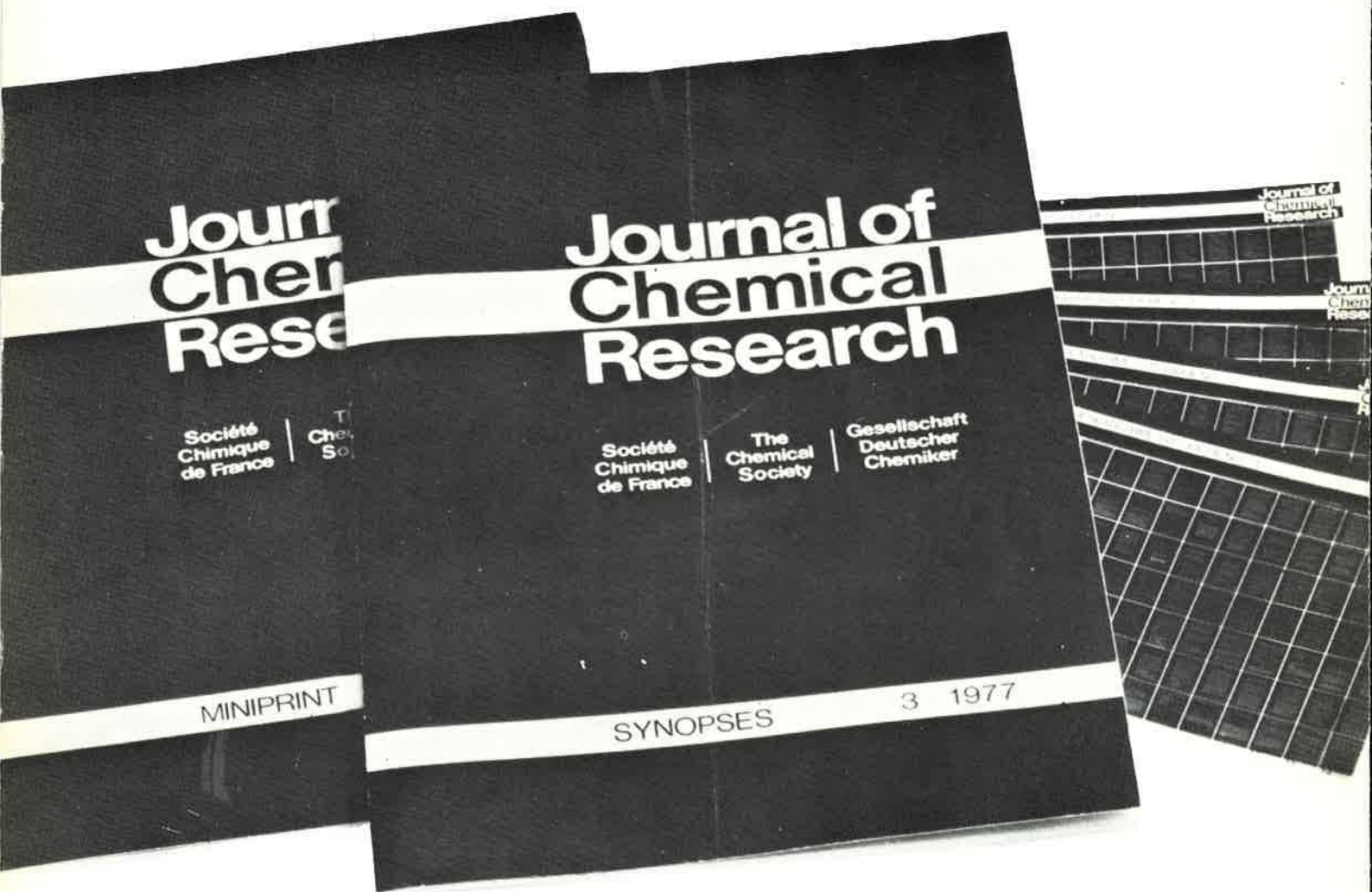


l'actualité chimique

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

Une innovation
dans l'édition scientifique

Journal of Chemical Research



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

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

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

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

l'actualité chimique

Directeur de la publication

Fernand Gallais
Président de la S.C.F.

