cedex 08. Tél. : (1) 359.10.30, Télex : 640450 F.

7. Prévention et lutte contre la corrosion des matériaux dans l'atmosphère

Le 11^e Colloque Cefracor (Centre français de la corrosion) se tiendra, sur ce thème, à Paris, du 16 au 18 mars 1982. La manifestation est placée sous le haut patronage du Ministre de la Recherche et de la Technologie.

Langues officielles : français et anglais, avec traduction simultanée. Une exposition de matériel est prévue dans l'enceinte même du colloque.

Renseignements : Cefracor, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. : (1) 705.10.73.

8. Deuxièmes Journées franco-espagnoles de chimie organique

Les premières Journées franco-espagnoles de chimie organique ont été organisées, en France, à la Tour de Carol en mars 1973. Les chimistes espagnols organisent la deuxième réunion de ce type, qui aura lieu, en Espagne, à Jaca (province de Saragosse), du 19 au 22 avril 1982.

Les thèmes retenus sont les suivants :

- Synthèse asymétrique,
- Synthèse photochimique,
- Organométalliques (chimie de coordination),
- Chimie industrielle.

Sept conférences et vingt communications orales sont prévues.

Les conférences seront présentées par les Professeurs Melendez (Saragosse), Elguero (Saragosse), Mendoza (Madrid), Lattès (Toulouse), Phan Tan Lu (Aix-Marseille), Vogel (Lausanne), Benezra (Strasbourg). Des Tables rondes auront lieu en soirée sur des thèmes choisis par les participants le premier soir.

Pour tous renseignements, s'adresser à : M. T. Maurette, E. Oliveros, Laboratoire I.M.R.C.P., ou A. Munoz, E.R.A., C.N.R.S., n° 926 - U.P.S. Laboratoire des hétérocycles du phosphore et de l'azote, Université Paul Sabatier, Bât. II R1 B2, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex.

9. Cours de formation Hewlett Packard

Comme les années précédentes, Hewlett-Packard organise un cours de formation de deux jours sur les méthodes modernes de la spectrométrie de masse. Ces cours auront lieu les 19 et 20 avril à Francfort (RFA) et les 22 et 23 avril à Amstelveen (Pays-Bas). Ce cours, donné par le Professeur Mc Lafferty, de l'Université Cornell (États-Unis), présente les méthodes modernes de la spectrométrie analytique de masse et traite, entre autres, de l'interprétation des spectres de masse et des techniques spéciales. Il a pour but une révision et une mise à jour des connaissances des spécialistes en spectrométrie de masse et il veut aussi être une introduction à la spectroscopie moléculaire de masse pour ceux qui affrontent cette technique pour la première fois.

Pour tous renseignements : Hewlett Packard, ZI de Courtabœuf, avenue des Tropiques, 91947 Les Ulis Cedex. Tél. : 907.78.25.

10. 21^e Journées des aciers spéciaux

Les 21^e Journées sont organisées avec le patronage de la Société Française de Métallurgie et de la Chambre Syndicale des

Producteurs d'Aciers Fins et Spéciaux. Elles se dérouleront à l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne, les mardi 27 et mercredi 28 avril 1982.

Comme prévu lors des 19^e Journées des aciers spéciaux, les 21^e Journées seront consacrées aux aciers inoxydables sur les deux thèmes :

1. *Comportement à chaud des aciers inoxydables et alliages réfractaires.*
2. *Caractéristiques mécaniques et mise en forme des aciers inoxydables et alliages réfractaires.*

Les langues officielles seront le français et l'anglais. La traduction simultanée sera assurée au cours des séances de travail.

Les auteurs désirant présenter une communication doivent prendre contact avec le Secrétariat général du Cercle d'Études des Métaux, et envoyer un résumé avant le 1^{er} mars 1982.

Renseignements : Secrétariat général, Cercle d'Études des Métaux, E.N.S.M., 158, cours Fauriel, 42023 Saint Étienne Cedex. Tél. : (77) 25.20.23.

11. Séminaire sur « L'évaluation de documents d'E.A.O. »

Un séminaire sur l'évaluation de documents d'E.A.O. (Enseignement Assisté par Ordinateur) aura lieu les 3, 4 et 5 mai 1982, à Nice.

Les frais d'inscription sont de 200 F et les frais de séjour, en pension complète, de 500 F.

Les intéressés sont priés de prendre contact avec M. Luft dès que possible (adresse : Centre de Recherche Pédagogique et de Renovation Didactique en Chimie, Université de Nice, Parc Valrose, F 06034 Nice Cedex).

12. La corrosion dans les centrales nucléaires

L'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires organise, sous le patronage du CEFRACOR (Centre Français de la Corrosion), une session d'études sur « La corrosion dans les centrales électronucléaires » (PWR et surrégénérateurs), du 3 au 7 mai 1982, à l'I.N.S.T.N. - CEN, Saclay.

Cette session s'adresse à des ingénieurs travaillant dans le secteur nucléaire et concernés par les problèmes de corrosion sans pour autant être des spécialistes. Pour les conférences, il est fait un appel très large, à la fois aux spécialistes de l'Université, d'EdF, du C.E.A. et de l'industrie.

Les demandes d'inscription sont à adresser à : CEN Saclay - I.N.S.T.N., Groupe des Enseignements de Métallurgie, 91191 Gif sur Yvette Cedex. Tél. : (1) 908 50 64.

13. Utilisation des enzymes dans l'alimentation

Un symposium international sur ce thème se tiendra à Versailles, du 5 au 7 mai 1982.

Renseignements : Mme A. Hilaire, Symposium Enzymes-AFN, 72, rue de Sèvres, 75007 Paris.

14. 12^e Journées des actinides

Les « 12^e Journées des actinides » auront lieu à l'Institut de Physique Nucléaire (I.P.N.) d'Orsay (Université de Paris-Sud), les 24 et 25 mai 1982.

Deux jours seront consacrés aux discussions scientifiques. Des visites de laboratoires seront organisées, le mercredi 26 mai, pour les personnes intéressées qui en feront la demande.

Les communications pourront porter sur l'ensemble des domaines de la physique et de la chimie intéressant les actinides. Pour conserver à cette rencontre son caractère informel, il est demandé aux participants de présenter leurs derniers travaux, même s'ils ne sont supportés que par des résultats préliminaires.

Les actes de la conférence ne seront pas publiés. Cependant, pour faciliter la discussion, un recueil des résumés sera distribué aux congressistes à leur arrivée à Orsay.

Pour tous renseignements : Prof. Robert Guillaumont (Secrétariat : Monique Liebe), Laboratoire de radiochimie, I.P.N., B.P. n° 1, 91406 Orsay Cedex. Tél. : 941.73.43.

15. Rencontre annuelle de la Société Française des Thermiciens

Organisée cette année conjointement avec la Section française du Combustion Institute, la Rencontre S.F.T. 82 se tiendra, à Orléans, les 3 et 4 juin 1982, sur le thème : *Phénomènes de transport dans les flammes (combustion turbulente, diagnostic, modélisation. Aspects industriels)*. Le programme comportera des communications, groupées en quatre sous-thèmes :

- État actuel des connaissances.
- Foyers et modélisation.
- Diagnostics.
- Transports et effets d'échelle.

Renseignements : Secrétariat S.F.T., -28, rue de la Source, 75016 Paris. Tél. : (1) 224.59.35.

16. Semaine internationale sur les bases et banques de données

Du 22 au 25 juin, INFODIAL, le 1^{er} Congrès organisé conjointement par le Groupement Français des Producteurs de Banques et Bases de données et le SICOB,

traitera de l'utilisation des banques et bases de données en tant que facteur d'aide à la décision.

Les conférences porteront sur les aspects économiques, juridiques et sociaux des bases et des banques de données, leur commercialisation et leur utilisation.

Simultanément, une exposition permettra aux participants d'assister à des présentations de banques et bases de données.

La manifestation est placée sous le patronage de l'Agence de l'Informatique, de la Direction des Industries Electroniques et de l'Informatique, ainsi que de la MIDIST. Participent à son organisation des syndicats professionnels, représentant en France les fabricants de matériels et sociétés de services en informatique, ainsi que les importateurs d'équipement de bureau (SFIB, SYNTEC, SNIMABI).

Renseignements : INFODIAL, 4, place de Valois, 75001 Paris. Tél. : (1) 261.52.42.

17. La chimie et l'industrie à l'âge du microprocesseur

Le 101^e Congrès annuel de la Society of Chemical Industry se tiendra, à Liverpool, à Mossley Hill, sur le campus de l'Université, du 13 au 17 juillet 1982.

La chimie et l'industrie à l'âge du microprocesseur est le thème retenu pour ce congrès qui regroupe cinq sessions :

- Crédibilité et prévisions,
- Automatisation de la conception et des processus opérationnels,
- Matériaux et énergie,
- L'impact social de l'âge du microprocesseur,
- Agriculture et alimentation.

Des visites techniques et touristiques sont également prévues.

Renseignements : Society of Chemical Industry, 14/15, Belgrave Square, London SW1X 8PS, Angleterre.

Centenaire de l'ESPCI

Cette année, l'École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la ville de Paris célébrera le centenaire de sa création. A cette occasion, des manifestations diverses sont prévues, situées, pour la plupart, en automne 1982 :

- un colloque international « État et perspectives de la science et de la technologie » (détails ci-dessous),
- des expositions (en particulier au Centre Georges Pompidou),
- une présentation d'expériences pour les jeunes,
- une plaquette « Cent ans de physique et de chimie »,
- des journées portes ouvertes,
- des cérémonies plus commémoratives : cocktail-gala, réceptions officielles.

Des renseignements complémentaires, sur le déroulement de ces manifestations, seront donnés prochainement. Les organisateurs signalent, en outre, la récente édition d'une plaquette « Recherche » consacrée aux activités des laboratoires de l'ESPCI.

« État et perspectives de la science et de la technologie »

20-23 septembre 1982

Le but de ce colloque est de faire le point des évolutions et des mutations possibles à la frontière de plusieurs disciplines à moyen et à long terme et de recenser les thèmes de recherche et les moyens dans quelques secteurs importants de l'industrie.

Les sept thèmes suivants ont été retenus :

- Biotechnologies,
- Chimie douce,
- Physique des milieux hétérogènes,
- Instrumentation,
- Organisation moléculaire et phénomènes aux interfaces,
- Automatisation en chimie,
- Matériaux.

Dès à présent, la participation des conférenciers suivants est annoncée : Bordet, Cahn, Danzin, Kahn, Kellershohn, Kourilsky, Krumhansl, Laude, Lehn, Luzzati, Mandelbrot, Pavitt, Rippin, Rouxel, Soutif, Villermaux, Whitesides.

Les personnes désirant recevoir la 2^e circulaire et le bulletin d'inscription doivent s'adresser à : Colloque ESPCI, Association des anciens élèves, 10, rue Vauquelin, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 337.77.00, poste 442 (École) ou (1) 331.83.19 (Association des anciens élèves).

18. Stage de pharmacochimie

Dans le cadre de la Formation permanente de l'Université P. et M. Curie, un stage de pharmacochimie est organisé sous la responsabilité du Professeur Andrée Marquet.

Cet enseignement, qui s'adresse à des chimistes, docteurs, ingénieurs ou assimilés, se déroulera au cours du dernier trimestre 1982, à partir de septembre, en six groupes de deux jours consécutifs.

Son but est d'initier les chimistes organiciens à un certain nombre de concepts modernes qui sous-tendent le « design » de nouvelles molécules à activité pharmacologique.

- La première partie de l'enseignement comportera les bases biochimiques nécessaires à la compréhension du mode d'action des médicaments tant au niveau enzymatique qu'au niveau des récepteurs.

- Ceci sera illustré, dans une deuxième partie, par l'exemple de deux classes de drogues : les antitumoraux et les médicaments du système nerveux central.

- Dans une troisième partie seront abordés les problèmes liés à l'accès de la molécule à son site actif, ainsi que les relations structure-activité.

Pour tous renseignements s'adresser à : Mlle A. Marquet ou M. F. Frappier. Laboratoire de chimie organique biologique, Université Pierre et Marie Curie, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05. Tél. : 336.25.25 ; 329.12.31 (postes 55.35 et 55.11).

opposée de la membrane sous pression réduite ou en la balayant par un gaz inerte. Jusqu'à présent, la pervaporation n'a été l'objet que de peu d'étude et le but de cette réunion est de discuter sur les possibilités de développement de ce procédé non conventionnel.

Pour toutes informations complémentaires, veuillez contacter M. le Pr. J. Néel, Laboratoire de chimie-physique macromoléculaire, École Nationale Supérieure des Industries Chimiques, 1, rue Grandville, 54042 Nancy. Tél. : (83) 36.66.23 ou Dr P. Aptel, Laboratoire de chimie-physique et électrochimie, Université Paul Sabatier, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse. Tél. : (61) 53.11.20.

21. Usines flottantes 2^e Conférence internationale

La 2^e Conférence internationale sur les usines flottantes se déroulera, du 11 au 13 octobre 1982, au Palais des Congrès de Pointe à Pitre (Guadeloupe).

Faisant suite à la 1^{re} Conférence (Paris, 1980), au cours de laquelle a été dressé un premier inventaire des réalisations et projets en cours, la 2^e Conférence devra permettre de mieux apprécier les avantages et inconvénients de l'utilisation des usines flottantes et présentera un bilan technico-économique des unités en fonctionnement. Les trois journées de conférences seront organisées autour de deux thèmes majeurs :

- aspects économiques, techniques et juridiques des usines flottantes ;
- principales applications industrielles.

Toute information complémentaire peut être obtenue auprès de : SEPIC (UF), 40, rue du Colisée, F 75381 Paris Cedex 08. Tél. : (1) 359.10.30, Télex : 640450 F SEPIC.

22. II^e Colloque européen sur la récupération assistée du pétrole

Le deuxième Colloque européen sur la récupération assistée du pétrole, organisé par l'Institut Français du Pétrole pour le compte de l'ARTEP (Association de Recherche sur les Techniques d'Exploitation du Pétrole), se tiendra, du 8 au 10 novembre 1982, au Palais des Congrès, à Paris.

Les personnes intéressées par ce Colloque peuvent s'adresser au Secrétariat du Colloque à M. P. Simandoux, Institut Français du Pétrole, B.P. 311, 92506 Rueil Malmaison Cedex (France), Tél. : (1) 749.02.14.

23. Novotech, salon des nouvelles technologies

L'information des entreprises sur les nouveautés technologiques apparaît comme essentielles, tout spécialement dans

les pays industrialisés dont l'avenir économique dépend directement de la mise en œuvre d'une technologie avancée.

C'est pourquoi, en étroite collaboration avec les milieux scientifiques et industriels compétents, la Foire internationale de Bruxelles organisera, du 29 novembre au 3 décembre 1982, le Salon des nouvelles technologies : Novotech. Cette manifestation professionnelle, qui prendra place au Parc des Expositions de Bruxelles, est plus spécialement conçue pour faciliter le transfert des innovations technologiques entre pays industrialisés.

Renseignements : Foire internationale de Bruxelles, 77, rue Nationale, 59500 Lille, ou Parc des Expositions, B 1020 Bruxelles.

24. 69^e Exposition de physique

L'Exposition de Physique vient de se terminer. Elle s'est déroulée, en 1981, sous sa forme classique, organisée par la Société Française de Physique, sans jumelage avec un autre salon.

Ce salon a été caractérisé par une forte augmentation du nombre et de la surface des stands ; mais l'accroissement le plus remarquable a porté sur le nombre des visiteurs dont l'augmentation a été de 32 % par rapport à la dernière Exposition de Physique de même formule : 16 500 visiteurs ont été enregistrés cette année.

La Société Française de Physique suivra, en 1982, la politique qui l'amène à faire alterner des expositions de physique indépendantes et des expositions jumelées avec d'autres salons spécialisés.

La 70^e Exposition de Physique sera donc jumelée avec la 8^e Exposition Internationale MESUCORA selon la formule qui a fait ses preuves, en 1979. *MESUCORA-PHYSIQUE* 82 se tiendra, du 6 au 11 décembre 1982, à la Porte de Versailles à Paris.

25. Pachec '83

Le 3^e Congrès du génie chimique du Pacifique se déroulera, du 8 au 11 mai 1983, à Séoul (Corée) ; il est organisé par l'Institut Coréen des Ingénieurs Chimistes et placé sous le patronage de la Confédération du Pacifique et de l'Asie du Génie Chimique et de la Fédération inter-américaine du Génie Chimique. Les thèmes suivants ont été retenus par le Comité scientifique :

- Principes de base,
- Énergie et ressources,
- Environnement,
- Utilisation de la technologie,
- Applications des ordinateurs au génie chimique,
- Enseignement.

Langue officielle du congrès : anglais.

Renseignements : Pachec '83 Secrétariat, c/o Department of Chemical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Chongyangni P.O. Box 150, Séoul, Corée.

19. Réunion de chimie nucléaire

La prochaine réunion du Groupe de chimie nucléaire de la Société Chimique Allemande (GDCh) aura lieu, du 20 au 24 septembre 1982, au Centre d'Études Nucléaires de Karlsruhe (RFA), sur le thème « Chimie nucléaire, radiochimie et chimie sous rayonnement : aspects fondamentaux et applications ». La date limite d'envoi des résumés est fixée au 10 avril 1982.

Pour tous renseignements, s'adresser au Professeur J. P. Adloff, Centre de Recherches Nucléaires, Laboratoire de chimie nucléaire, B.P. 20, 67037 Strasbourg Cedex.

20. Séminaire européen sur la pervaporation Nancy, 21-22 septembre 1982

La pervaporation est un procédé de séparation par membrane qui permet de fractionner des mélanges liquides. Cette technique consiste à faire circuler le mélange au contact d'une membrane à perméabilité sélective. Le transfert de matière est assuré en maintenant la face

26. Rencontre internationale sur les méthodes cinétiques appliquées à l'analyse des solutions

Le laboratoire de chimie physique et d'électrochimie de l'E.N.S. de Chimie de Strasbourg organisera, sur ce thème, une rencontre internationale, dans la première semaine du mois de juillet 1983. Une vingtaine de personnalités étrangères ont déjà accepté de participer à cette réunion. Cette rencontre qui pourrait durer 2 à 3 jours comportera les thèmes suivants :

- Dosage de traces par catalymétrie,
- Dosage de mélanges par cinétique différentielle,
- Dosage de substrats biochimiques par cinétique enzymatique,
- Méthodes nouvelles. Appareillage. Traitement des données. Traitement en ligne.