Comité de Rédaction

Robert Guillaumont
Secrétaire général de la S.C.F.

Robert Guillet
Délégué général de la S.C.I.

Jean-Pierre Billon (S.C.F.)

Société Rhône-Poulenc
Jacques Burgaud (S.C.I.)
Union des Industries Chimiques

Robert Collongues (S.C.F.)
E.N.S.C. Paris

Francis Fauvarque (S.C.I.)
Société Ugine-Kuhlmann

Jean-Paul Guetté (S.C.F.)
C.N.A.M. Paris

Paul Hagenmuller (S.C.F.)
Université de Bordeaux I

Henri Kagan (S.C.F.)
Université Paris-Sud

André Kepes (S.C.I.)
CdF Chimie

Philippe Pichat (S.C.I.)
CdF Chimie

François Pierrot (S.C.I.)
Société Rhône-Poulenc

Jean Ville (S.C.I.)
Société Nationale Elf-Aquitaine

Roger Viovy (S.C.F.)
E.N.S. St-Cloud.

Rédacteurs en chef

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

Rédaction

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

Publicité

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

Abonnements 1979

(10 numéros)

Membres de la S.C.F. et de la S.C.I.
Les Membres des deux Sociétés
bénéficient d'un prix d'abonnement
préférentiel de 150 F à cette revue.

Non-membres

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

Changement d'adresse

Joindre la somme de 10 F.

Prix du numéro 25 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**



chromatographie liquide à hautes performances

SPHEROSIL GREFFE C₁₈

NORMATOM®

Le SPHEROSIL GREFFE C₁₈ NORMATOM® est un nouveau matériau de remplissage de colonnes destiné à la chromatographie de partage en phase inverse à hautes performances.

- Taux de carbone élevé (20 %)
- Grande sélectivité
- Efficacité remarquable : 500 à 600 plateaux/cm
- Temps d'analyse court
- Durée de vie élevée des colonnes

Exemple de séparation d'un mélange d'hydrocarbures polynucléaires

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1) Toluène | 5) Anthracène |
| 2) Naphtalène | 6) Pyrène |
| 3) Biphényle | 7) Chrysène |
| 4) Phénanthrène | |

Colonne :

diamètre int. 0,4 cm (1/4 inch OD)
longueur : 5 cm
SPHEROSIL GREFFE C₁₈, dp 6 µm

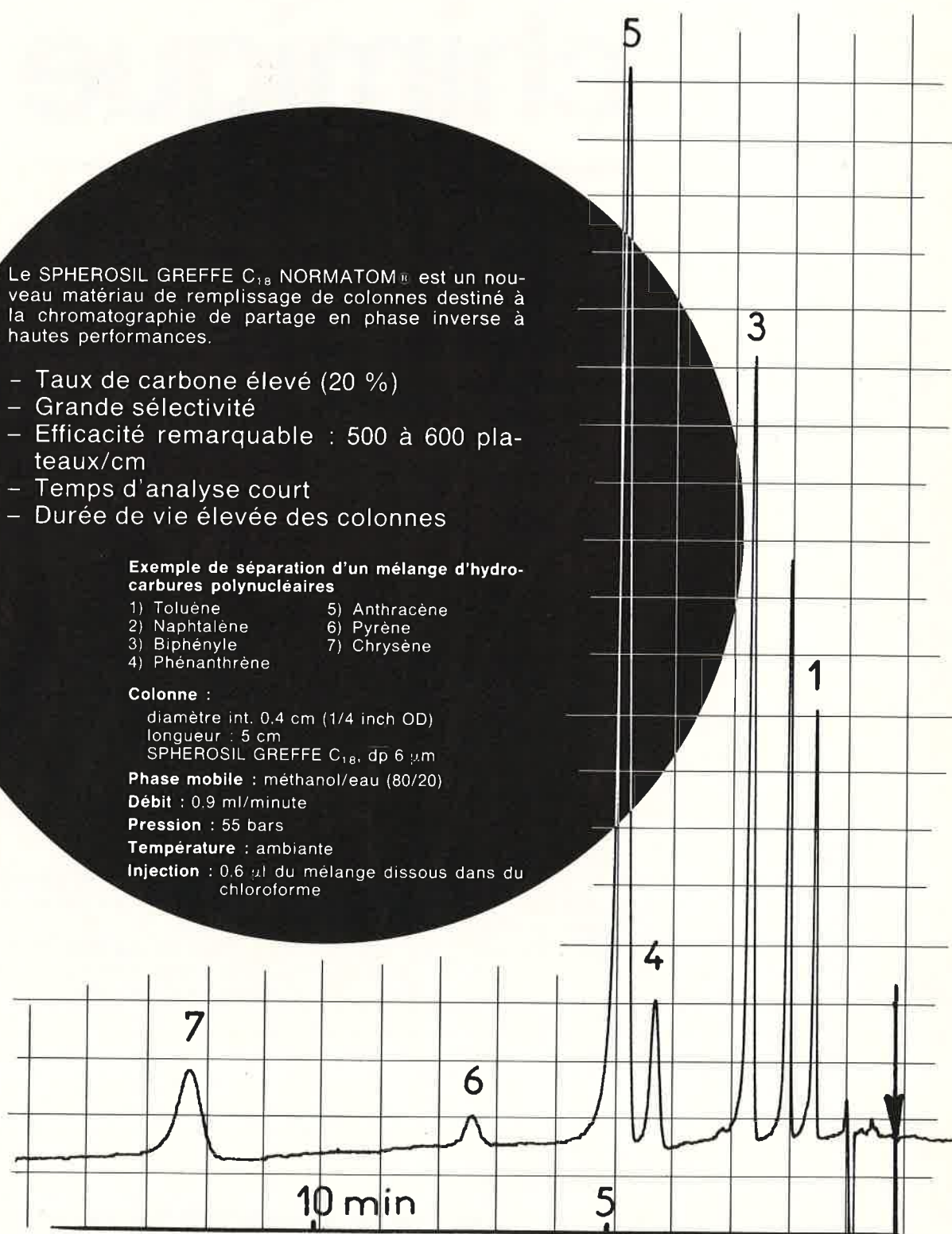
Phase mobile : méthanol/eau (80/20)

Débit : 0,9 ml/minute

Pression : 55 bars

Température : ambiante

Injection : 0,6 µl du mélange dissous dans du chloroforme



La durée de vie du SPHEROSIL GREFFE C₁₈ est très grande : le chromatogramme ci-dessus a été obtenu avec une colonne ayant déjà fonctionné plus de 200 heures.

PROLABO

12, RUE PELÉE - 75 PARIS XI^e
TÉL : (1) 355.44.88 TÉLEX : PRLAB X 680566 F

Sommaire

Février 1979, n° 2

7	Faisons le point	<i>Applications des neutrons à la chimie : progrès récents et perspectives</i> par Paul Rigny et Albert-José Dianoux
20	La chimie et la vie	<i>Les retombées de la cascade arachidomique</i> par C. Morin
22	Industrie	<i>L'utilisation des oxydes de carbone (2^e partie)</i> par Raymond P.A. Sneed
34	Enseignement	<i>Connaissances en chimie au terme d'une première année de 1^{er} cycle. Présentation et discussion du test « CLEREC 2 »</i> par J. Chauchard et C. Michou-Saucet Nouvelles de R.E.C.O.D.I.C.
42	Le monde de la chimie	La Division « Instruments » de la Société Du Pont de Nemours France
44	Pages d'histoire	<i>Un ami de la France : James Mason Crafts (1839-1917)</i> <i>La Fondation Charles Friedel</i> par André Boullé
47	Bibliographie	
50	Appareils et produits	
52	Communiqués	
55	Informations scientifiques et techniques	Le stockage longue durée des combustibles irradiés aux États-Unis
60	La page du C.N.R.S.	
61	Fédération Française de Chimie	
62	G.A.M.S.	Réunion commune aux Commissions de chromatographie, séance du 21 mars 1979 Prix du G.A.M.S. (Prix Bardet)
63	Société de Chimie Physique	Bilan de deux années de changement Les Divisions de la Société de Chimie Physique Journées de chimie physique Journal de Chimie physique
66	Société Chimique de France	Réunions Division Chimie organique : Séminaire du jeudi 15 février 1979, à Paris Journée parisienne du jeudi 8 mars 1979 Division Chimie de coordination : Atelier « Spectrométrie vibrationnelle » : Journées des 1 ^{er} et 2 mars 1979, à Paris Communiqués Prix de la S.C.F. 1979 Division Chimie analytique : Journées d'étude sur les sels fondus Journées d'électrochimie 1979 Division Chimie organique : Journées de chimie organique 1979 Division Chimie de coordination : Assemblée générale 1979 de la S.C.F. Séminaires « Horizon 80 » Section régionales Plis cachetés Nécrologie : Le Président Jacques Duclaux Demande d'adhésion
75	Société de Chimie Industrielle	Colloque « Apport de l'informatique à l'analyse industrielle pour le contrôle et la conduite des procédés », 19-20 septembre 1979 à Lyon-Villeurbanne Fédération Européenne du Génie Chimique Fédération Européenne de la Corrosion Sommaire de la revue Analisis
79	Demandes et offres diverses	
80	Table des annonceurs	
81	Bulletin d'inscription S.C.I.	
83	Bulletin d'abonnement	