Les contributions se feront en français ou en anglais sous forme de conférences ou communications. Une session de « communications » par affiches est également prévue.

Pour tous renseignements : M. Jean-Paul Schwing, E.N.S.C.S., Université Louis Pasteur de Strasbourg, 1, rue Blaise Pascal, 67000 Strasbourg.

27. K '83, Salon international du plastique et du caoutchouc

Le prochain salon K-Plastique + Caoutchouc aura lieu, à Düsseldorf, du 5 au 12 octobre 1983. Il est utile de rappeler à ce propos que la clôture définitive des inscriptions a été fixée au 30 juin 1982. Aucune demande ne pourra plus être reçue après cette date.

Les dossiers de participation sont disponibles, dès maintenant, auprès de la Représentation officielle pour la France des Salons de Düsseldorf : MDC-Comarel, 337, Bureaux de la Colline, 92213 St-Cloud. Tél. : 602.64.01.

28. Fondation Van't Hoff

La Fondation Van't Hoff, établie à Amsterdam et gérée par l'Académie Hollandaise Royale des Sciences, a pour but d'allouer, tous les ans, sur les revenus de son capital, des subventions aux chercheurs dans le domaine de la chimie pure et appliquée.

Ceux qui désirent concourir pour une subvention sont priés d'adresser leur demande à la Commission, chargée de classer les demandes et d'accorder les subventions.

La somme disponible pour l'année prochaine se monte à environ 4 000 Dfl. Cette somme pourra être accordée à un demandeur ou bien être divisée entre plusieurs personnes. Il faudra adresser les demandes à Het Bestuur der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, t.a.v. de Commissie van het Van't Hoff

Fonds, Trippenhuis, Kloveniersburgwal 29, 1011 JV Amsterdam (Pays-Bas).

Elles devront être reçues avant le 1^{er} mai 1982.

La commission tient à être renseignée à fond sur les titres que le demandeur peut faire valoir pour une subvention et sur le but auquel celle-ci est destinée; le montant de la somme demandée doit être indiqué. Une subvention destinée aux frais d'entretien du demandeur ne peut pas être accordée.

29. J.-C. Gagnault lauréat du Prix de la Société d'Histoire de la Pharmacie

L'Académie Nationale de Pharmacie vient d'attribuer à Jean-Cyr Gagnault le Prix de la Société d'Histoire de la Pharmacie pour trois mémoires concernant trois aspects de l'histoire du médicament. Deux de ces mémoires ont été publiés par *L'actualité chimique* : « Le chimiste et le médicament » (en 3 parties novembre, décembre 1980 et

janvier 1981) et « Actualisation chimique d'une médication plus que millénaire : histoire de l'utilisation des plantes à colchicine » (septembre 1981). Le troisième travail ayant contribué à l'obtention de cette distinction est paru dans le *Bulletin de l'Ordre des Pharmaciens* n° 239, (décembre 1980). Il s'agit d'une note biographique sur « Alfred Houdé : un bel exemple de fondateur d'une industrie pharmaceutique française au XIX^e siècle ».

30. Deux volumes sur les systèmes métalliques ternaires

« The Metals Society of London » vient d'éditer deux volumes de références bibliographiques sur les systèmes métalliques ternaires : « Multicomponent Alloys Constitution-Bibliography » ; Tome I, 1955-1975 ; Tome II, 1974-1977.

Le Docteur Prince du Hirst Research Institute (U.K.), auteur de ces ouvrages, souhaite que les laboratoires français qui étudient des diagrammes d'équilibre de

31. Critique de livre

Principes de la spectrométrie de masse des substances organiques, par Pierre Longevialle, Maître de recherche au C.N.R.S., (Masson Éditeur, 1981, 208 p).

Enfin un ouvrage de spectrométrie de masse fondamentale écrit en français par un chercheur français ! Ce livre s'adresse aux chimistes spécialistes ou non en spectrométrie de masse et expose, en termes aussi simples que possible et sans faire appel à des expressions mathématiques complexes, les divers aspects de la réactivité des ions en phase vapeur.

La première partie est consacrée aux ions générés par impact électronique. Les aspects théoriques de l'ionisation et des fragmentations (théorie du quasi-équilibre, équation RRKM), sont présentés de manière accessible aux chimistes non théoriciens. Les conséquences qui en découlent sur les cinétiques relatives des voies de fragmentation sont largement développées et bien concrétisées sur de nombreux exemples. Après un bref exposé des principaux mécanismes de fragmentation, l'auteur insiste sur le problème plus délicat de la distinction de stéréoisomères par spectrométrie de masse.

L'étude des ions métastables et l'analyse des spectres d'énergie cinétique représentent une part importante de cet ouvrage. L'auteur montre, sur des exemples bien sélectionnés, comment l'analyse de certains paramètres relatifs à ce type de fragmentations permet d'accéder à la structure des ions, à l'approche de celle des complexes activés et aux profils énergétiques des décompositions.

La deuxième partie de l'ouvrage est relative à l'ionisation chimique. Après avoir présenté les corrélations entre la nature des réactions ions-molécules, les types d'ions formés, leur énergie interne et leur réactivité, tant en mode d'ionisation positif que négatif, l'auteur expose comment les différences observées dans les spectres de stéréoisomères peuvent être traduites en termes de structure conformationnelle.

Cet ouvrage se termine sur une brève troisième partie relative à l'activation par collision, son utilisation pour la détermination des structures ioniques et les applications à l'analyse directe de mélanges. L'exposé des potentialités de ces nouvelles techniques donnera au chimiste le désir de les appliquer à la résolution de ses propres problèmes et, à l'analyste, le moyen d'accéder à des méthodes simples particulièrement efficaces.

Il est remarquable que cet ouvrage fondamental de haut niveau soit accessible au débutant par la clarté de l'exposé. Sa parution, à un moment où la spectrométrie de masse française prend un nouvel essor, est particulièrement bien venue.

J. C. Promé.

phase sur de tels systèmes lui communique un résumé de leurs travaux et les références bibliographiques des articles correspondants (1977-1982). Il tient à leur disposition un document identique concernant les laboratoires étudiant ces questions au Royaume-Uni.

Adresser vos résumés et bibliographies à Bernard Legendre, Laboratoire de chimie minérale II, Faculté de pharmacie, 92290 Châtenay Malabry, qui transmettra.

32. Intermédiaires de la chimie organique

Le premier répertoire des produits intermédiaires organiques, fabriqués par Rhône-Poulenc et certaines de ses filiales, vient de paraître.

Il se divise en deux parties :

- un index alphabétique, en français et en anglais, donnant les références de chaque intermédiaire,
- un répertoire par grande famille chimique comportant le nom usuel en français, la dénomination chimique (nomenclature française IUPAC), le synonyme éventuel, le nom usuel en anglais, la formule chimique développée et le nom de la société qui le fabrique.

Ce livre peut être obtenu gratuitement sur demande adressée à : Rhône-Poulenc Spécialités Chimiques, Service Publicité, Cedex 29, 92097 Paris La Défense.

33. Silicones

Le Département « Silicones » de Rhône-Poulenc vient de rééditer son guide de l'utilisateur des « Silicones en électronique ». En raison de l'évolution rapide des techniques et des matériaux dans ce domaine, ce guide ne contient plus certains produits obsolètes. En revanche, il comporte des produits nouveaux : élastomères pour joints à haute dissipation thermique, produit neutre, translucide et thixotrope pour la protection des jonctions, produit neutre et autoadhérent pour l'enrobage des circuits, ainsi qu'une gamme de RTV, de plus en plus demandés par les bureaux d'études.

Ce guide peut être obtenu gratuitement sur demande adressée à : Rhône-Poulenc Spécialités Chimiques, Rhodorsil Silicones, 47, rue des Villiers, 92200 Neuilly-sur-Seine.

34. Centres français de recherches collectives

L'Association Nationale de la Recherche Technique (ANRT) vient de publier la 3^e édition de l'ouvrage « Centres français de recherche collective » avec le concours de la

Délégation à l'Innovation et à la Technologie.

Les organismes publics de recherche fondamentale informent régulièrement la communauté scientifique de leurs travaux, en revanche, la recherche technique et appliquée fait moins bien connaître les résultats de ses recherches qui sont pourtant essentiels pour le progrès technique de l'industrie.

L'ANRT a donc choisi de présenter, parmi les nombreux organismes qui se préoccupent du progrès technique, quelques centres de recherche qui consacrent généralement leurs activités à une profession bien définie. Ils assurent également un rôle de prestataire de service pour toutes les entreprises intéressées.

On trouve dans cet ouvrage :

- des renseignements administratifs, économiques et financiers,
- une description détaillée des activités de 46 centres techniques industriels et agro-alimentaires.

Prix de l'ouvrage : 145 F, TTC (franco de port).

En vente à l'ANRT, 101, avenue Raymond-Poincaré, 75116 Paris. Tél. : 501.72.27.

35. Genèse et développement de la bioindustrie

La *Revue d'Économie Industrielle* a consacré un numéro spécial à la bioindustrie. Ce numéro, qui a pour titre « *Genèse et développement de la bioindustrie* », est sorti en janvier. Il réunit 34 articles de spécialistes tels que G. Deniérou, P. Piganiol, J. C. Pelissolo, P. Leprince, J. de Rosnay, J. Cantacuzène...; la préface est de J.-P. Chevènement.

Revue d'Économie Industrielle, 3, rue Soufflot, 75005 Paris.

Stages de l'I.U.T. d'Orsay

Stages spécialisés de chimie

- Initiation aux méthodes électrochimiques d'analyse, du 7 au 11 juin 1982.
- Initiation aux méthodes spectroscopiques d'analyse, du 24 au 28 mai 1982.
- Initiation aux méthodes chromatographiques d'analyse, du 24 au 28 mai 1982.
- Chromatographie en phase liquide haute performance, du 21 au 25 juin 1982.
- Méthodes d'analyse instrumentale, du 17 au 21 mai 1982.
- Résonance magnétique nucléaire, du 7 au 11 juin 1982.
- Méthodes polarographiques et voltampérométriques récentes, du 14 au 18 juin 1982.
- Utilisation des résultats des méthodes physico-chimiques à la détermination des structures, du 7 au 10 juin 1982.
- Initiation à la chimie, du 2 décembre 1982 au 24 mai 1983 (1 jour/semaine).
- Génie chimique, du 7 au 23 juin 1982.
- Initiation à l'analyse chimique inorganique, du 7 au 11 juin 1982.
- Dosages raisonnés en chimie minérale, du 14 au 18 juin 1982.
- Mécanismes réactionnels en chimie organique, du 24 au 28 mai 1982.
- Les colloïdes, du 10 au 14 mai 1982.

Préparation au DUT chimie

Dans le cadre de la loi sur la Formation continue, l'I.U.T. d'Orsay organise plusieurs cycles de préparation au DUT destinés à des personnes salariées ou ayant déjà eu une expérience professionnelle :

- préparation au DUT en 3 ans, à temps partiel, à partir du niveau baccalauréat ;
- préparation au DUT en 3 ans, à distance, à partir du niveau baccalauréat, destiné aux personnes particulièrement éloignées de l'IUT ;
- préparation au DUT en 1 an, à temps plein, à partir du niveau baccalauréat + 2 ;
- un cycle préparatoire DUT O est organisé au profit des stagiaires n'ayant pas ou plus le niveau baccalauréat, à raison de 3 soirs par semaine.

Autres stages organisés à l'I.U.T. d'Orsay

- Préparation au DUT « MESURES PHYSIQUES », à temps partiel.
- Préparation au DUT « INFORMATIQUE », à temps partiel.
- Stages de mathématiques de base et de mini-informatique.
- Stages de microprocesseurs.
- Stages d'optique et de lasers.
- Stages d'informatique.
- Stages de langues.

Renseignements et inscriptions : I.U.T. d'Orsay, Plateau du Moulon, 91406 Orsay Cedex. Tél. : 941.00.40, p. 24.

36. BP Chemicals publie :

• BP Chemicals a publié une fiche technique présentant un résumé de la gamme Breon des composés PVC et des mélanges maîtres colorants.

La fiche technique BCDS 503F, *Composés PVC Breon*, contient des renseignements sur la forme de présentation, la densité relative, la souplesse d'après B. S. et les applications de plus de 80 composés. Elle est disponible auprès de : BP Chimie, Tour Neptune Cedex 20, F-92086 Paris La Défense 1.

• BP Chemicals a publié aussi une fiche technique de 16 pages sur ses résines phénoliques Cellobond.

Cette brochure décrit l'utilisation de 113 qualités de résines phénoliques pour applications diverses, parmi lesquelles : matériaux de friction, stratifiés, fonderie, abrasifs, isolation en verre et laine minérale, collage de feutre, renforcement de caoutchouc, mousse phénolique, adhésifs et revêtements de surface.

Les propriétés typiques des résines sont présentées sous forme de tableaux faciles à lire, accompagnés d'une courte description de l'application et de recommandations quant au choix de la qualité de résine convenant le mieux.

La fiche technique PDS 338F est disponible auprès de : BP Chimie, Tour Neptune Cedex 20, F-92086 Paris La Défense 1.

37. Actes du colloque « La recherche scientifique et le tiers-monde »

Les actes du Colloque « *La recherche scientifique et technique et le développement du tiers-monde* », qui s'est tenu à l'INSA, Lyon-Villeurbanne, du 15 au 17 septembre 1981, sont maintenant disponibles.

Cet ouvrage, qui regroupe les communications plénières (d'ouverture, de synthèse et de conclusion), les comptes rendus analytiques, les communications orales et par affiches, ainsi que la liste des participants, est en vente au prix de 75 F, à l'INSA, Mission de la recherche, 20, avenue Albert-Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex. (Règlement à l'ordre du CAST, joint à la demande.)

38. Changement d'adresse

Depuis le début de l'année 1982, Les Laboratoires Merck Clevenot, Division chimie, sont installés à Nogent-sur-Marne où se trouve également la Division pharmacie. Veuillez noter leurs nouvelles coordonnées : Laboratoires Merck Clevenot, Division chimie, 5 à 9, rue Anquetil, BP 8, 94130 Nogent-sur-Marne. Tél. : 876.11.50. Telex : 215720 Merkfra.

Il est à noter que le Service exploitation reste situé à Chelles (77500).

NATO Advanced Study Institute

Surface Properties and Catalysis by Non-Metals

Stage du 20 septembre du 1^{er} octobre 1982, au Centre de Formation U.F.C.V., Route de Louvil, Bouvines, 59830 Cysoing (France).

Directeurs : Professeur J. P. Bonnelle, Université de Lille I. Professeur E. G. Derouane, Facultés Universitaires de Namur (B). Professeur B. Delmon, Université Catholique de Louvain (B).

Renseignements : Professeur J. P. Bonnelle, Université des Sciences et Techniques de Lille I. Laboratoire de catalyse, bâtiment C3, F-59655 Villeneuve d'Ascq Cedex.
Tél. : (20) 91.92.22, poste 2350.
Telex : 20 72.74.74, code 300/G/4.



ECOLE SUPERIEURE DE CHIMIE DE MARSEILLE

STAGES DE PERFECTIONNEMENT POUR INGENIEUR-CHIMISTE

— PROGRAMME 1982 —

- **Les bases de la chimie inorganique**
Application en Synthèse Organique et en Catalyse Homogène Dates : 9-12 mars 1982
- **Chromatographie en phase gazeuse**
Techniques appliquées aux problèmes industriels Date : 3-5 mars 1982
- **Chromatographie en phase liquide**
Techniques appliquées aux problèmes industriels Date : 21-23 avril 1982
- **Les colonnes capillaires verre** — Principe, fabrication, utilisation Date : 25-28 mai 1982
- **Les fluides non-newtoniens :** Les techniques de la Rhéologie appliquée Date : 5-7 mai 1982
- **Utilisation des micro-organismes et enzymes en chimie organique.**
Applications industrielles Date : 2-4 juin 1982
- **L'informatique appliquée au service de la chimie** Dates : 27-30 avril, 12-14 mai, 9-11 juin 1982

SERVICE DE FORMATION CONTINUE

Centre de Saint-Jérôme - Rue Henri-Poincaré - 13397 MARSEILLE Cédex 4 - Tél. (91) 98.39.01

Le rôle du gaz naturel dans l'équilibre énergétique *

Le gaz naturel couvre actuellement 13 % environ de la consommation annuelle française d'énergie primaire, qui est de l'ordre de 190 millions de TEP.

Si l'on compare ce taux à celui enregistré dans de nombreux pays industrialisés, il apparaît, à l'évidence, que le gaz naturel occupe, en France, une part relativement modeste. En effet, le gaz naturel représente en moyenne 20 % de l'énergie consommée dans le monde (30 % aux États-Unis), 18 % de l'énergie consommée dans les pays de la CEE (48 % aux Pays-Bas, 20 % en Belgique, 19 % en Grande-Bretagne, 16,5 % en Allemagne fédérale et en Italie...).

Principales caractéristiques de l'approvisionnement en gaz

De nombreux facteurs positifs justifient l'accroissement de la part du gaz naturel dans l'approvisionnement énergétique de la France et du reste du monde.

- Outre leur répartition géopolitique différente de celle du pétrole, les réserves mondiales de gaz naturel sont abondantes et pratiquement du même ordre de grandeur que les réserves pétrolières. Le niveau des réserves prouvées de gaz naturel est estimé, actuellement, à 77,6 milliards de TEP, contre 91 milliards de tonnes pour le pétrole.

En revanche, la production de gaz naturel dans le monde ne représente que la moitié environ de la production pétrolière, soit pour l'année 1980 :

— production mondiale de gaz : 1,7 milliard de TEP;

— production mondiale de pétrole : 3,1 milliards de TEP.

En considérant le rythme actuel de production, on obtient ainsi une durée de vie des réserves égale à 45 ans pour le gaz et à 30 ans pour le pétrole.

Qui plus est, la durée de vie des réserves de gaz naturel, à la différence de celles du pétrole, augmente régulièrement compte tenu de l'importance des nouvelles découvertes.

- De très importantes réserves de gaz naturel restent à découvrir.

En effet, on peut considérer que, jusqu'à présent, la prospection n'a concerné que des zones géographiques très délimitées. En outre, les sociétés prospectrices ont, pendant longtemps, axé leurs efforts de recherche sur le pétrole et ce n'est que depuis le renchérissement des coûts de l'énergie que des programmes de prospection systématique des gisements gaziers ont été lancés.