Assemblée générale 1979 de la SCF

La formule de l'Assemblée générale annuelle de la Société Chimique de France a été modifiée par le Conseil de la Société qui a décidé, en avril 1978, que désormais l'organisation scientifique de cette manifestation incomberait à tour de rôle à deux ou trois Divisions. Celles-ci devront, lorsqu'elles se verront confier cette mission, faire coïncider avec l'Assemblée générale la plus importante des manifestations qu'elles envisagent d'organiser au cours de l'année.

Ces dispositions prennent effet dès l'année 1979, et, en conséquence, l'Assemblée annuelle, qui se déroulera

à Nice, les 1, 2 et 3 octobre 1979

(noter le changement d'époque)

sera organisée par la Division Chimie analytique et chimie des solutions, par la Division Chimie de coordination, et, probablement aussi, par la Division Enseignement de la chimie. Les Bureaux de ces Divisions feront prochainement connaître les thèmes qu'ils souhaitent privilégier, sans pour autant se limiter nécessairement à ceux-ci.

Dans le cadre de cette manifestation sont prévues deux conférences plénières, d'intérêt général pour les chimistes, et deux ou trois conférences de Divisions, plus spécialisées.

D'autre part, la SCF désire offrir *aux jeunes chimistes* à l'occasion de cette Assemblée générale la tribune qu'ils ne trouvent peut-être pas toujours facilement ailleurs. Elle souhaite qu'ils soient nombreux à faire un exposé oral d'une vingtaine de minutes, dans un climat de complète liberté. Cet exposé fera d'ailleurs l'objet d'un résumé écrit, publié dans le Bulletin, et suffisamment étoffé pour que nos jeunes collègues puissent y faire référence dans leurs listes de publications.

Un appel pressant est donc adressé à tous nos collègues pour que, dès maintenant, ils envisagent avec leurs jeunes collaborateurs les possibilités que ceux-ci auraient de participer dans cet esprit à cette réunion.

Des dispositions matérielles sont d'ailleurs à l'étude pour tenter de faciliter l'accueil de ces jeunes à Nice dans le cadre de la cité universitaire.

Le Président F. Gallais
Membre de l'Institut

Applications des neutrons à la chimie : progrès récents et perspectives

Paul Rigny* et Albert-José Dianoux**

(* Division de chimie, CEN-Saclay, B.P. 2, 91190 Gif-sur-Yvette et ** Institut Laue-Langevin, 156X, 38042 Grenoble Cedex)



Paul Rigny



Albert-José Dianoux

Des résultats expérimentaux récents viennent rappeler tout l'intérêt que les études de diffraction et de diffusion inélastique des neutrons peuvent présenter pour la chimie et la physico-chimie. Les principes de base, les grandes méthodes expérimentales et certains résultats sont présentés.

Instruments lourds par excellence, les réacteurs nucléaires sources de neutrons sont considérés avec une certaine indifférence par les chimistes, peu familiers avec le gigantisme de ce type de recherches. Les travaux sur les interactions neutrons-matière menés depuis maintenant près de trente ans ont pourtant atteint un degré de finesse dans la pratique expérimentale et dans la compréhension théorique qui ne devrait pas continuer à rester inaperçu de tant de chimistes ou physico-chimistes. Depuis environ une demi-douzaine d'années, des expériences ont été effectuées, grâce à de nouveaux appareillages de performances accrues, qui permettent de saisir l'apport que la neutronique peut faire à la chimie, secteur de recherche traditionnellement légère. On peut maintenant ne plus se cantonner à un point de vue prospectif et estimer, à partir d'expériences réalisées, l'aptitude réelle de la diffraction ou de la diffusion inélastique des neutrons à répondre aux questions qui se posent aux chimistes.

Le lecteur de cet article n'aura pas une information complète sur les expériences de chimie faites aux neutrons, déjà beaucoup trop nombreuses pour faire l'objet d'un simple article de revue. Il trouvera un énoncé succinct des propriétés de l'interaction neutron-matière (paragraphe I) et des méthodes expérimentales (paragraphe II) qui sont utilisées. Il aura connaissance de quelques résultats, dans trois domaines choisis assez arbitrairement, qui mettent en valeur l'importance et l'originalité des expériences de neutronique en chimie (paragraphe III). Le paragraphe IV enfin donne quelques aperçus expérimentaux en particulier sur les principes des spectromètres. Il ne faudrait pas oublier, cependant, que les utilisateurs de ces instruments (tous automatisés) n'ont pratiquement pas de travail d'instrumentation à effectuer : le spectromètre est une boîte noire à laquelle on propose son échantillon dans le conditionnement souhaité. Le travail impliqué par le traitement de données souvent très abondantes est également facilité par l'emploi de programmes spécifiques à chaque instrument.

I. Interaction neutron-matière. Principe et vocabulaire

Les neutrons sont couplés avec la matière par interactions nucléaires avec les noyaux atomiques, ou par interactions magnétiques avec les moments éventuellement présents. Dans le cas de diffusion par un noyau, surtout considéré dans cet article, on peut représenter les neutrons incidents par une onde plane $\psi(z) = \exp(ik_0z)$ de longueur d'onde $\lambda = 2\pi/k_0$ beaucoup plus grande que les dimensions du noyau, et les neutrons diffusés par une onde sphérique

$$\psi(\vec{r}) = -\frac{b}{r} \exp(i\vec{k} \cdot \vec{r}),$$

\vec{r} étant le vecteur noyau diffuseur-neutron. La longueur b , dite longueur de diffusion caractérise l'intensité de l'interaction neutron-noyau. On peut lui associer une section efficace de diffusion $\sigma = 4\pi b^2$, probabilité qu'un flux de neutrons incidents sur une surface unité soit diffusé. σ est de l'ordre du barn (10^{-24} cm^2); l'absorption est de plus généralement faible : l'interaction totale neutron-matière est faible. L'atome diffuseur étant capable d'échanger de l'énergie avec le neutron (par effet de recul par exemple), on peut avoir E_0 , énergie incidente $\neq E$, énergie après diffusion. La diffusion a modifié le vecteur d'onde du neutron de $\vec{Q} = \vec{k} - \vec{k}_0$ et son énergie de $-\hbar\omega = E - E_0$. On a aussi les relations

$$E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}, \quad E_0 = \frac{\hbar^2 k_0^2}{2m},$$

m étant la masse du neutron. Des valeurs typiques de ces quantités sont $\lambda = 4\text{Å}$ ($k = 1,57 \text{Å}^{-1}$) et par conséquent $E \approx 5 \text{ meV} \approx 40 \text{ cm}^{-1}$. Il est déjà apparent, par ces ordres de grandeur, que les neutrons présentent une longueur d'onde comparable à celle des rayons X et sont donc susceptibles de phénomènes de diffraction semblables mais que leur énergie reste beaucoup plus faible et qu'elle se prêtera donc beaucoup mieux à l'analyse.