Enfin, le sous-sol devrait recéler à des profondeurs importantes, que l'amélioration des techniques de forage rend mainte-

nant plus accessibles, un potentiel considérable d'hydrocarbures gazeux.

Les géologues ont établi, en effet, que pétrole et gaz résultent d'un processus biochimique appelé diagenèse qui, sous l'action d'une température et d'une pression de plus en plus élevées, transforme les molécules organiques des sédiments marins en hydrocarbures de plus en plus légers : ainsi jusqu'à 2 500-3 000 mètres, on trouve de l'huile avec du gaz dissous; puis de l'huile associée à du gaz, et enfin au-delà de 5 000 à 6 000 mètres, du gaz sec. L'évolution vers des recherches profondes devrait donc être favorable au gaz.

- Il est vrai que les coûts de production, comme ceux de transport et de distribution, sont pour le gaz naturel plus élevés que pour le pétrole et les produits pétroliers. Il faut avoir à l'esprit que le gaz naturel se vend surtout en concurrence avec d'autres énergies (principalement fuels lourds et fuel domestique), il faut donc que son prix de revient soit compatible avec celui de celles-ci.

Or les fortes augmentations du prix du pétrole que l'on a observées, depuis 1973, rendent maintenant économiquement exploitables des réserves de gaz profondes et éloignées des grands centres de consommation que sont les régions industrialisées. Néanmoins, l'importance des coûts de production, transport et distribution ne permet pas aux producteurs d'obtenir, pour le gaz naturel, un prix de vente aussi élevé que pour le pétrole.

A la lumière des différents arguments exposés précédemment, il apparaît clairement que le gaz naturel est tout désigné pour jouer dans l'avenir un rôle croissant et déterminant dans la couverture des besoins énergétiques de la France. Il contribue, par la diversification de ses sources d'approvisionnement, à assurer une plus grande sécurité de fourniture en énergie et réduit de façon sensible la dépendance pétrolière du pays.

Les objectifs de développement du gaz naturel en France

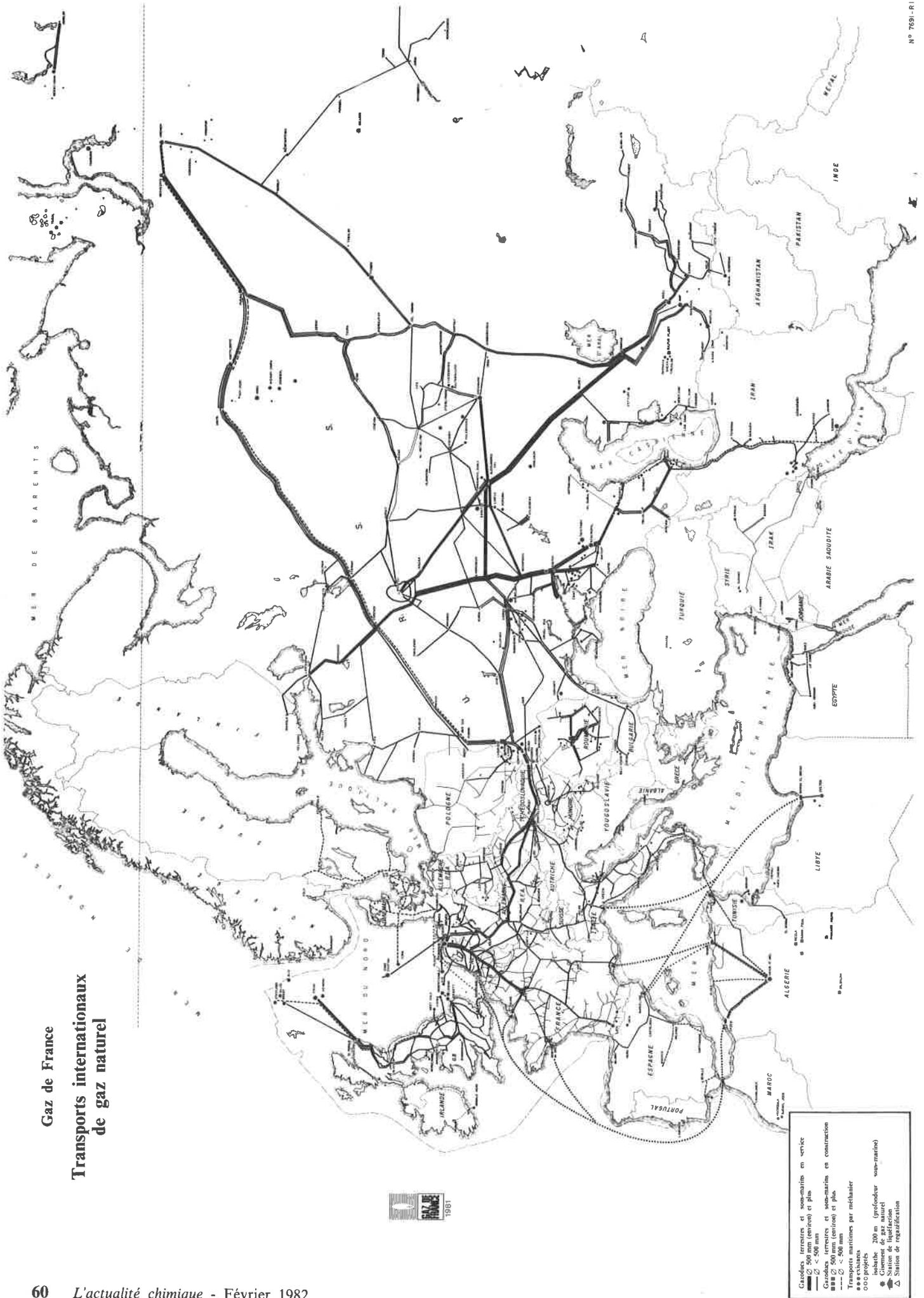
Dans le cadre du programme énergétique fixé par le gouvernement à l'horizon 1990, la part du gaz naturel devrait se situer dans une fourchette comprise entre 31 et 40 millions de TEP, soit de 13,5 à 17,5 % des besoins totaux en énergie primaire.

Le point bas de la fourchette peut déjà être tenu pour assuré, compte tenu des contrats existants ou en cours de négociation, malgré la décroissance progressive des livraisons en provenance de Lacq et des Pays-Bas. Le point haut représente le niveau qu'il serait souhaitable de pouvoir atteindre, sous réserves que les approvisionnements supplémentaires nécessaires puissent être assurés dans des conditions économiques acceptables avec un degré de

* Origine : Direction générale de Gaz de France.

Gaz de France

Transports internationaux de gaz naturel



- Gasoducs terrestres et sous-marins en service
- Gasoducs < 200 mm (environ) et plus
- Gasoducs 300 mm et sous-marins en construction
- Gasoducs 400 mm (environ) et plus
- Gasoducs 500 mm
- Transports maritimes par méthanier
- Cables sous-marins
- Station de liquéfaction
- Station de régénération

sécurité suffisant, c'est-à-dire notamment avec une diversification raisonnable. Les négociations et contacts déjà engagés permettent de penser que cet objectif n'est pas irréaliste.

Les livraisons contractuelles totales en provenance d'Algérie, après le démarrage effectif du troisième contrat, s'élèveront à 9 millions de TEP par an. Le nouveau contrat, signé récemment avec l'U.R.S.S., portera le niveau des fournitures soviétiques annuelles à 12 millions de TEP.

Le secteur norvégien de la Mer du Nord recèle de très importantes réserves de gaz naturel. La France reçoit déjà du gaz de la zone d'Ekofisk (environ 3 millions de TEP par an). Ces quantités seront accrues dans quelques années avec la mise en production des gisements de Statfjord, Heimdal et 34/10, la France ayant acquis une part de ces réserves. Elles seront acheminées vers le continent par un système de gazoducs sous-marins qui pourra ultérieurement drainer du gaz provenant d'autres gisements déjà reconnus situés non loin de son tracé.

Il faut mentionner de nouvelles et très importantes découvertes récentes qui feront de cette région une source privilégiée pour la desserte de l'Europe occidentale mais dont la mise en production n'aura vraisemblablement pas lieu avant 1990. Par ailleurs, un protocole a déjà été signé, dans le cadre d'un consortium européen d'acheteurs, pour du gaz liquéfié à provenir

du Nigéria; les quantités revenant au Gaz de France seraient de 2 à 4 millions de TEP par an.

D'autre part, des contacts ont été ou seront prochainement entrepris avec d'autres fournisseurs potentiels :

- Golfe de Guinée (Cameroun, Congo...)

qui se révèle chaque jour davantage être une grande zone gazière;

- Canada dont la zone arctique recèle des quantités considérables de gaz;

- Amérique latine (Trinidad et Tobago, Venezuela...).

Enfin, le Moyen Orient, où actuellement d'énormes quantités de gaz extrait avec le pétrole sont brûlées à la torche, et qui recèle en outre des réserves de gaz notables, constituera très vraisemblablement une autre source possible d'approvisionnement dans l'avenir.

Il ne faut pas oublier de signaler les recherches qui se poursuivent actuellement en France, tant en ce qui concerne la mise à jour de nouvelles réserves de gaz naturel que la fabrication à grande échelle à partir du charbon d'un gaz naturel de substitution (G.N.S.) qui doivent être prises en compte dans l'évaluation des ressources gazières disponibles.

L'examen réalise des perspectives d'approvisionnement de la France en gaz naturel permet ainsi, raisonnablement, d'espérer pour 1990, et peut-être même avant, un niveau de fournitures compris entre 37 et 40 millions de TEP, correspondant à la

fourchette haute des objectifs retenus par le Gouvernement.

Pour assurer à la clientèle la continuité de la fourniture et limiter les éventuels aléas de toute nature, le Gaz de France s'est entouré de diverses garanties, qui concourent à la sécurité des approvisionnements en gaz naturel du pays.

D'abord, la durée exceptionnellement longue (de l'ordre de 20 ans) des contrats d'achat de gaz naturel et les liens très rigides entre acheteurs et vendeurs, constituent un premier facteur de stabilité.

Ensuite, la diversification accrue des sources d'approvisionnements divise les risques d'interruption de fournitures.

Les réseaux de transports français et européens sont interconnectés, ce qui permet également une grande souplesse en cas de défaillance d'un fournisseur.

Autres gages de sécurité, les réservoirs souterrains de gaz naturel et les clients industriels « interruptibles » :

Les réservoirs souterrains, dont la capacité utile excèdera sensiblement les besoins de la modulation saisonnière des émissions, pourront, de ce fait, concourir à la sécurité de la desserte de la clientèle, concurrentement avec les clients « interruptibles » qui offrent déjà, à eux seuls, une marge de manœuvre de 15 % environ des consommations annuelles totales.

Ainsi se trouvent réunies toutes les conditions pour que le gaz naturel puisse jouer de plein droit le rôle qui lui revient dans l'équilibre énergétique de la France.

La Journée S.P.E. France sur la rhéologie pour le transformateur de thermoplastiques

Cette journée, qui s'est déroulée à l'hôtel Inter-Continental à Paris, le 3 novembre 1981, a été présidée par le Professeur May, Maître de conférences à l'U.E.R. de Saint-Etienne, qui a été le premier en France à créer une chaire de rhéologie des matières plastiques et à y adjoindre un laboratoire de recherches qu'il dirige, consacré à cette même science.

Ce problème de la rhéologie a vivement intéressé les quelque cent quarante participants, représentant des transformateurs de matières plastiques mais aussi des producteurs de ces matières et des constructeurs de matériels.

La rhéologie, c'est un peu comme la face cachée de la lune...; tout le monde, dans l'industrie des plastiques, en connaît l'existence. Bien peu toutefois, hormis quelques spécialistes de haut niveau, ont eu la curiosité ou le courage d'essayer de savoir ce que recouvre ce terme.

Or, dans le domaine des macromolécules, la rhéologie est présente partout et nul n'a le droit d'en ignorer l'existence.

C'est pourquoi, en organisant cette journée, les responsables de S.P.E. France se sont donnés comme objectif de démythifier ce vocable et d'apporter, à tous ceux qui souhaitent aller un peu au-delà de la

routine et de l'empirisme, un éclairage aussi concret que possible de cette science qui, il faut bien le reconnaître, se présente, *a priori*, sous des traits plutôt arides...

Ils ont souhaité que les participants retirent de cette journée la conviction que la rhéologie n'est pas seulement un jeu de l'esprit, mais une science jeune, dynamique et capable d'apporter une solution rationnelle à certains de leurs problèmes.

Les conférenciers, tous des spécialistes éminents dans cette discipline, ont éclairé la rhéologie et ses applications d'une lumière personnelle, colorée par l'expérience professionnelle de chacun.

L'exposé introductif (par André Képès) a eu pour objectif, en se mettant à la portée des transformateurs, de montrer l'importance de la rhéologie et de la rhéométrie des polymères.

Ensuite, six exposés ont présenté successivement : la plastification par vis (par Francis Pinsolle, Rhéotec), la rhéologie du P.V.C. (par Claude Bonnebat, Rhône-Poulenc), l'écoulement dans les filières pour tubes et gainages de câbles (par Jean-François Agassant, Centre de mise en forme des matériaux) et pour plaques et gaines (par Bernard Plantamura, SMTP), l'écoulement dans les moules (par Laszlo Muzsnay, General Electric Information Services), la mise en forme par étirage (par Jean-Claude Chauffoureaux, Solvay et Cie).

Dans les deux derniers exposés, un

constructeur de matériels (André Barbarit, E.M.S.) et un producteur de matières (Didier Constantin, CdF Chimie) ont exposé leur point de vue sur la productivité liée à la rhéologie. Ils ont montré tout ce que la rhéologie peut apporter au transformateur, grâce à un dialogue ouvert entre les fabricants de matériaux et les fabricants de machines, étayé par l'appui scientifique des spécialistes.

Cet apport est évident en câblerie où, comme précisé dans l'un des exposés, l'étude méthodique des écoulements a permis d'atteindre des vitesses de défilement de quarante mètres par seconde, absolument impensables il y a encore peu de temps.

Il en est de même au niveau de la conception des vis, des filières plates, des filières cylindriques, des filières pour films et gaines, des moules d'injection, etc.

Cette journée a permis aux participants de percevoir que l'âge de l'empirisme est révolu et que tout développement, tant de la technologie des matériels que des caractéristiques des matériaux, passe par une connaissance précise du comportement des macromolécules.

Mais il est évident que tout transformateur ne peut se livrer à des recherches aussi ardues, exigeant des équipements coûteux et un personnel hautement qualifié. Il est indispensable, en revanche, qu'il sache ce que la rhéologie peut lui apporter et qu'il existe en France des spécialistes auxquels il

peut s'adresser : au CEMEF (Centre de mise en forme des matériaux), dans d'autres laboratoires tels que celui de rhéologie des matières plastiques de l'Université de Saint-Etienne, chez les producteurs de matières et les constructeurs de matériels, ailleurs aussi...

Les nombreuses questions posées au cours de la synthèse-débat qui a terminé la journée ont montré l'intérêt évident manifesté par les participants et ont fait apparaître que l'objectif que s'étaient fixés les organisateurs a été atteint au moins en partie mais que le sujet nécessite des développements.

C'est ce qui a conduit S.P.E. France à prévoir d'autres journées qui seront la suite logique de celle-ci. C'est ainsi, après la rhéologie à l'intérieur de la machine de transformation, que la journée de l'automne 1982 sera axée sur la rhéologie à l'état solide; le thème en sera en effet « le fluage sous contrainte des matériaux macromoléculaires ».

Les textes des neuf exposés de la journée du 3 novembre sont rassemblés dans un recueil (124 pages au format 21 x 29,7 sous couverture cartonnée) qui est disponible au Secrétariat de S.P.E. France (65, rue de Prony, 75854 Paris Cedex 17). Il peut être envoyé après réception d'un règlement de 90 F (30 F pour les membres S.P.E.) au titre de participation aux frais d'édition et d'envoi.

L'Exposition de physique

L'Exposition de physique s'est déroulée, en 1981, sous sa forme classique, organisée par la Société Française de Physique, sans jumelage avec un autre salon.

Ce salon a été caractérisé par une forte augmentation du nombre et de la surface des stands; mais l'accroissement le plus remarquable a porté sur le nombre des visiteurs dont l'augmentation a été de 32% par rapport à la dernière exposition de même formule : 16 500 visiteurs ont été enregistrés cette année.

Les exposants ont été très sensibles au haut niveau des visiteurs et ceux-ci ont remarqué la grande qualité des matériels présentés qui répondait aux critères de sélection qui caractérisent ce salon.

L'Exposition de Physique 1981 a réellement été un lieu de rencontre de la recherche et de l'industrie. Une Table ronde a d'ailleurs été organisée sur le thème « Une nouvelle dynamique des rapports recherche-industrie ».

Parallèlement aux centres d'intérêt toujours présents à l'Exposition, tels que l'analyse, la mesure, l'optique, l'optoélectronique, le vide, la cryogénie, etc, l'accent a été mis sur « la physique au service de l'instrumentation médicale ». Un public nouveau a été attiré tant par les présentations sur stands que par une journée de conférences de grand intérêt sur la « visualisation du corps humain ».

La Société Française de Physique suivra en 1982 la politique qui l'amène à faire alterner des Expositions de physique

indépendantes et des expositions jumelées avec d'autres salons spécialisés.

La 70^e Exposition de physique sera donc jumelée avec la 8^e Exposition internationale Mesucora, selon la formule qui a fait ses preuves en 1979. Mesucora-Physique 82 se tiendra du 6 au 11 décembre 1982, à la Porte de Versailles, à Paris.

Dans ce vaste ensemble, l'Exposition de physique gardera sa physionomie scientifique qui lui assure l'intérêt toujours soutenu d'un public très spécialisé.

BASF investira 2,2 milliards de DM en 1982

Par décision du Directoire et du Conseil de surveillance, le montant global des investissements de BASF pour 1982 a été porté à 2,2 milliards de DM (contre 2,05 milliards de DM estimés au titre de 1981). Sur ce total, 950 millions de DM (43%) sont destinés à BASF Aktiengesellschaft. 29% sont prévus pour les filiales et sociétés en participation allemandes. Les sociétés en participation européennes recevront 7% du total des investissements; 21% sont destinés au pays extra-européens, en particulier aux États-Unis.

Les activités agrochimiques de SEPPIC cédées à Du Pont

Du Pont de Nemours (France) S. A. et la Société d'Exploitation de Produits pour les Industries Chimiques (SEPPIC), filiale des Chargeurs Réunis, ont annoncé qu'à la suite de la lettre d'intention, signée le 25 août 1981, les deux sociétés ont maintenant conclu un accord portant sur la cession à Du Pont France des activités agrochimiques de la SEPPIC.