L'interaction d'un faisceau de neutrons avec un ensemble d'atomes fait intervenir des phénomènes d'interférences. En fait, seule une partie de l'onde diffusée prendra part à cette interférence; on l'appelle $\left(\frac{b_{\text{coh}}}{b}\right)^2$, introduisant la longueur de diffusion cohérente b_{coh} . C'est

l'existence du spin nucléaire qui explique cet effet : deux noyaux identiques mais d'états de spin différents apparaissent comme différents aux neutrons et les ondes diffusées correspondantes ne peuvent interférer. Si le noyau a deux états de spin par exemple on définira deux longueurs de diffusion b_{\uparrow} et b_{\downarrow} et les longueurs de diffusion cohérente b_{coh} et incohérente b_{inc} respectivement par

$$b_{\text{coh}} = \frac{b_{\uparrow} + b_{\downarrow}}{2} = \langle b \rangle$$

et

$$b_{\text{inc}}^2 = \frac{b_{\uparrow}^2 + b_{\downarrow}^2}{2} - \left(\frac{b_{\uparrow} + b_{\downarrow}}{2}\right)^2 = \left(\frac{b_{\uparrow} - b_{\downarrow}}{2}\right)^2 = \langle b^2 \rangle - \langle b \rangle^2$$

Tableau I. Longueur de diffusion cohérente (b_{coh}), sections efficaces de diffusion incohérente (σ_{inc}) et d'absorption (σ_{capture}) des neutrons pour certains noyaux. b_{coh} est comparé au facteur atomique f qui joue un rôle analogue pour la diffraction des rayons X.

Atome	Noyau	$b_{\text{coh}} (10^{-12} \text{ cm})$	$\sigma_{\text{inc}} (10^{-24} \text{ cm}^2)$	$\sigma_{\text{capture}} (10^{-24} \text{ cm}^2)$	$f(\theta=0^\circ) (10^{-12} \text{ cm})$
Hydrogène	^1H	-0,3742	80	0,18	0,28
Deutérium	$^2\text{H(D)}$	0,6671	2	0	0,28
Carbone	^{12}C	0,6651	0	0	1,69
Azote	^{14}N	0,940	~ 0	0,99	1,97
Oxygène	^{16}O	0,5804	0	0	2,25
Phosphore	^{31}P	0,517	$\sim 0,3$	0,11	4,23
Soufre	Principalement ^{32}S	0,2847	~ 0	0,07	4,5

σ_{capture} est proportionnel à la longueur d'onde et est donné ici pour 1 Å.

Le tableau I indique les valeurs des longueurs de diffusion cohérente (b_{coh}) et des sections efficaces incohérentes ($\sigma_{\text{inc}} = 4\pi b_{\text{inc}}^2$) et de capture de quelques noyaux (1). b_{coh} est comparé au facteur de structure atomique, qui joue un rôle analogue pour les rayons X.

On peut relier l'intensité des neutrons diffusée par la matière aux positions et aux mouvements des atomes (théorie de Van Hove) (2). On donne généralement la fonction $S(\vec{Q}, \omega)$, dénommée loi de diffusion, et proportionnelle à la section efficace différentielle $\frac{\partial^2 \sigma}{\partial \Omega \partial \omega}$

(Figure 1). $S(\vec{Q}, \omega)$ s'exprime à l'aide de la fonction de diffusion intermédiaire $I(\vec{Q}, t)$ par

$$S(\vec{Q}, \omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} I(\vec{Q}, t) e^{-i\omega t} dt.$$

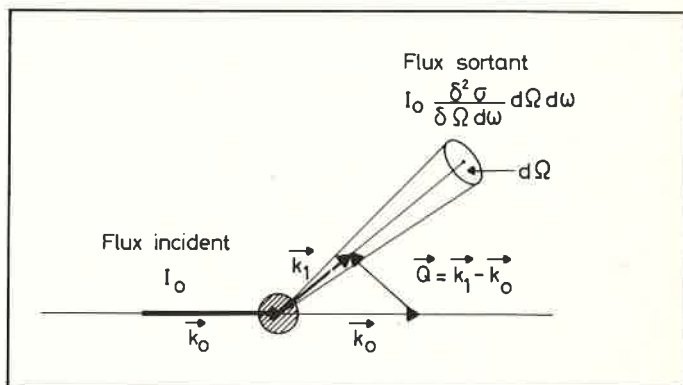


Figure 1. Schéma de la diffusion d'un flux de neutrons par un noyau. Le flux diffusé s'analyse en fonction du transfert de moment \vec{Q} et du transfert d'énergie $\hbar\omega$.