Cette transaction est l'aboutissement d'une longue collaboration entre Du Pont France et la SEPPIC qui réalisait déjà depuis de nombreuses années la fabrication de produits agrochimiques pour le compte de Du Pont.

Par ailleurs, le groupe Du Pont, aux États-Unis, cède à la société Spontex Incorporated, filiale des Chargeurs Réunis, son unité de production d'éponges celluloses de Columbia, Tennessee.

Les autorités françaises ont donné leur autorisation pour les deux transactions.

En conséquence, au 1^{er} janvier 1982, l'usine de formulation de la SEPPIC à Cernay (Haut-Rhin) a été intégrée à la Division Agrochimie de Du Pont France, alors que la Division Agricole de la SEPPIC constitue une nouvelle Division de Du Pont France sous le nom de SEPPIC-Phyto. L'activité des autres Divisions de la SEPPIC, qui s'étend à des secteurs variés de l'industrie, continuera, notamment, par la distribution en France de certains autres produits Du Pont. Une part croissante des spécialités de la SEPPIC provient de ses propres établissements industriels tels son usine chimique de Cernay et sa filiale la

Société des Produits Chimiques de la Montagne Noire, à Castres (Tarn), où d'importants investissements sont prévus en 1982.

Accord entre Borg-Warner et Rohm et Haas

Borg-Warner Corporation a annoncé la vente de son usine de Grangemouth (Ecosse) produisant des modifiants MBS pour chlorure de polyvinyle.

Borg-Warner indique, également, qu'un accord distinct a été signé avec Rohm et Haas, confiant à cette dernière la vente et la distribution des résines MABS pour le P.V.C., vendues auparavant par Borg-Warner Chemicals sous la marque Blendex-MABS. Dorénavant, ces produits rejoignent la gamme des acryloïdes de Rohm et Haas.

Un troisième accord prévoit que Rohm et Haas produira et fournira du polybutadiène pour la production des résines ABS de Borg-Warner à Grangemouth. En effet, Borg-Warner continuera à fabriquer et à vendre dans le monde entier les modifiants ABS de marque Blendex destinés à l'amélioration de la résistance au choc.

Dans le Groupe Coppée

Les Assemblées générales de Coppée-Rust et de sa filiale Bureau Courtoy, tenues le 23 décembre 1981, ont modifié leurs raisons sociales respective en S.A. Coppée NV et S.A. Coppée Courtoy NV.

Cette opération fait suite au rachat par Lafarge Coppée de la participation minoritaire de la firme américaine Wheelabrator-Frye dans les sociétés du groupe Coppée-Rust, annoncé précédemment.

Dans une deuxième phase, qui aura lieu en avril 1982, l'intention est de procéder à une nouvelle répartition des activités d'ingénierie belge du Groupe entre deux sociétés distinctes :

- S.A. Coppée NV, en charge de l'activité « entreprise et réalisation » particulièrement des contrats de génie chimique.
- S.A. Coppée Courtoy NV, spécialisée dans le « conseil et l'ingénierie de détail ».

Cette opération se fera par apport d'une partie des activités de Coppée (anciennement Coppée-Rust) à Coppée Courtoy.

Les deux sociétés Coppée et Coppée Courtoy feront partie du groupe opérationnel Lafarge Coppée Engineering qui rassemble les bureaux d'ingénierie de Lafarge Coppée.

Les entreprises concernées emploient environ 1 400 personnes dont 500 ingénieurs, et sont actives actuellement dans 33 pays sur les 5 continents.

Elles couvrent tout l'éventail des activités d'ingénierie : conseil, conception, réalisation, entreprise, ingénierie de détail et coopération. Leurs principaux champs de compétence sont l'acide phosphorique, l'urée, la chimie des engrais, les fours à

coke, les thermoplastiques, la biochimie, le ciment et le plâtre.

Leurs forces d'étude et de réalisation peuvent bénéficier des compétences et des efforts de recherche du Groupe Lafarge Coppée dont les effectifs voisinent 30 000 personnes.

Contrat Lurgi en Indonésie pour le méthanol

La société nationale indonésienne des pétroles Pertamina a décidé la construction d'une installation de 1 000 t/j de méthanol dans l'île de Bunyu, nord-est de Kalimantan (Bornéo). Ce méthanol est produit à partir de gaz naturel et doit servir en grande partie à l'exportation.

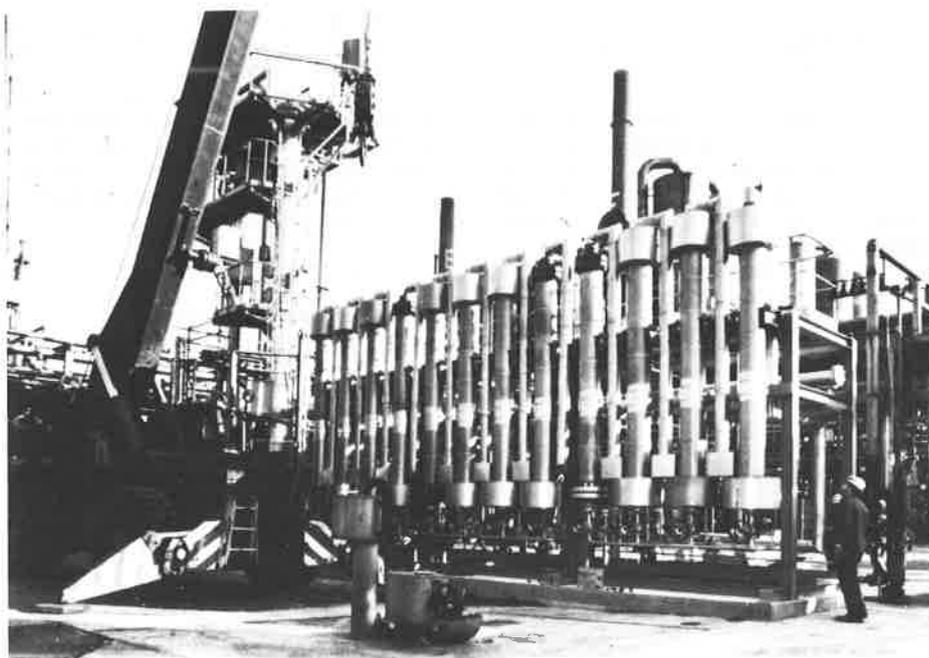
La commande vient d'être passée à la société Lurgi S.A. Saint-Cloud. Le montant total de l'investissement est de l'ordre de un milliard de francs, comprenant environ 15 % de part locale. Pour l'exécution de ce contrat, Lurgi est associée avec la société indonésienne d'ingénierie PT Wahana Muda, en tant que sous-traitant, principalement pour la supervision du génie civil et du montage. La mise en route est prévue fin 1984.

La synthèse du méthanol est réalisée suivant le procédé Lurgi, mis au point par une des maisons-mères de Lurgi S.A. à Francfort/Main. Ce procédé, démarré industriellement depuis seulement quelques années, a pris un développement mondial considérable. Actuellement, plus de 2 M t/an de méthanol sont produites dans de telles unités et dix autres installations, représentant environ 3,5 M t/an, sont en construction ou à la veille de démarrer.

Les synthèses de méthanol sont, en général, alimentées à partir de gaz naturel ou de naphta, ce qui est par exemple le cas de l'unité de 600 t/j que Lurgi - Paris a livrée et démarrée en 1979 chez INA à Lendava en Yougoslavie. Il y a lieu, en revanche, de signaler que Lurgi Francfort construit actuellement une installation de méthanol à partir de charbon, dans le cadre du regain d'intérêt mondial pour ce combustible. Celle-ci est destinée à la Tennessee Eastman Co, à Kingsport, dans le Tennessee (U.S.A.), le méthanol servant de base à l'industrie chimique. Le démarrage est prévu en 1983.

Mise en marche d'une usine de polyéthylène au Portugal

La seconde ligne de production de polyéthylène basse densité, d'une capacité de 60 000 tonnes par an, vient d'être mise en route à l'usine de Sines de l'Empresa de Polimeros de Sines (EPSI), située à 160 km au sud de Lisbonne, au Portugal. Une première ligne de 60 000 tonnes avait été mise en marche en juillet dernier. Cette usine, d'une capacité de 120 000 tonnes par an, est basée sur le procédé de CdF Chimie, société associée à 28 % dans EPSI avec la Companhia Nacional de Petroquímica, CNP (72 %).



Récupération d'hydrogène.

Les responsabilités de Coppée-Rust, ont porté sur les études, les services d'approvisionnement, la direction du montage et l'assistance à la mise en marche. Les études de génie civil, d'électricité et de tuyauterie ont été effectuées par des bureaux portugais avec la coopération technique de Coppée-Rust.

L'usine fait partie d'un vaste complexe de thermoplastiques comportant également une usine de polyéthylène haute densité, de 60 000 tonnes par an, et une usine de polypropylène, de 50 000 tonnes par an. La réalisation s'est effectuée sous le contrôle et la coordination directe d'EPSI, aidée par la direction technique et les ingénieurs d'exploitation de CdF Chimie.

La récupération d'hydrogène avec des séparateurs Prism

Le premier système de récupération d'hydrogène, en Europe, qui utilise la technologie Monsanto des faisceaux de fibres creuses à membranes en polysulfone a été mis en service. L'installation, constituée de séparateurs Prism est utilisée pour récupérer l'hydrogène des gaz de purge d'une usine d'ammoniac située à Dormagen, en Allemagne fédérale.

Cette unité préfabriquée, montée sur glissière, a été livrée neuf mois après la commande et l'installation et la mise en marche ont été effectuées en quinze jours à compter de la date de livraison.

L'installation de Dormagen est le sixième système de séparateurs Prism démarrés en 1981 dans le monde. Huit autres unités seront livrées au cours du premier trimestre 1982.

Les séparateurs Prism utilisent le principe de perméabilité sélective aux gaz des membranes en polysulfone des faisceaux de

fibres creuses pour séparer l'hydrogène des autres gaz. Ce système est le résultat de dix ans de recherches menées par la société Monsanto.

Un flexicoker à la raffinerie Esso de Rotterdam

Esso Nederland va entreprendre la réalisation de l'important projet de construction d'un flexicoker dans sa raffinerie de Rotterdam, projet qui avait été annoncé au cours de l'été 1980. Le flexicoking est un procédé Esso qui permet la conversion en produits légers du fuel résiduel à fortes teneurs en soufre, ce qui ne pourrait être obtenu par les procédés classiques de craquage thermique et de craquage catalytique.

L'augmentation des coûts et l'étude approfondie des tendances à long terme de la demande de produits pétroliers ont conduit à reconsidérer l'ensemble du projet. Celui-ci est techniquement et économiquement justifié. Le montant total de l'investissement a été réestimé à 5,6 milliards de francs et la capacité de l'unité sera de 1,5 million de tonnes par an.

Sous réserve de l'octroi des autorisations administratives, les premières spécifications détaillées seraient disponibles à partir du milieu de l'année 1982, les travaux de construction débuteraient en 1983. La mise en service pourrait avoir lieu en 1986.

Accroissement de la capacité de production de l'« Elvanol »

Du Pont de Nemours fait part d'un projet d'extension de son usine de Houston, au Texas, visant à augmenter de 50 % la

capacité de production de l'alcool polyvinylique « Elvanol » afin de faire face à l'accroissement de la demande dont ce produit fait l'objet.

La mise en service des nouvelles installations, dont la capacité annuelle atteindra 70 000 tonnes, est prévue pour le début de 1984; elles permettront également de produire des alcools polyvinyliques partiellement hydrolysés.

La fabrication des alcools polyvinyliques partiellement hydrolysés est basée sur une nouvelle technique de Du Pont de Nemours, qui est parfaitement compatible avec les installations de fabrication à grande échelle des alcools polyvinyliques complètement hydrolysés. Les installations comporteront des améliorations importantes au point de vue rendement énergétique.

Les principales applications de l'Elvanol intéressent l'encollage des fils de chaîne dans le textile, le couchage du papier et les adhésifs en phase aqueuse.

Degussa AG et PQ Corporation : Production commune de silices précipitées

Degussa AG, Francfort-sur-le-Main, et PQ Corporation, Valley Forge en Pennsylvanie (États-Unis) s'associent pour la production de silices précipitées. La distribution des produits sera assumée par la Degussa Corporation de Teterboro, au New Jersey (États-Unis).

L'installation de production commune aura une capacité d'environ 20 000 tonnes par an et sera intégrée dans l'un des établissements existants de PQ Corporation. La production démarrera avant la fin de l'année 1983.

Les silices précipitées sont des produits de fabrication synthétique, à fine dispersion, qui sont utilisés dans diverses branches industrielles comme charges de renforcement, agents d'épaississement et matières de support.

Degussa AG exerce déjà une activité à l'échelle mondiale dans le domaine des silices précipitées et des silices pyrogènes. PQ Corporation est un producteur important de silicate de sodium et de produits chimiques spéciaux.

Des silices et des alumines pour dentifrices

Rhône-Poulenc est à l'origine de ses dentifrices où le carbonate de calcium ou le phosphate dicalcique classique sont remplacés par des silices (marque Tixosil et Lévilite) et des alumines (marques SH 100 et SH 200). Ces produits constituent l'élément nettoyant et polissant, soit 25 à 40 % du poids total du dentifrice. Naturellement humectants, ils remplacent aussi une partie de la glycérine nécessaire avec les produits classiques pour que la pâte reste fluide pendant tout le temps de l'usage du dentifrice.

Le département spécialisé dans les dentifrices du laboratoire de Rhône-Poulenc à la Croix-de-Berny suit de près les études réalisées dans ce domaine sur le plan international et coopère avec les fabricants pour déterminer les matières premières entrant dans les pâtes, leur dosage, l'évaluation des propriétés de leur composition et, éventuellement, en créer certaines.

Un stabilisant écologique pour le P.V.C.

Pour éviter de dégrader le P.V.C. par la chaleur qu'engendrent les opérations de moulage ou de calandrage, les transformateurs font appel à des produits stabilisants et à des co-stabilisants. Parmi les stabilisants, le baryum/cadmium est couramment employé. Mais de nouvelles réglementations concernant l'usage du cadmium sont mises en place dans certains pays pour protéger l'environnement.

Rhône-Poulenc vient de commencer, à l'usine de Melle (Deux-Sèvres), le développement d'un nouveau co-stabilisant du P.V.C. : le Rhodiastab 82. Associé aux stabilisants baryum/zinc ou calcium/zinc liquides, ou solides, le Rhodiastab 82 permet d'obtenir une coloration initiale et une transparence du P.V.C. comparable à celle conférée par les stabilisants baryum/cadmium en accord avec les nouvelles réglementations. Sa très faible toxicité le rend manipulable sans inconvénient dans les ateliers de transformation. Le Rhodiastab 82 à usage non alimentaire est complémentaire du Rhodiastab 50 à usage alimentaire fabriqué aussi à Melle, depuis 1979, dans un atelier de 1 000 t/an de capacité.

Un nouveau procédé pour la récupération du zinc

Des techniciens de l'Electrolytic Zinc Co. of Australasia Ltd., à Hobart (Tasmanie), ont mis au point un procédé de traitement des résidus qui devrait permettre d'accroître de 5 % la récupération de zinc.

Le Dr Rod Sinclair, qui dirige l'unité de recherche, précise qu'il s'agit d'une manière nouvelle d'aborder un problème ancien, celui de la meilleure façon d'éliminer le fer d'une solution contenant du zinc et d'autres métaux de valeur : « la méthode que nous expérimentons fait appel à une opération en deux temps, la neutralisation étant séparée de la précipitation, ce qui évite la perte de métaux de prix dans les résidus de jarosite ». La récupération de zinc à Electrolytic est passée de 93 % à 98 %.

Un caoutchouc synthétique et un nouveau carbone

Le JETRO (Centre japonais du commerce extérieur) nous informe de la mise au point

de deux nouveaux matériaux (information relevée dans le n° 5, vol. 9, de la revue *Japan Industrial and Technological Bulletin*) :

● Une société japonaise a mis au point un nouveau matériau macromoléculaire qui a une élasticité équivalente à celle du caoutchouc et peut être moulé sous n'importe quelle forme. Il supporte, sans altération de ses propriétés physiques, des températures allant de - 50 °C à + 120 °C et n'a pas besoin d'être vulcanisé : on le transforme en « caoutchouc » simplement par chauffage et moulage.

Applications proposées : joints sur les systèmes de chauffage solaire, joints sur les canalisations d'eaux usées, etc.

● Une société japonaise, associée à un laboratoire public, a développé un nouveau carbone imperméable (graphite) qui résiste à l'oxydation et peut être utilisé jusqu'à des températures de l'ordre de 1 000 °C. Ce matériau est produit par imprégnation des pores du graphite avec un verre au borosilicate. On connaissait déjà des carbones imprégnés de résine ou de métaux, mais c'est la première fois au monde qu'on arrive à produire un carbone imprégné de verre, ce qui nécessite une technologie assez complexe à mettre en œuvre.

Le nouveau diamant de forage Geoset de General Electric

Jusqu'à ce jour, aucun diamant de forage, thermiquement stable et capable de traverser des formations de roches dures en coupant plutôt qu'en broyant, d'aiguiser son propre tranchant dans le même temps et de conserver un haut niveau de performances fragment après fragment, n'avait jamais vu le jour.

Le Département « Matériaux spéciaux » de General Electric US, à Worthington, Ohio, a récemment dévoilé son nouveau Diamant de Forage Geoset, un diamant polycristallin thermiquement stable, à auto-aiguisage, qui représente une véritable révolution dans le domaine à haute technologie du forage au diamant. Le fait que les trépan utilisant des diamants Geoset permettent de prélever des échantillons d'excellente qualité à des vitesses de forage jusqu'à trois fois supérieures à celles atteintes avec des trépan à une seule couche de diamants est en lui-même un progrès important. Mais la véritable clé de cette innovation réside dans la stabilité thermique du Geoset.

Comme les diamants extraits des mines, le Geoset peut supporter, sans dégradation, des températures atteignant jusqu'à 1 200 °C, ce qui le rend compatible avec les systèmes de liants existants et récupérable par les procédés conventionnels de récupération actuellement employés par les fabricants de couronnes pour les diamants naturels.

Le diamant Geoset 2102, de forme triangulaire, pèse environ 0,3 carat et diffère de diamants naturels irréguliers, de petite taille et ronds, par ses larges bords tranchants très coupants, dont la forme a été conçue pour assurer à l'outil une efficacité optimale. Les arêtes tranchantes

du Geoset conservent leurs qualités pendant toute la durée de vie du trépan, des nouveaux cristaux étant continuellement exposés pendant le forage.

Le Mexique adopte le procédé Perstorp

Industrias Químicas Priha Guadiana S.A., à Durango, Mexique, a récemment obtenu une licence de fabrication de formaldéhyde suivant le procédé Perstorp. L'aldéhyde formique sera essentiellement utilisée dans une usine de fabrication de panneaux constitué de particules à base de résine de la société.

Prévue pour une capacité annuelle de 20 000 tonnes, l'usine, construite par Adabra S.A. à Barcelone, Espagne, suivant l'avant-projet de Perstorp, sera mise en service à la fin de 1982.

Il existe actuellement près de 30 usines Perstorp dans le monde, dont la production globale est voisine de 1 million de tonnes de formaldéhyde par an.

Un rendement élevé et une faible consommation d'énergie sont les principales caractéristiques du procédé, ainsi que l'obtention directe de formaldéhyde, à un taux de concentration de l'ordre de 55-60 % à la sortie de la tour d'absorption qui ne contient que des quantités négligeables d'alcool méthylique, évitant ainsi la distillation du produit.

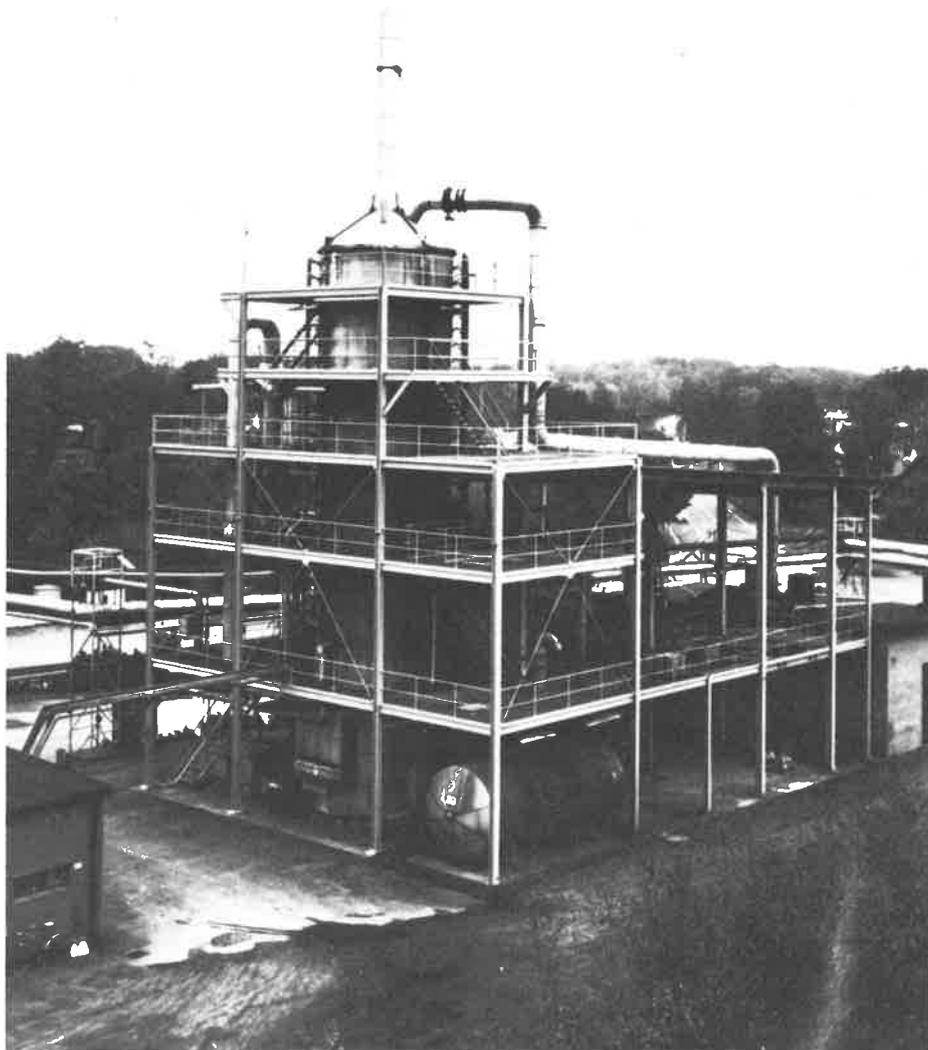
La navette spatiale est équipée de pneus en Chlorobutyl

Le vaisseau spatial américain « Columbia » qui a, par deux fois, atterri avec succès, est équipé de pneus revêtus intérieurement de l'élastomère Chlorobutyl d'Essochem. Ces pneus sans chambre ont été conçus et fabriqués spécialement pour la navette par la société BF Goodrich.

Le Chlorobutyl, caoutchouc de synthèse développé depuis 20 ans par Essochem, est largement utilisé comme revêtement intérieur des pneus sans chambre, en raison de sa meilleure rétention de l'air. Cette qualité est particulièrement importante dans le cas de la navette dont les pneus sont montés plusieurs mois avant chaque vol. Les sociétés du groupe Essochem en Europe fabriquent une gamme complète d'élastomères à base d'isobutylène, à Fawley en Grande-Bretagne et à Notre-Dame-de-Gravenchon, en Seine-Maritime, dans l'usine de la Société du Caoutchouc Butyl (SOCABU), filiale d'Esso Chimie.

Réorganisation de l'association Phoschem

L'Association américaine des exportateurs de produits phosphatés (Phoschem) vient de procéder à une importante réorganisation accompagnée d'un accroissement substantiel du nombre de ses membres. Ces



Procédé Perstorp.

mesures devraient considérablement renforcer la place de l'Association sur les marchés des produits phosphatés hors des États-Unis. Le nombre des membres de cette association d'exportateurs, constituée en 1975 dans le cadre du Webb Pomerene Act, passe de sept à dix.

M. Frederick J. Blesi a été élu Chairman et Chief Executive Officer de l'Association. M. Blesi était précédemment Vice-Président international du Groupe Engrais d'International Minerals and Chemical Corporation (IMC).

Les trois nouveaux membres de Phoschem sont : C.F. Industries, Inc., Gardinier, Inc. et USS Agri Chemicals, société appartenant au Groupe U.S. Steel Corporation. De plus, deux autres entreprises ont manifesté un certain intérêt pour devenir membre de l'Association.

Les autres membres de Phoschem sont Agrico Chemical Company (Williams Companies), American Cyanamid Company, Beker Industries Corp, Freeport Chemical Company (Freeport McMoran Inc.),

W. R. Grace and Co., International Minerals and Chemical Corporation, et Texasgulf Inc.

Par ailleurs, le siège de Phoschem va, vraisemblablement, être transféré de New York à Chicago en avril prochain.

Contrôle automatique de la qualité des brais pour électrodes

La société HGD (Groupe CdF Chimie), 1^{er} distillateur de goudrons en France et 2^e en Europe, vient de mettre au point, dans son Centre de recherches de Vendinle-Vieil (Pas-de-Calais), un système automatique de mesure de la mouillabilité (ou affinité) du coke par le brai pour la fabrication des électrodes servant en électrometallurgie.

Ces électrodes sont obtenues par cuisson d'un mélange brai/coke de pétrole et il est impératif que la mouillabilité du coke par

le brai soit mesurée avec la plus grande précision. De nombreux travaux ont en effet démontré l'importance de cette caractéristique physico-chimique sur les propriétés des électrodes. Le système automatique de mesure mis au point par HGD permet de pallier les difficultés auxquelles se heurtait la mesure manuelle. L'automatisation assure une grande fiabilité de mesure et une remarquable précision des résultats. Le principe de la mesure consiste à suivre en continu la disparition progressive d'une goutte de brai reposant sur un lit de coke, au fur et à mesure que la température augmente.

Schématiquement, l'appareillage utilisé consiste en :

- une cellule de chauffage dans laquelle se trouve l'échantillon de brai à analyser,
- un détecteur d'images (appareil photographique associé à une barrette de microphotodiodes) qui analyse en continu toutes les déformations que peut subir l'échantillon de brai en fonction de la température,
- un compteur à impulsions dont le rôle est d'analyser le signal fourni par la barrette de microphotodiodes et de la transformer en un signal directement exploitable par un enregistreur ou un calculateur.

Ce système automatique de mesure a été conçu en collaboration avec le Laboratoire de spectroscopie Raman de la Faculté des Sciences de Lille, que dirigent les Professeurs Delhaye et Bridoux, et la société Dilor, à Lille, pour la réalisation du compteur à impulsions.

Déjà opérationnel à Vendin-le-Vieil, ce système équipera bientôt les deux autres usines de fabrication de brais dont dispose HGD, à Port-Saint-Louis-du-Rhône et Mariéna.

Les Junior-Entreprises

C'est en 1967 que les premières Junior-Entreprises ont été fondées en France, en s'inspirant de structures qui prospèrent déjà depuis un demi-siècle aux États-Unis. Sous la forme d'Associations régies par la Loi de 1901, dont les membres sont tous des élèves de Grandes Écoles, elles sont gérées et animées par un bureau exécutif élu chaque année.

En 1969, elles se réunirent en une Confédération Nationale des Junior-Entreprises (C.N.J.E.) pour défendre, coordonner et promouvoir leur Mouvement.

La Confédération favorisant l'échange de leurs expériences et contrôlant leur gestion avec rigueur, les J.E. n'ont depuis lors pas cessé de se développer. On en compte aujourd'hui 54 réparties dans toute la France,

et un nombre croissant d'Associations de mandent leur adhésion à la C.N.J.E.

Les Junior-Entreprises ont été créées pour répondre à un besoin de formation, mais leur succès et l'essor que connaît leur mouvement ne pourraient exister sans l'intérêt que lui portent les responsables d'entreprises.

Ceux-ci trouvent en effet plusieurs avantages à faire appel aux J.E. :

- Tout d'abord, ils remarquent que, du fait de leur manque d'expérience, les étudiants abordent les problèmes posés avec un regard neuf, sans préjugé, et parviennent ainsi à les résoudre de façon parfois originale.
- Chaque Junior-Entreprise dispose de plusieurs dizaines d'élèves prêts à se pencher sur les études qui leur sont soumises. Cette disponibilité leur permet d'offrir une grande rapidité d'intervention, qui est souvent déterminante pour les entreprises.
- Enfin, la forme juridique des Junior-Entreprises et le soutien des Écoles leur permettent d'avoir des structures légères et des frais de fonctionnement réduits, et ainsi, de proposer leurs services à des prix très modérés.
- En outre, certaines entreprises confient des travaux aux Junior-Entreprises dans le but de mettre à l'épreuve la qualité de l'enseignement des futurs diplômés des Grandes Écoles, qui peuvent être appelés à devenir de futurs cadres.

Confédération Nationale des Junior-Entreprises, 55, avenue des Champs-Élysées, 75008 Paris. Tél. : 660.16.40 et 350.56.68.

Nouveau programme d'aides pour l'implantation de sociétés en Irlande

L'IDA (Organisme gouvernemental chargé du développement industriel de la République d'Irlande) propose actuellement un nouvel ensemble de mesures spécifiques destinées à inciter les entreprises étrangères du secteur tertiaire à venir s'implanter en République d'Irlande. Les secteurs concernés en priorité et susceptibles de bénéficier du programme d'aides comprennent, en particulier, les laboratoires de contrôle (à savoir les laboratoires se consacrant aux activités ci-après : conception et essai des prototypes, contrôles de sensibilité, contrôles électroniques, essais de résistance des matériaux, etc.) et les centres de recherche et de développement : unités de recherches, indépendantes ou intégrées, dans les domaines suivants : bio-technologie, techniques aérospatiales, chimie, électronique, étude de la matière, etc.

(I.D.A. Ireland, 34, avenue George-V, 75008 Paris. Tél. : 720.67.10).

Dans les sociétés

• M. George E. Light vient d'être nommé administrateur directeur général d'Amoco Chemicals Europe dont le siège social se trouve à Genève, Suisse.

M. Light remplace L. Ralph M. Winters qui a été lui-même nommé récemment au siège social d'Amoco à Chicago (U.S.A.).

• M. James E. Brewer, précédemment Président d'Exxon Chemical Pakistan Ltd, a été nommé Président d'Al-Jubail Petrochemical Company (Kemysa), filiale commune de Saudi Basic Industries Corporation et d'Exxon Chemical Arabia. M. Brewer succède à M.R.B. Tickler, qui a pris sa retraite le 1^{er} août 1981.

• M. Jean-Claude Doussau de Bazignan est nommé Directeur général vente et après-vente de Perkin-Elmer France, Division Instruments. Par ailleurs, sont nommés directeur des ventes, au niveau national (Division Instrument), MM. Michel Vacher pour la spectroscopie atomique, Jean-Yves Paul pour la spectroscopie infrarouge et Alain Bas pour la spectrophotométrie UV visible, calorimétrie et polarimétrie différentielle.

• M. Hans Moell, Vice-Président du Directoire de BASF AG et responsable du Domaine d'Activité II (Produits pour l'Agriculture et Région France) a demandé à faire valoir ses droits à la retraite à partir du 31 mars 1982. Le Conseil de Surveillance a approuvé la nomination de M. Hans Detzer, jusqu'ici Directeur de la Planification centrale, comme membre de plein droit du Directoire de BASF AG, à compter du 1^{er} janvier 1982. M. Detzer prendra la direction du Domaine II à partir du 1^{er} avril 1982.

• Le Dr Robert A. Fildes, Président de la Cie Biogen, a annoncé la nomination du Dr Richard A. Flavell au poste de directeur des recherches en génie biologique pour les U.S.A. et son affiliation aux membres de l'équipe scientifique de Biogen N.V. Sa nomination coïncide avec l'ouverture de Biogen Inc., centre de recherche et de développement en biogénie, sis à Cambridge, Massachusetts.

• Badger Company, Inc., annonce la nomination du Dr Charles E. Wyman comme responsable du département développement des procédés au laboratoire de recherche de Weymouth, Massachusetts (U.S.A.).

Commissions de recrutement

Quelles que soient les modalités de recrutement que nous aurons à utiliser à l'avenir, les commissions de recrutement (*alias* Commissions de spécialistes) joueront un rôle essentiel, d'autant plus que l'autonomie des établissements devrait, en se développant, les conduire à assumer des responsabilités plus décisives.

Les pratiques varient, pour l'examen des candidatures, et s'il n'est pas souhaitable de les normer de façon rigide, il peut néanmoins être utile de donner des exemples recommandables. La diffusion, parmi les membres de la Commission de recrutement, de fiches signalétiques résumant les « éléments objectifs » des dossiers, constitue une telle pratique efficace, en particulier pour rendre impossibles certains choix fondés seulement sur des liens d'amitié, ou de féalité.

Bien que de telles fiches signalétiques

soient de pratique courante dans certaines commissions de chimie au CNRS, et dans certaines Universités, nous souhaitons en reproduire deux exemples ici, rendus anonymes (page suivante).

Il sera désormais demandé par la DESUP que des fiches de ce type, ou adaptées aux circonstances mais donnant des renseignements de cette nature, soient jointes à tous les P.V. des Commissions de recrutement. Bien entendu, leur utilisation ne peut être automatique pour retenir un nom : un recrutement porte sur une *personne*, qui a un certain profil scientifique et personnel, et doit vivre dans un milieu collectif : ce sont là les éléments qui font que l'intervention d'une commission est nécessaire, et non celle d'un ordinateur.

* Direction des Enseignements Supérieurs.

Parlez-vous correctement « chromatographie » ? Ce n'est pas certain ?



Alors, achetez sans tarder...

LE COMPENDIUM DE LA NOMENCLATURE EN CHIMIE ANALYTIQUE

Traduction française du « Compendium of analytical nomenclature » (règles définitives de 1977) publié, en 1978, par la Division de chimie analytique de l'IUPAC.

1 volume de 256 pages édité par la S.C.F.

- Prix pour France, Europe, Afrique du Nord : 300 F. T.T.C.
- Pour les autres pays : 330 F.
- Pour les Membres de la S.C.F. (1 exemplaire par personne physique ou morale) : 180 F. T.T.C.

Adresser les commandes à la **Société Chimique de France, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris**, accompagnées du règlement par chèque bancaire ou chèque postal (280-28 Paris W) à l'ordre de la Société Chimique de France. Le livre est aussi en vente au siège de la Société.

Concours poste de Professeur (publié en juin)

| Nom. Age | Diplômes universitaires | Carrière | Fonction actuelle | Publications total (nat., int.)/Comm. orales ou articles revues sans arbitre sans directeur | Directions de thèses | Enseignement | Divers |
|----------|--|--|----------------------------|---|---|--|--|
| 34 ans | 3 ^e cycle (70, Nancy) D.E. | Ass. (72/76) M.A. (depuis 77) LAES (1974) Inst. (60-68) | M.A. (depuis 77), Nancy | 27 (11, 16)/18 3 (1, 2) | | Cours : DEUG SM1 Ch. Minér. (ENSIG + IUT) Spectro (IUT) | Coll. avec 7 labos USA, 4 labos Nat., 1 labo PL Stages Vogel (Penn. Philadelphie) 5 mois ; 4 mois |
| 41 ans | D.E. | IPES (64-67) Ass. (68-73) M.A. (depuis 73) LAES (1974) LAMC (1978) | M.A. (depuis 73), Gif | 16 (2, 14)/9 10 3 conférences | 3 ^e cycle D.E. (en cours) | Cours : DEUG | Stage : 3 mois Reading, Conseil UER Chimie Paris VII* Comm. Spécialistes Collaboration : 1 labo anglais 2 labos USA, 1 labo Nat. |
| 37 ans | Ing. ENSCS (66) D.E. | Ass. (67-74) M.A. (depuis 74) LAMC (1975) | M.A. | 19 (3, 16)/7 10 4 conférences | 3 ^e cycle : 2 dont 1 en cours D.E. | Cours : DEA Pharmaco- moléculaire | Stages : Institut Pasteur, 1 an (73), 1 an (71) 1 contrat DGRST. 1 ATP |
| 34 ans | CAPES (67) Agrég. (68) D.E. | IPES (64-67) Ass. (68-72) M.A. (depuis 69) LAES (77) LAMC (78) | M.A. | 18 (6, 12)/15 7 2 articles pour éduc. | | Cours : Agrég. Sciences Physiques | Stage : Munich, 1 Prix de la Division SCF |

Concours Maître-Assistant, 27^e Sec. (publié en juin)

| Nom. Prénom | Age | Diplômes universitaires | Fonctions | LAFMA (LAES) (LAMC) | Publications total (nat., int.)/orales | Divers |
|-------------|-----|---|--|---------------------|--|---|
| | 36 | 3 ^e cycle (78) (?) | E.N.S.S. (Rabbat) : 2 ans | | | |
| | 30 | Ing. ENSCS (73) Doc. Ing. | Ass. Délégué (76-80) | | 6 (0,6)/3 | Conseil UER Sc. Nat. (79-80) D.E. prévu pour 81 |
| | 34 | 3 ^e cycle (75) D.E. (78) | Maître Conf. Université Constantine (Algérie) (depuis 79) Moniteur TP Toulouse, 6 ans | | 7 (1,6)/1 | Post. Doc. (Canada, 6 mois) |
| | 34 | 3 ^e cycle (73) IPES (62-65) | Maître-Ass. Fac. d'Oran (depuis 7 ans) Chimie Orga. | 1974 | 7 (1,6)/0 | Resp. d'enseignement D.E. prévu pour 81 |
| | 37 | CAPES (65) DES (65) D.E. | Assistante (depuis 65) Cours : Chimie à ESTS (De puis 79) | 1977 | 8 (2,6)/3 | En 77, changement de labo En 79, stage 1 mois Ottawa |
| | 30 | 3 ^e cycle | M.A. Oran (depuis 77) | | 1 (1,0)/0 | |
| | 33 | 3 ^e cycle | Chargée d'enseignement Centre Péd. Rég. de Rabbat (Chimie Orga., Génét., Miné.) (depuis 74) | ? | 3 (2,1)/0 | Stage 2 ans à Sherbrooke, Canada (prof.) |

1. Calendrier des colloques nationaux et internationaux

Le C.N.R.S. prévoit l'organisation, au cours de l'année 1982, des colloques suivants :

Secteur Chimie

(Colloques fermés, uniquement sur invitations)

- « Les réactifs supportés en chimie organique »
Organisateurs : MM. Gerbart, Le Perche, Revillon.
Laboratoire des matériaux organiques, Lyon.
Date : 29 juin-1^{er} juillet.
Lieu : Lyon.
- « Composés macrocycliques »
Organisateur : Mme M. J. Schwing, Profes-

seur à l'E.N.S.C.S. Laboratoire de chimie physique, Strasbourg.

Date : 31 août-1^{er} septembre.

Lieu : Strasbourg.

- « Étude des interactions métal-support en catalyse hétérogène »

Organisateurs : MM. Imelik, Naccache, Vedrine.

Institut de Recherches sur la Catalyse, Lyon.

Date : 16-18 septembre.

Lieu : Lyon.

- « Structure, dynamique, interaction et évolution des macromolécules biologiques »

Organisateur : M. Hélène, Centre de Biophysique Moléculaire, Orléans.

Date : 5-10 juillet.

Lieu : Orléans.

2. Calendrier des Tables rondes, colloques bilatéraux et colloques associés

Le C.N.R.S. apportera une contribution aux Tables rondes et colloques suivants :

A. Tables rondes

- « Symétries et propriétés des molécules non-rigides »
Organisateurs : Mme Serre et M. Maruani.
École Normale Supérieure de Jeunes Filles, Montrouge.
Date : 7-10 juillet, Montrouge.
- « Les propriétés de transport dans les composés non-stœchiométriques »
Organisateur : Mme Petot-Ervas.
Date : 29-30 juin, 1^{er}-2 juillet 1982 : Perpignan.
- « Ordres dans les matériaux désordonnés »
Organisateur : Mme Cyrot-Lackmann.
Date : 17-19 mai 1982, Bad Honnef (R.F.A.).

B. Colloques bilatéraux

- Colloque franco-polonais sur « Endommagement et hétérogénéité de déformation »
Organisateur : M. Penelle.
Paris : septembre 1982.
- Colloque franco-bulgare sur « Les organométalliques fonctionnels »
Organisateur : M. Gaudemar.
Paris : septembre 1982.

C. Colloques associés

- 8^e Congrès international sur « Les solutions non-aqueuses »

Organisateur : M. Chabanel.

Nantes : 10-23 juillet 1982.

- 9^e Symposium de « Photochimie »

Organisateur : M. Jousot-Dubien.

Pau : 25-30 juillet 1982.

- 8^e Conférence internationale de « Spectrométrie Raman »

Organisateur : M. Lascombe.

Bordeaux : 6-12 septembre 1982.

- « Réunion annuelle de la Société Internationale d'Électrochimie »

Organisateur : M. Costa.

Lyon : 6-9 septembre 1982.

- « 12^e Journées des actinides »

Organisateur : M. Guillaumont.

Orsay : 24-25 mai 1982.

- « L'épandage d'hydrogène ou d'autres molécules chimisorbées »

Organisateur : M. Teichner.

Lyon : printemps 1983.

- 3^e Congrès international « Hydrogène et matériaux »

Organisateur : M. Azou.

Châtenay-Malabry : 7-11 juin 1982.

- 7^e Conférence internationale sur « Les composés solides des métaux de transition »

Organisateurs : MM. Bertaut et Fruchart.
Grenoble : 21-25 juin 1982.

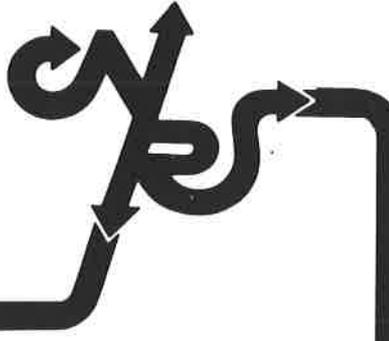
- 6^e Colloque européen du « Network-Group » sur « L'étude des relations entre la structure et les propriétés de réseaux macromoléculaires tridimensionnels »

Organisateurs : MM. Benoit et Hild.

Strasbourg : 29 juin-2 juillet 1982.

Liste des recrutements à effectuer au titre du collectif budgétaire pour le secteur chimie

| Sections | Grade | Affectation | Directeur Parrain |
|-----------------------------------|------------|---|-------------------|
| • (09) M. Maynau Daniel | A.R. 3 | E.R.A. 821, Toulouse | M. Malrieu |
| • (09) Mlle Wintgens Véronique | A.R. 3 | E.R. 241, Thiais | M. Sevin |
| • (10) Mlle Anne Agnès | A.R. ag. 1 | Lab. d'électrochimie des composés d'intérêt biologique, Paris | M. Kossanyi |
| • (10) Mlle Louis Catherine | A.R. 3 | E.R. 133, Paris | M. Moradpour |
| • (17) M. Suffert Jean | A.R. 3 | E.R.A. 687, Strasbourg | M. Fleury |
| • (17) Mlle Etemad-Moghadam Guita | A.R. 3 | L.A. 135, Mulhouse | M. Laviron |
| • (18) M. Finet Jean-Pierre | A.R. 6 | I.C.S.N., Gif-sur-Yvette | M. Che |
| • (18) M. Pétrier Christian | A.R. 3 | E.R.A. 20, Grenoble | M. Bonnelle |
| • (19) M. Gaboriau François | A.R. 3 | L.A. 198, Paris | M. Solladié |
| • (19) M. Bastide Jacques | A.R. 1 | C.R.M., Strasbourg | M. Guetté |
| | | | M. Streith |
| | | | M. Majoral |
| | | | M. Barton |
| | | | M. Conia |
| | | | M. Luche |
| | | | M. Linstrumelle |
| | | | M. Vigny |
| | | | M. Santus |
| | | | M. Picot |
| | | | M. Jannink |



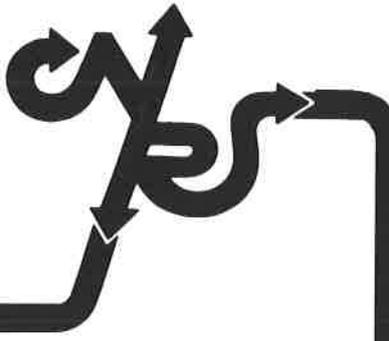
Monographies françaises de psychologie n° 54
PENSÉE OPÉRATOIRE, DÉTÉRIORATION MENTALE ET DÉMENCE DU GRAND ÂGE
 M. C. Mietkiewicz-Colson

- approche différentielle du vieillissement intellectuel et de la démence vus sous l'angle du déroulement de l'activité cognitive et non pas du rendement intellectuel
- recherches analytiques sur la différence entre la sénilité et la sénescence
- étude expérimentale et psychométrique du vieillissement intellectuel

16 x 25 ; 108 p. ; broché
 24 tabl. ; 7 fig. ;
 ISBN 2-222-02842-6 ; 49 F
 Rappel : Le développement des systèmes sémantiques de verbes d'action, J. Bernicot, 1981
 ISBN 2-222-02776-4 ; 48 F

Documentation gratuite sur demande

Editions du CNRS
 15 quai Anatole France 75700 Paris



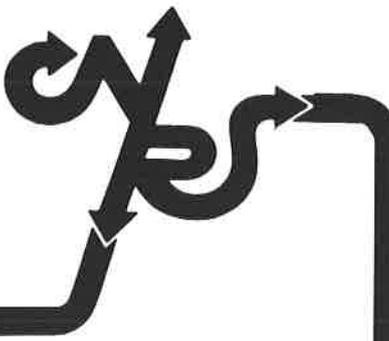
Centre d'études et de recherches sur les qualifications
L'ÉVOLUTION DES SYSTÈMES DE TRAVAIL DANS L'ÉCONOMIE MODERNE
 Conséquences sur l'emploi et la formation
 Responsable : G. Ducray

- le travail dans l'économie, mesuré par les performances économiques des entreprises et des nations
- évolution du travail face au développement des technologies
- modifications dans les répartitions sectorielles et territoriales des emplois
- les transformations de la population active
- la modernisation des formations professionnelles (25 communications)

21 x 29,7 ; 292 p. ; broché
 33 tabl.
 ISBN 2-222-02935-X ; 78 F

Documentation gratuite sur demande

Editions du CNRS
 15 quai Anatole France 75700 Paris



CORPUS DES INSCRIPTIONS DE LA FRANCE MÉDIÉVALE : 6
 Gers, Landes, Lot-et-Garonne, Pyrénées Atlantiques
 Responsable : E.R. Labande

- recensement des épigraphes des départements du Gers, des Landes, du Lot-et-Garonne et des Pyrénées Atlantiques, à l'exclusion des chrismes
- l'index général fait figurer des noms de personnes ; des lieux et les mots (matières sous lesquels se retrouvent les indices particuliers : auteur, bible, datation, épitaphe, formulaire et expressions iconographiques, iconographie, liturgie, métrique, mort, reliques)

20 x 30,5 ; 222 p. ; broché
 4 cartes ; 10 fig. ; 101 pl.
 ISBN 2-222-02829-9 ; 85 F

Documentation gratuite sur demande

Editions du CNRS
 15 quai Anatole France 75700 Paris

Société de Chimie Physique

Relaxation électronique et vibrationnelle inter- et intramoléculaire

Une réunion, sur ce thème, organisée conjointement par la Société de Chimie Physique et le Commissariat à l'Énergie Atomique aura lieu, les 2 et 3 juin 1982, au CEN de Saclay (Orme-des-Merisiers).

Objectif

Ces Journées associeront des photochimistes et des photophysiciens travaillant aussi bien en phase vapeur qu'en milieux condensés. Leur but est d'aider au développement de contacts entre des chercheurs, aussi bien expérimentateurs que théoriciens, dont les activités se situent dans des domaines voisins, mais entre lesquels les communications sont trop réduites.

Thèmes envisagés

1. Relaxations électroniques intramoléculaires,
2. Redistribution vibrationnelle intramoléculaire,
3. Relaxation d'états électroniques moléculaires se situant au delà du seuil d'ionisation (états super excités),
4. Étude des transferts V-V entre molécules polyatomiques dans des états vibrationnels élevés,
5. Processus de relaxation en phase condensée.

Organisation

I. Conférences invitées

Une conférence de 45 minutes sera consacrée à chacun des thèmes précités. Deux auront lieu en début de matinée, le 2 juin, et les trois autres, dans la matinée du 3 juin.

II. Affiches

Le 2 juin, une séance de communications par affiches sera dévolue aux mêmes thèmes. Cependant, tout autre sujet voisin sera également considéré. Il est envisagé d'organiser des réunions de discussion dans la salle d'affichage.

Le titre et un résumé détaillé (ne dépassant pas 250 mots) sont à soumettre, avant le 1^{er} mars, à René Botter, Section photophysique, Département de physico-chimie, CEN/Saclay, 91191 Gif sur Yvette Cedex.

Préinscription

Les personnes désirant participer à ces Journées et recevoir la circulaire définitive sont priées d'en informer M. R. Botter.

Comité d'organisation

R. Botter, Président (CEN/Saclay), Mme Bernas (Orsay), M. Bordé (Paris-Nord), M. Govers (Orsay), M. Graner (Orsay), M. Legay (Orsay), M. Le Roux (CEN/Saclay), M. Rigny (CEN/Saclay), M. Tramer (Orsay), M. Troyanowski (Sté de Chimie Physique, Paris), M. Voltz (Strasbourg).

Deconvolution and reconvolution of analytical signals. Application to fluorescence spectroscopy

Deux Journées seront organisées sur ce thème, les 22 et 23 juillet 1982, à Nancy (ENSIC, 1, rue Grandville).
Le programme provisoire est le suivant :

Jeudi 22 juillet 1982

- Matin : Ouverture, introduction.
Problèmes généraux de traitement mathématique de produits de convolution.
- Après-midi : Nature du signal, continu ou discret.
Les techniques de déconvolution sans *a priori* (transformée de Fourier, multiplicateurs de Lagrange, etc...).

Vendredi 23 juillet 1982

- Matin : Les techniques de déconvolution spécifique (méthode des moments, transformée de Laplace, fonctions modulatrices, « phase-plane method »).

Les techniques de reconvolution (reconvolution itérative spécifique et non spécifique).

- Après-midi : Tables rondes sur les différentes techniques et importance du caractère expérimental. Bourse aux programmes de traitement.

Renseignements, propositions de contributions, intention de participer

Prendre contact avec MM. M. Bouchy ou J. C. André, Département de chimie physique des réactions, Laboratoire de chimie générale, 1, rue Grandville, 54042 Nancy Cedex. Tél. (16) 8.335.51.53.

Le programme définitif sera disponible dans le courant du printemps. Il sera adressé aux personnes qui en feront la demande aux organisateurs.

36^e Réunion internationale

Physico-chimie des mouvements ioniques transmembranaires

Paris, 27 septembre-1^{er} octobre 1982

Principaux thèmes

- Interactions ions-ionophores;
- Interactions aux interfaces;
- Profils du potentiel transmembranaire;
- Effecteurs naturels et synthétiques du transfert d'ions. Transporteurs et canaux : structures, conformations, mécanismes, propriétés antibiotiques;
- Effecteurs protéiques du transport d'ions à travers les membranes modèles et naturelles.

La réunion comportera des conférences, des communications orales et affichées, ainsi sans doute qu'une Table ronde de conclusion. Ses Actes seront intégralement publiés (y compris les discussions) dans les six mois suivant la rencontre.

Conférenciers invités

- W. L. Duax (Buffalo) : *Mechanism of ion capture by valinomycin and monensin.*
G. Eisenman (UCLA) : *Energy barriers in ionic channels.*
T. Heidmann (Inst. Pasteur, Paris) : *The acetylcholine receptor : a regulatory protein engaged in ion translocation.*
S. B. Hladky (Cambridge) : *Mechanisms of ions transport in channels : interaction between ions within the channel.*
P. Laszlo (Belgique) : *NMR studies of ion transport across membranes.*
P. Lauger (Konstanz) : *Influence of membrane structure on the kinetics of carrier-mediated ion transport.*
M. Lazdunski (Nice) : *Canal Na⁺ des membranes axonales.*
J. M. Lehn (Collège de France, Paris) : *Effecteurs synthétiques du transport d'ions.*

A. A. Lev (Leningrad) : *Concentration dependence of unidirectional flux ratio as a characteristic of the energy profile of a single file ionic channel.*

Yu A. Ovchinnikov (Moscou) : *From ionophores to channels, lessons and expectations.*

V. A. Parsegian (NIH, Bethesda) : *Ion-membrane interactions and ionic specificity.*

A. Pullman (I.B.P.C. Paris) : *Interactions cations-ligands.*

H. Schindler (Suisse) : *Dependences of protein channel activities on membrane conditions.*

P. Vignais (CEN, Grenoble) : *Transports ioniques mitochondriaux.*

K. Zakrzewska (Inst. de biologie physicochimique, Paris) : *Le potentiel électrostatique moléculaire à la surface de mono et bicouches phospholipidiques.*

Comité d'organisation

P. Ascher (Neurologie, ENS, Paris); D. Gautheron (Biologie des membranes, Lyon); M. Ptak (Biophysique moléculaire, CNRS, Orléans); A. Pullmann (Biologie physico-chimique, Paris); E. Shechter (Biomembranes, Orsay); G. Spach (Biophysique moléculaire, CNRS, Orléans), Président; C. Troyanowski, Secrétaire général.

Propositions de communications

Titre + résumé de 200 à 300 mots, à adresser le plus rapidement possible à la Société de Chimie physique, 36^e Réunion internationale, 10, rue Vauquelin, F 75231 Paris Cedex 05. Tél. (1) 707.54.48.

G.A.M.S.

Commission « Chromatographie »

La Commission se réunira, le **mercredi 3 mars 1982**, à 14 h, à l'École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles (Amphithéâtre Paul Langevin, Escalier N, 2^e étage), 10, rue Vauquelin, Paris (5^e).

Thème : Récents développements dans l'identification et l'analyse des hydrocarbures aromatiques polynucléaires par chromatographie.

14 h, *Applications du couplage C.L.H.P. — spectrofluorimétrie U.V. à l'identification et aux dosages de traces d'hydrocarbures aromatiques polynucléaires dans des matrices hydrocarbonées complexes*, par J. M. Colin et J. Vion (Total, Compagnie Française de Raffinage, Centre de Recherches, Harfleur).
14 h 45, *Identification et analyse des HAP dans la matière vivante par les méthodes chromatographiques haute performance en phase gazeuse et liquide*, par F. Berthou et

M. P. Friocourt (Laboratoire de chromatographie, Faculté de Médecine, Université de Bretagne Occidentale, Brest).

15 h 30, *Concentration et analyse des hydrocarbures polyaromatiques dans des produits pétroliers par chromatographie liquide-liquide*, par N. Petroff, J. P. Durand (Institut Français du Pétrole, Rueil-Malmaison).

16 h 15, *Étude d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) extraits de pétroles et de sédiments par un protocole CLHP à deux étapes (—NH₂, puis —C 18). Analyse des HAP par spectrophotométrie et par spectrofluorimétrie conventionnelle. Apport comparé des techniques de spectrofluorimétrie haute résolution à 15 K en matrice de n-alcane et du couplage chromatographique en phase gazeuse sur colonne capillaire — spectrométrie de masse — ordinateur pour l'identification et le dosage d'HAP dans la*

série des isomères monométhyl-phénanthrène. Autres exemples, par M. Ewald*, P. Garrigues*, J. Bellocq*, M. Lamotte*, J. Rima*, A. Veyres*, R. Lapouyade**, J. Jousot-Dubien* et G. Bourgeois***. (* Laboratoire de chimie physique A, ** Laboratoire de chimie organique, ERA du C.N.R.S. n° 167, Université de Bordeaux I, 351, cours de la Libération, 33405 Talence Cedex et *** Centre d'Étude Structurale et d'Analyse des Molécules Organiques, Université de Bordeaux I, 351, cours de la libération, 33405 Talence Cedex.)

17 h, *Analyse de traces d'hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les eaux : efficacité de la séparation sur diverses colonnes en phase inverse*, par C. Cavelier et L. Vivien (Compagnie Générale des Eaux, 52, rue d'Anjou, 75384 Paris).

Commission « Spectrométrie de masse »

Physicochimie des ions organiques en phase gazeuse

La seconde journée de la Commission se tiendra, le **lundi 15 mars 1982**, à l'École Polytechnique (Amphithéâtre Carnot), Route de Saclay, Palaiseau.

Thème : Applications de la théorie statistique aux fragmentations des molécules.

9 h 30, E. Klots (Health Physics Division, Oak Ridge National Laboratory, Tennes-

see) : *État actuel des théories statistiques des réactions unimoléculaires.*

11 h, M. T. Bowers (University of California, Santa Barbara, Dept of Chemistry) : *Distribution de l'énergie cinétique au cours d'une fragmentation.*

13 h, Déjeuner au self de l'École Polytechnique.

14 h, R. Botter (C.E.A., C.E.N. Saclay) : *Formation d'ions d'énergie interne définie : méthodes, temps d'observation et durée de vie.*

15 h 30, T. Baer (University of North California, Chapel Hill, Dept of Chemistry) : *Photoelectron — photoion coincidence (P.I.P.E.C.O.).*

N. B. : Nous rappelons que la participation à cette journée est gratuite pour les membres du G.A.M.S. Elle est de 150 F (TTC) pour les non-membres.

Renseignements : G.A.M.S., 88, boulevard Malesherbes, 75008 Paris. Tél. : 563-93-04.

Groupe régional G.A.M.S.-Ouest

Journées des 30 et 31 mars 1982

Le Groupe régional Ouest du G.A.M.S., en collaboration avec le Centre de recherches de l'I.N.R.A. à Nantes, organise à Nantes, les **30 et 31 mars 1982**, deux journées sur le thème : **Méthodes physico-chimiques d'étude de la structure des systèmes biologiques. Applications au domaine agro-alimentaire.** Ces journées auront lieu à l'E.N.I.T.I.A., rue de la Géraudière, à Nantes. Elles feront suite à celles qui avaient été organisées à Rennes, en 1979 et 1981, sur le thème des méthodes d'analyse physico-chimiques dans le domaine agro-alimentaire. Elles comporteront :

1. des conférences d'une heure ayant le caractère de synthèses ou de mises au point. Actuellement, trois conférences sont déjà prévues sur les thèmes suivants :

● *Diffraction des rayons X et diffraction*

électronique par M. Buléon (I.N.R.A., Nantes).

● *Les applications de la microscopie électronique par transmission et par balayage*, par M. Gallant (I.N.R.A., Nantes).

● *Les applications de la RMN dans le domaine des polysaccharides*, par M. Gagnaire (C.E.R.M.A.V., Grenoble).

2. des communications de 30 minutes, pour lesquelles il est fait appel par le présent avis, qui porteront sur des applications particulières de méthodes telles que la diffraction des rayons X, la diffraction électronique, la microscopie électronique par transmission et par balayage, la micro-analyse, la RMN, les méthodes rhéologiques, etc.

Pour l'inscription définitive, s'adresser à M. J. Lefebvre, I.N.R.A., rue de la Géraudière, 44072 Nantes Cedex.

Le programme définitif sera disponible au G.A.M.S. début mars.

Conditions d'inscription : Les frais d'inscription seront gratuits pour les personnes appartenant à des organismes membres du G.A.M.S., et de 150 F HT + 17,6 % de TVA, par journée et par personne pour les participants non adhérents au G.A.M.S. Le règlement des frais de participation doit être effectué, par chèque bancaire ou postal (CCP n° 7114-41 L Paris), à l'ordre du G.A.M.S., 88, boulevard Malesherbes, 75008 Paris.

Pour tout autre renseignement, s'adresser à M. G. Bouvy, C.N.E.T., B.P. 40, 22301 Lannion (Tél. : (96) 38-26-55) ou M. J. Lefebvre, I.N.R.A., rue de la Géraudière, 44072 Nantes Cedex. Tél. : (40) 76-23-64.

MESUCORA (Décembre 1982)

Journées du G.A.M.S. des 6 et 7 décembre 1982

Nous rappelons que le Congrès MESUCORA se tiendra les 6 et 7 décembre 1982 et consacrera :

● une journée au thème : *L'informatique au service de l'analyste.*

● une journée au thème : *Méthodes modernes d'analyse chimique de surface.*

Les personnes désirant présenter leurs travaux dans ces domaines sont priées de

se faire connaître au plus tôt, la date limite étant le **1^{er} avril 1982**, en faisant parvenir leurs références et le titre de leur communication, au G.A.M.S., 88, boulevard Malesherbes, 75008 Paris. Tél. : 563-93-04.

75 Groupe « Informatique et automatisation en chimie industrielle

Colloque Informatique et chimie industrielle, 11 mars 1982, Paris.

75 Fédération Européenne du Génie Chimique

Symposium international « Energie et économie : matériaux et ingénierie », 12-15 octobre 1982, Londres.

4^e Symposium international sur la prévention des pertes et les progrès réalisés dans l'industrie de transformation, 12-16 septembre 1983, Harrogate, Angleterre.

76 Fédération Européenne de la Corrosion

Les effets de charges cycliques de faibles fréquences dans les fractures sensibles du milieu, 9-11 mars 1982, Milan.

76 Sommaire de la revue *Analysis*

- 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.

- Recueil des communications :

Le génie chimique et le stockage de l'énergie,

8-9 décembre 1980, Paris.

Prix du recueil : 200 F.

- Recueil des communications :

Le bois, matière première pour l'industrie chimique,

3-5 juin 1981, Grenoble.

Prix du recueil : 150 F.

- Recueils des communications (versions abrégées) :

27^e Symposium international sur les macromolécules, Macro 1981,

6-9 juillet 1981, Strasbourg.

Prix des recueils (deux volumes de 1 397 pages) : 250 F + frais de transport avion pour les pays non européens.

- Recueil des communications :

Journées européennes sur la fluidisation,

24-25 septembre 1981, Toulouse.

Prix du recueil : 200 F (en voie d'épuisement).

S'adresser à la Société de Chimie Industrielle,
28, rue Saint-Dominique;
75007 Paris.

Tél. : 555-69-46.

Groupe « Informatique et automatisation en chimie industrielle »

Colloque Informatique et chimie industrielle

Jeudi 11 mars 1982, Paris.

Le Groupe de travail « Informatique et automatisation en chimie industrielle » de la Société de Chimie Industrielle organise, le jeudi 11 mars 1982, à la Maison des Ingénieurs et Scientifiques de France (19, rue Blanche, 75009 Paris), un Colloque consacré à l'informatique et à la chimie industrielle.

Programme

- 9 h : accueil des participants.
9 h 30 : présentation du Colloque par le Professeur H. Brusset.
9 h 45 : Standardisation des logiciels pour micro-ordinateurs :
- Logiciels d'analyse de données multidimensionnelles sur micro-processeur (L.A.A.S., Toulouse),
 - Constitution d'un répertoire des progiciels pour micro-ordinateur (B.S.N., Boussois),
 - Efforts internationaux pour la normalisation d'un BASIC industriel (I.R.I.S., Villeneuve d'Ascq),
 - Rôle des sociétés d'ingénierie dans la mise en œuvre des systèmes d'informatique industrielle (Heurtey-Industries, Paris).

12 h 30 : déjeuner en commun.

14 h : *Système de contrôle-commande multiséquentiel appliqué à l'automatisation d'une unité de reformage catalytique* (I.F.P., Rueil-Malmaison).

14 h 45 : discussion générale sur les logiciels pour micro-ordinateurs.

15 h 45 : Table-ronde sur l'évaluation des produits-programme de « flowsheeting », animée par M. M. Bignon.

17 h 15 : conclusions sur le Colloque.

Renseignements

Les frais de participation s'élèvent à 350 F, y compris le déjeuner pris sur place à la Maison des I.S.F.

Pour toutes informations complémentaires, s'adresser à la Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris.
Tél. : (1) 555.69.46.

Fédération Européenne du Génie Chimique

Symposium international « Énergie et économie : matériaux et ingénierie »

12-15 octobre 1982, Londres (Angleterre)

Ce Symposium international, qui a pour thème : Énergie et économie : matériaux et ingénierie, se tiendra à l'hôtel Hilton de Londres, du 12 au 15 octobre 1982. Il fait partie des manifestations organisées par l'Institution of Chemical Engineers pour marquer le double anniversaire célébré en 1982 (60^e anniversaire de sa fondation et 25^e anniversaire de l'octroi de son statut).

Le Symposium est organisé par l'ICChemE (Institution of Chemical Engineers), en coopération avec l'AIChE (American Institute of Chemical Engineers) et le DVCV (Deutsche Vereinigung für Chemie- und Verfahrenstechnik). Il est également la 267^e manifestation de la Fédération Européenne du Génie Chimique.

Un appel aux communications a été lancé pour les six thèmes retenus par le Comité scientifique (date limite d'envoi des résumés : 1^{er} mars 1982) :

- Thermodynamique et économie, existe-t-il un conflit ? (conférence plénière : Sir William Hawthorne, Cambridge, Grande-Bretagne).

- Retenue économique et application de l'énergie, (conférence plénière : Dr L. O. Stine, Universal Oil Products, U.S.A.).

- Point de vue génie chimique du flux de l'énergie/stockage de l'énergie, (conférence plénière : Dr G. Alefeld, Munich, R.F.A.).

- Énergie et le milieu, (conférence plénière : Dr J. F. Mathis, Exxon Chemical Cy, U.S.A.).

- Conversion de l'énergie, problèmes de génie chimique, (conférence plénière : Dr Teggers, Rheinische Braunkohle, R.F.A.).

- Bioénergie, (conférence plénière : R.G.H. Prince, Sydney, Australie).

Renseignements

The Institution of Chemical Engineers, Dept. FMD, 165-171, Railway Terrace, Rugby CV21 3HQ, Grande-Bretagne.

4^e Symposium international sur la prévention des pertes et les progrès réalisés dans l'industrie de transformation

12-16 septembre 1983, Harrogate, Angleterre

Ce 4^e Symposium, qui se tiendra conjointement avec le 8^e Symposium sur les dangers dans les procédés chimiques, est organisé à Harrogate, en Angleterre, du 12 au 16 septembre 1983, par l'Institution of Chemical Engineers, avec la participation de la Royal Institution of Naval Architects ; c'est, également, la 290^e manifestation de la Fédération Européenne du Génie Chimique.

Un appel aux communications a été lancé, en particulier pour les thèmes suivants : cas réels et données récentes, réactions embalées, dégagement de gaz toxiques ou inflammables, dispersion des gaz, phénomènes des explosions, protection en cas d'explosion, propriétés des matériaux et méthodes d'essais, transport et mani-

pulation des produits chimiques dangereux par mer et par voie terrestre, entretien et visite d'entretien, facteurs humains, enseignement et formation continue, identification des dangers et analyse des risques.

Les résumés des communications doivent parvenir à Mr B. M. Hancock avant le 15 mai 1982.

Renseignements

Mr B. M. Hancock, Dept. LP4, Institution of Chemical Engineers, George E. Davis Building, 165-171 Railway Terrace, Rugby CV21 3HQ, Grande-Bretagne.

Fédération Européenne de la Corrosion

Les effets de charges cycliques de faibles fréquences sur les fractures sensibles du milieu

9-11 mars 1982, Milan (Italie)

Cette 113^e manifestation de la Fédération Européenne de la Corrosion est organisée par le Groupe de travail « Méthodes d'essais de la corrosion sous tension » de la Fédération et par le Centre de la Corrosion de l'Association Italienne de la Métallurgie.

Elle se tiendra, du 9 au 11 mars 1982, à Milan (Italie).

Renseignements

Associazione Italiana di Metallurgia, Piazzale Rodolfo Morandi, 2, 20121 Milano, Italie.

Sommaire de la revue *Analisis*

Vol. 9, n° 10, décembre 1981

Dosage des micropolluants minéraux des eaux (Cu, Pb, Cd, Zn) par voltampérométrie de redissolution anodique impulsionnelle sur électrode tournante à film de mercure, par M. Bouzanne.

Cette méthode paraît particulièrement bien adaptée aux dosages des micropolluants des eaux.

Application des techniques chromatographiques à haute performance au dosage des hydrocarbures dans les organismes marins, par M. P. Friocourt, F. Berthou, Y. Dreano, M. Marchand.

Les problèmes abordés concernent l'influence de la sélectivité de la phase liquide sur la séparation des hydrocarbures et le choix d'étalons internes permettant une quantification aisée, aussi exacte que possible.

Enrichissement d'un échantillon pour le dosage automatique de traces par chromatographie en phase gazeuse, par B. Gilot, P. Nak Pi Pat, R. Guiraud.

Plusieurs méthodes sont présentées succinctement; la réalisation pratique d'un appareil automatique est présentée en détails.

Étude analytique de la stéréorégularité des polystyrènes : influence de la nature de l'espèce active et mécanisme de polymérisation, par S. Raynal, J. Sledz, S. Surpano, J. Lacoste, F. Schué.

La stéréorégularité de polystyrènes, obtenus avec les contre-ions lithium, sodium, potassium, rubidium et césium dans différents solvants par RMN du C 13, a été étudiée.

Dosage par fluorescence X des aérosols atmosphériques : détermination des facteurs de correction, par C. Élichegaray, A. Dutot, B. Grubis, R. Vie le Sage.

Une méthode est proposée pour une détermination rapide des facteurs de correction géométrique par recours à une autre technique analytique : l'absorption atomique.

Application de l'analyse multidimensionnelle à un cas d'analyse bromatologique. L'étude des eaux-de-vie de l'Est de la France, par D. Wencker, M. Louis, A. Patris, P. Laugel, M. Hasselmann.

Les compositions en alcools supérieurs (butanol-1 et 2, méthyl-2 propanol-1, méthyl-2 et 3 butanol-1) de 229 eaux-de-vie fabriquées dans l'Est de la France ont été déterminées selon les méthodes officielles françaises publiées en 1973.

Détermination of tetrathionate, thiosulphite and hydrogenosulphite in mixtures, par K. K. Verma, A. K. Gulati.

Des méthodes d'analyses des mélanges de tétrathionate, thiosulfate et hydrogénosulfite sont présentées.

Recherche des traces de plomb dans les aliments conditionnés en boîtes métalliques, par C. Mergey, R. Allouf.

Diverses améliorations des méthodes de détermination du plomb utilisées par la plupart des laboratoires américains officiels ou professionnels sont proposées. Ce protocole a été appliqué au contrôle de la teneur en plomb des conserves disponibles dans le commerce.

Analyse des dérivés de méthylation du thiopental par l'hydroxyde de triméthylanilinium, par Ch. Jarry, G. Bourgeois, O. Faure, A. Brachet-Liermain.

Note de laboratoire.

Société Chimique de France

Réunions

Division Chimie organique

Journée parisienne du mercredi 17 mars 1982

La Journée parisienne de la Division, prévue pour favoriser les contacts entre chimistes organiciens et électrochimistes organiciens, se tiendra dans l'amphithéâtre A de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris, 11, rue Pierre-et-Marie Curie, Paris (5^e).

Au cours de cette Journée, seront présentées les conférences suivantes :

- 9 h 15, S. Torii (Okayama) : *Potentialities of electroorganic synthesis in fine chemistry* :
- 11 h, P. Martigny, J. Simonet (Université de Rennes) : *Électrosynthèse organique par voie indirecte et transfert d'électrons en phase homogène*.
- 11 h 45, F. Petit (E.N.S.C., Lille) :

Utilisation de l'électrochimie en synthèse organique catalytique.

- 14 h 15, R. E. Greene (Université de Grenoble) : *L'application de la méthode d'annulation de 3 carbones à la synthèse de membres de la famille de l'Hirsutane.*
- 15 h, J. P. Battioni (E.N.S., Paris) : *Intervention de processus monoélectronique et formation de liaison Fe - C au cours du métabolisme de divers substrats par les complexes biologiques du fer.*
- 15 h 45, M. Crozet (Université de Marseille) : *Composés nitroso et réactions de transfert monoélectronique. Résultats récents dans le domaine des hétéronitroxydes.*
- 16 h 30, H. G. Viehe (Université de Louvain-la-Neuve) : *Synthesis with radicals and radicophiles.*

Communiqués

Division Chimie de coordination

Chimie moléculaire des métaux de transition, réalisations et tendances nouvelles

Une réunion sur ce thème aura lieu à l'Université Louis-Pasteur, à Strasbourg, les **mercredi 9 et jeudi 10 juin 1982**.

Différents aspects : synthèse et réactivité, aspects théoriques, catalyse, modèles bioinorganiques, propriétés des matériaux seront abordés.

Conférenciers : R. Chevrel, D. Grandjean, H. Kagan, J. M. Lehn, F. Mathey, R. Poilblanc, J. Riess, J. Tirouflet, C. Moïse, I. Tkatchenko, A. Veillard et R. Weiss.

Fiche d'inscription à la fin de cette rubrique.

Division Chimie du solide

Perspectives. Programme d'activités

La Société Chimique de France doit représenter un lieu idéal d'animation et de discussions scientifiques. Peut-être faudrait-il dire « devrait représenter » tant il est vrai que dans notre discipline beaucoup parmi les plus jeunes de nos collègues ont pris l'habitude d'aller chercher ailleurs, ou d'organiser ailleurs, ce qui devrait normalement s'y trouver. Cette situation est profondément anormale et se singularise en tous cas fortement par rapport à ce que la plupart d'entre nous savent de l'activité de Sociétés telles que l'American Chemical Society ou la Chemical Society of Japan.

La Division Chimie du solide s'active à mettre au point un important programme pour les trois années à venir. Les propositions que nous pouvons faire souhaitent répondre à trois objectifs :

- assurer un lien étroit avec les autres Divisions de la Société par le biais de colloques d'intérêt commun.
- organiser des séminaires de niveau élevé, avec conférenciers étrangers sur des sujets très précis, et donc bien délimités, en relation éventuellement avec la physique ou les sciences de la Nature.
- faire le point sur quelques concepts d'actualité en prévoyant, à chaque fois, une journée d'explication et de discussions.

Ces divers aspects s'introduisent et se justifient tout à la fois par

eux-mêmes. Quelques mots cependant pour en expliciter le contenu.

Avec l'accord des autres Présidents de Divisions, la réunion annuelle pourrait se dérouler sous la forme d'une série de colloques parallèles. Chaque Division pourrait retenir un ou plusieurs thèmes qui lui seraient propres et proposer des thèmes communs. Les exemples de thèmes à traiter ensemble ne manquent pas ! Si nous envisageons, par exemple, un titre tel que « Le cluster en chimie », il est clair que les chimistes de coordination se sentent concernés, mais aussi les solidistes, et que dire des chercheurs de la catalyse, des théoriciens qui tenteront d'exprimer les niveaux de population électronique, etc. Pourquoi d'ailleurs se limiter, dans ce cas, à la chimie alors que l'on sait, depuis peu, qu'il existe un lien avec les propriétés supraconductrices. Si nous parlons de conducteurs de basse dimensionnalité, organiciens, minéralistes et chercheurs relevant de la Société de Chimie Physique sont également concernés. Mais, là encore, les physiciens doivent participer. Chacun pourra ainsi multiplier les exemples et nous verrons d'ailleurs que toute proposition pourra être accueillie, discutée et éventuellement retenue. Les mérites de cette façon de faire sont nombreux. Peut-être réapprendrons-nous à parler le même langage, ou en tous cas accepterons-nous mieux le langage des autres. Mais, surtout, la mise en commun d'approches différentes

de problèmes souvent identiques devrait être largement bénéfique pour tous. Une meilleure connaissance *réelle* de ce que fait chacun est aussi quelque chose de très important.

En dehors de ces colloques « unificateurs », la Division peut en organiser d'autres qui ne le sont sans doute pas moins, mais qui toucheraient essentiellement aux liens que la chimie du solide peut avoir avec des disciplines voisines telles que la physique des solides bien sûr, mais aussi la biologie, la géologie, la minéralogie. La réunion « Conducteurs ioniques » organisée en mars dernier avec la Société Française de Minéralogie, entre dans ce cadre.

La troisième proposition est moins facile à cerner, peut-être parce qu'elle est plus originale. Notre curiosité est sans cesse sollicitée par de nouveaux concepts dont nous entendons parler, le plus souvent par des théoriciens. Faute de discussions approfondies avec des personnes bien averties des problèmes en question, nous n'en aurons peut-être qu'une vision bien superficielle, c'est-à-dire le plus souvent erronée. Et puis, un jour, quelqu'un de mieux informé réussira ailleurs la préparation du composé propre à illustrer ce concept que l'on regardait avec quelque mépris, peut-être, pour cacher son ignorance. On le regrettera, mais il sera trop tard ! Il nous semble utile que soient organisées des journées quelque peu « philosophiques », ou, en tous cas, des débats d'idées autour de thèmes tels que : *la frustration, la percolation, la non-commensurabilité, l'espace fractal et les interfaces, les ondes de densité, etc.*

Concrètement, comment mettre en œuvre ce programme ? La réunion annuelle de la Société Chimique de France aura lieu cette année à Paris, en septembre. Notre Division sera concernée par deux colloques :

● **Les composés à valence mixte** : colloque devant associer les solidistes aux analystes et aux chimistes de coordination. Des chercheurs de la Société de Chimie Physique devraient également y participer et des physiciens seront invités. Un programme détaillé sera bientôt proposé, avec déroulement des deux journées et annonce des conférences générales (mercredi 15 et jeudi 16 septembre).

● **Zéolites et catalyse**. Nous ne sommes pas « maître d'œuvre » de ce colloque dont cependant l'intérêt est très grand au niveau des matériaux. Nous y participerons activement.

Le vendredi 17 septembre, une demi-journée sera consacrée à une discussion des thèmes de recherche en chimie du solide. Il s'agit d'un travail de réflexion critique et de prospective auquel nous devrions tous participer. Au cours de cette demi-journée, assez semblable à celle qui termine habituellement les séminaires « Galerne », on pourrait proposer les thèmes préférentiels de colloques et de journées spécialisées pour 1983 et discuter de prospective en chimie du solide.

Dès cette année, un colloque spécialisé sur la « Caractérisation des matériaux » est proposé, en novembre 1982. Organisé par le Vice-

Président P. Caro, conjointement avec la Société Française du Vide, il se déroulera à Bellevue et aura pour thème : « *Les méthodes récentes de caractérisation des matériaux* ».

N'oublions pas non plus que la Division Chimie du solide se doit de continuer à marquer son intérêt pour les réunions internationales initiées par son premier Président. La prochaine de ces réunions aura lieu à Eindhoven, en juin 1982. Toutes ces décisions ont été prises récemment. J'attends beaucoup des discussions du vendredi 17 septembre. Quelques propositions peuvent être par exemple :

Pour des colloques communs avec d'autres Divisions :

- Le cluster en chimie.
- Systèmes à valences-mixtes et degrés d'oxydation inusuels des éléments de transition, lanthanides et actinides.
- Conducteurs de basse dimensionnalité.
- Chimie d'intercalation.
- Nouveaux générateurs électrochimiques.
- Interactions magnétiques de basse dimensionnalité.
- Processus de photodécomposition de l'eau, photo-électrointercalation, etc.
- Milieux et surfaces superacides et superbasiqes.
- Composés à courte durée de vie.
- Zéolites, catalyse.

Pour des colloques particuliers à la chimie du solide :

- Les matériaux supraconducteurs.
- Chimie du solide à basse température, réactions topotactiques.
- Désintercalation, échange - recondensation.
- Catalyse et microscopie électronique.
- Verres et amorphes.
- Le point sur les conducteurs ioniques.
- Degrés d'oxydation inusuels des éléments de transition.
- Matériaux composites.
- La situation en stockage chimique de l'énergie.
- Matériaux pour l'optique, pour les communications.

Pour des Journées :

- Problèmes de non-commensurabilité en chimie.
- Structures modulées.
- Frustration - percolation.
- Fluctuations de la liaison métallique.
- Les gels.
- Application des théories de l'espace fractal.

J'espère que vous répondrez nombreux à ce désir d'ouverture et que vous le conforterez par une présence active marquée par des suggestions originales.

Le Président de la Division, Jean Rouxel.

Journées de chimie moléculaire

Strasbourg, 9 et 10 juin 1982

Fiche d'inscription *

Nom et prénom (en capitales) :

Adresse :

.....

Tél. :

Fonction :

● participera aux Journées de chimie moléculaire qui se tiendront, les 9 et 10 juin, à l'Université Louis-Pasteur de Strasbourg

● verse au titre des frais de participation la somme de **

50 F (membres de la S.C.F.)

200 F (non membres)

● désire être logé à la Cité Universitaire

(25 F la nuit pour un étudiant, 50 F pour un chercheur salarié)

Total :

● désire recevoir la documentation du syndicat d'initiative pour être logé à l'hôtel : oui non

Signature :

* A renvoyer, avant le 30 avril 1982, à Michel Pfeffer, Institut Le Bel, 4, rue Blaise-Pascal, 67000 Strasbourg.

** Chèque au nom de : Professeur J. Dehand.



DEMANDE D'ADHÉSION

Je demande mon adhésion au titre de Membre de la Société Chimique de France

Nom et Prénom : (M. Mme Mlle en capitales) _____

Titres et diplômes universitaires : _____

Adresse (à laquelle je désire recevoir les informations de la société) _____

Activités professionnelles : _____

A _____ le _____ 198

Signature du demandeur

Je désire adhérer : (cochez les cases choisies)

- à la Division Chimie analytique et chimie des solutions.
- à la Division Chimie de coordination.
- à la Division Chimie du solide et métallurgie.
- à la Division Chimie organique.
- à la Division Enseignement de la chimie.

PRIÈRE DE MENTIONNER EN SOULIGNANT D'UN TRAIT LA DIVISION SPÉCIALISÉE À LAQUELLE VOUS SOUHAITEZ ADHÉRER EN PRIORITÉ AFIN D'ÊTRE INSCRIT SUR LA LISTE DES ADHÉRENTS POUVANT VOTER LORS DU RENOUVELLEMENT DU PRÉSIDENT ET DU BUREAU DE CETTE DIVISION.

Prière de m'inscrire à la Section Régionale de :
(lieu géographique où s'exercent mes activités professionnelles).

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Alpes | <input type="checkbox"/> Bretagne - Pays de Loire | <input type="checkbox"/> Nord - Pas-de-Calais |
| <input type="checkbox"/> Alsace - Mulhouse | <input type="checkbox"/> Champagne - Ardennes | <input type="checkbox"/> Normandie (Basse) - Sarthe |
| <input type="checkbox"/> Alsace - Strasbourg | <input type="checkbox"/> Centre | <input type="checkbox"/> Normandie (Haute) |
| <input type="checkbox"/> Aquitaine | <input type="checkbox"/> Languedoc- Roussillon | <input type="checkbox"/> Poitou - Charentes - Limousin |
| <input type="checkbox"/> Auvergne | <input type="checkbox"/> Lorraine | <input type="checkbox"/> Provence - Alpes - Côte d'Azur |
| <input type="checkbox"/> Bourgogne - Franche-Comté | <input type="checkbox"/> Midi - Pyrénées | <input type="checkbox"/> Rhône |

Voir au verso les conditions d'adhésion et les prix d'abonnements préférentiels consentis à nos Membres pour les diverses publications de la Société.

BARÈME DES COTISATIONS ET ABONNEMENTS APPLIQUÉS PAR LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

cochez les cases ci-dessous en fonction des options choisies

COTISATION

Personnes Physiques

| | | | | |
|--|---|------------|--------------------------|---|
| PLEIN TARIF | F | 130 | <input type="checkbox"/> | 1 |
| DEMI-TARIF ÉTUDIANT (*) | F | 65 | <input type="checkbox"/> | 2 |
| DEMI-TARIF RETRAITÉ (**) | F | 65 | <input type="checkbox"/> | 3 |
| TARIF CONJOINT 2 ^e ADHÉSION | F | 50 | <input type="checkbox"/> | 4 |

Personnes Morales

| | | | | |
|----------------|---|------------|--------------------------|---|
| FRANCE | F | 130 | <input type="checkbox"/> | 5 |
| ÉTRANGER | F | 130 | <input type="checkbox"/> | 6 |

ABONNEMENT A L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

Personnes Physiques

| | | | | |
|--------------------------------|---|------------|--------------------------|---|
| PLEIN TARIF | F | 250 | <input type="checkbox"/> | 1 |
| DEMI-TARIF ÉTUDIANT (*) | F | 125 | <input type="checkbox"/> | 2 |
| DEMI-TARIF RETRAITÉ (**) | F | 125 | <input type="checkbox"/> | 3 |

Personnes Morales

| | | | | |
|----------------|---|------------|--------------------------|---|
| FRANCE | F | 250 | <input type="checkbox"/> | 4 |
| ÉTRANGER | F | 300 | <input type="checkbox"/> | 5 |

| | | | | |
|---|---|------------|--------------------------|---|
| FRAIS COMPLÉMENTAIRES POUR ENVOIS DES PÉRIODIQUES AUX MEMBRES RÉSIDANT A L'ÉTRANGER.F | | 150 | <input type="checkbox"/> | 1 |
| FRAIS COMPLÉMENTAIRES POUR CHANGEMENT D'ADRESSE | F | 10 | <input type="checkbox"/> | 2 |

ABONNEMENT AU BULLETIN DE LA S.C.F.

Personnes Physiques

| | | | | |
|-------------------------|---|------------|--------------------------|---|
| PARTIE 1 | F | 200 | <input type="checkbox"/> | 1 |
| PARTIE 2 | F | 200 | <input type="checkbox"/> | 2 |
| LES DEUX ÉDITIONS | F | 400 | <input type="checkbox"/> | 3 |

Personnes Morales

| | | | | |
|----------------------------------|---|------------|--------------------------|---|
| LES DEUX ÉDITIONS : FRANCE | F | 580 | <input type="checkbox"/> | 4 |
| « « ÉTRANGER | F | 870 | <input type="checkbox"/> | 5 |

ABONNEMENT AU JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH

Personnes Physiques

| | | | | |
|---------------------|---|------------|--------------------------|---|
| PARTIE S | F | 190 | <input type="checkbox"/> | 1 |
| PARTIE S + MF | F | 510 | <input type="checkbox"/> | 2 |
| PARTIE S + MP | F | 510 | <input type="checkbox"/> | 3 |

Personnes Morales

| | | | | |
|-------------------------------|---|--------------|--------------------------|---|
| PARTIE S + MF | F | 1380 | <input type="checkbox"/> | 4 |
| PARTIE S + MP | F | 1380 | <input type="checkbox"/> | 5 |
| CARNET(S) de 10 coupons | F | 170 x | <input type="checkbox"/> | 9 |

Les abonnés personne morale peuvent acquérir des abonnements supplémentaires aux diverses éditions de cette publication aux conditions suivantes :

| | | | | |
|-----------------|---|------------|--------------------------|---|
| PARTIE S | F | 205 | <input type="checkbox"/> | 6 |
| PARTIE MF | F | 205 | <input type="checkbox"/> | 7 |
| PARTIE MP | F | 205 | <input type="checkbox"/> | 8 |

MONTANT DE VOTRE RÈGLEMENT : F

MODE DE RÈGLEMENT : — Par chèque bancaire à l'ordre de la S.C.F.
— Par chèque ou virement postal (C.C.P. 280 28 W Paris).

(*) Cotisation et abonnement à L'actualité chimique réservés aux étudiants préparant un Doctorat d'état (fournir annuellement une attestation de l'Université).

(**) Cotisation et abonnements réservés aux Membres n'exerçant plus d'activité professionnelle.

IMPORTANT

Cette demande d'adhésion doit être retournée au Secrétariat Exécutif de la S.C.F., 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris, accompagnée du règlement correspondant aux options choisies.

Demandes et offres diverses

● A vendre, Bulletin de la S.C.F., reliés de 1949 à 1971, soit au total 39 vol. excellent état, prix à débattre. Écrire à Y. Trambouze, Institut de Recherche sur la catalyse, 2, avenue Albert-Einstein, 69626 Villeurbanne Cedex.

● Ingénieur chimiste organicien, diplômé ESCOM, 4 ans exp. en synthèse chimie fine pharmaceutique, connaissance méthodologie des plans d'expérience. Anglais courant, recherche poste Recherche en labo synthèse ou pilote; France entière. Écrire à J. P. Beau, 161, bd Lefebvre 75015 Paris. Tél. : 531.34.49.

● Docteur ès sciences (Chimie organique), ancienne Chargée de Recherche au C.N.R.S. cherche travail dans l'enseignement ou la documentation. Accepterait travail à mi-temps.

Monique Toussig, 22 bis, allée Victor-Basch, 94170 Le Perreux. Tél. : 871.18.99.

● J. F., 24 ans, ingénieurs chimiste ENSC Lille, débutante, recherche poste ingénieur

dans entreprise française ou étrangère. Écrire à Mlle Stab, 8, rue Beethoven, 57200 Sarreguemines. Tél. : (8) 795.22.83.

● Maître-assistant de chimie à Paris VI, cherche échange avec collègue de Montpellier, Tours ou Avignon. Écrire à Mme Besseyre, laboratoire de chimie organique de synthèse, Université Pierre et Marie Curie, 8, rue Cuvier, 75005 Paris, qui transmettra.

● A vendre Thermobalance sous vide avec baie de mesure et de programmation de température. Écrire à J. F. Koenig, Laboratoire d'électrochimie et chimie physique du corps solide, 4, rue Blaise-Pascal, 67000 Strasbourg. Tél. : (88) 61.48.30, poste 378.

● J. F., 23 ans, Maîtrise de Sciences et Techniques, génie sanitaire et environnement, actuellement en perfectionnement (D.E.S.), recherche emploi, intéressée par tous les travaux concernant l'environne-

ment, plus particulièrement les problèmes liés à l'eau. Écrire : Mlle Lemore, 120, avenue Victor-Hugo, 92170 Vanves.

● A céder Chemical Abstracts.

1. Collection complète avec Index, non reliée (1948-1960).
2. Index reliés : sujets, auteurs, formules (1958 à 1976). Les lots peuvent être détaillés et cédés par volume. Tél. : 329.12.11, Poste 22-93.

● J. H., 23 ans, ing. chim. option agrochimie, ENSC Rennes, anglais scol., libéré O.M., cherche premier emploi dans les secteurs analyse, recherche appliquée, développement toute région, étranger. Écrire ou téléphoner à Société Chimique n° 279.

● Technicienne chimiste CNRS 3B, en poste dans région Ouest, cherche agent CNRS de qualification analogue en région parisienne, pour permutation. Écrire à Société chimique n° 280.

Table des annonceurs

| | | | |
|----------------------------------|----------|-------------------------------|----------|
| ENERGEIA | Couv. II | CHEMISCHE RUNDSCHAU | 42 |
| GUIDE DE LA FILTRATION | 4 | PROLABO | 51 |
| S.P.I. | 6 | S.C.F. | 67 |
| CONCOURS LA VILLETTE | 10 | C.N.R.S. | 70 |
| HELVETICA CHEMICA ACTA | 41 | J.C.R. | Couv. IV |
| VOYAGES PUTHET S.A. | 42 | | |

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. 325.20.78)