Pour des diffuseurs purement incohérents, on a l'expression

$$I(\vec{Q}, t) = \frac{1}{N} \sum_I b_{\text{inc}}^2 \langle e^{i\vec{Q} \cdot [\vec{r}_I(t) - \vec{r}_I(0)]} \rangle$$

où les crochets désignent une valeur moyenne sur un ensemble statistique. Dans ce cas l'intensité totale diffusée est proportionnelle à $\int_{-\infty}^{+\infty} S(\vec{Q}, \omega) d\omega$, qui vaut $\frac{1}{N} \sum_I b_{\text{inc}}^2$ quel que soit le transfert de moment \vec{Q} ; elle est donc isotrope.

Pour des diffuseurs purement cohérents, on a une expression plus

complexe qui fait intervenir les termes croisés entre atomes i et j :

$$I(\vec{Q}, t) = \frac{1}{N} \sum_{i,j} b_{i\text{coh}} b_{j\text{coh}} \langle e^{i\vec{Q}(\vec{r}_i(t) - \vec{r}_j(0))} \rangle$$

L'intensité totale diffusée à \vec{Q} donné est proportionnelle à

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{+\infty} S(\vec{Q}, \omega) d\omega &= I(\vec{Q}, 0) \\ &= \frac{1}{N} \sum_{i,j} b_{i\text{coh}} b_{j\text{coh}} \langle e^{i\vec{Q}(\vec{r}_i(0) - \vec{r}_j(0))} \rangle \\ &= \frac{1}{N} \left\langle \left| \sum_i b_{i\text{coh}} e^{i\vec{Q}\vec{r}_i} \right|^2 \right\rangle \end{aligned}$$

Ces expressions contiennent les informations suivantes :

Les noyaux cohérents donnent naissance à des phénomènes de

diffraction, très analogues à ceux qui sont donnés par les rayons X. $b_{i\text{coh}} e^{i\vec{Q}\vec{r}_i}$, où \vec{r}_i est la position du noyau i , remplace le terme $f e^{i\vec{Q}\vec{r}_i}$ des rayons X. La diffusion incohérente totale, isotrope, ne permet pas de phénomènes de diffraction. Par contre l'analyse en énergie des neutrons diffusés de façon incohérente renseigne sur les phénomènes dynamiques qui animent le noyau diffuseur. L'analyse en énergie des neutrons diffusés de façon cohérente renseigne sur les mouvements collectifs qui animent les atomes de l'échantillon (ondes de vibration).

En pratique, les phénomènes de diffusion cohérente et incohérente coexistent et peuvent s'obscurcir. Des méthodes expérimentales élaborées, encore au niveau du développement, devraient permettre d'effectuer une séparation rigoureuse entre effets cohérents et incohérents lorsque des ambiguïtés d'interprétation apparaissent. De nombreux ouvrages traitent les interactions neutron-matière en détail et précisent la relation entre les neutrons diffusés (répartition spatiale, distribution énergétique) et la structure de la matière irradiée (3).

II. Méthodes d'études de la matière par les neutrons

Les expressions qui précèdent laissent déjà apparaître deux grandes classes d'expériences de diffusion des neutrons. On peut détecter les neutrons diffusés sans prêter attention à leur énergie (diffraction). On a alors des méthodes analogues dans leur principe à celle des rayons X puisque les longueurs d'onde des deux types de rayonnement sont comparables : ce sont les études de structure par diffraction ou diffusion aux petits angles. On peut aussi, au contraire, s'intéresser aux changements d'énergie apportés aux neutrons par la diffusion ; les ordres de grandeurs cités plus haut montrent que ceci sera beaucoup plus accessible ici qu'avec des rayons X : c'est la diffusion inélastique qui, s'intéressant aux phénomènes dynamiques, s'apparente soit aux méthodes spectroscopiques (optique ou vibrationnelle) soit aux techniques de la dynamique moléculaire (études des formes de raies d'absorption, absorption diélectrique, RMN). Ces deux classes d'expériences sont considérées ci-dessous, où l'on s'attache à dégager leur spécificité. Dans tous les cas, l'étude de la matière par les neutrons est rendue particulièrement féconde par l'emploi judicieux de substitutions isotopiques qui permettent, sur le même système chimique, de séparer les contributions de divers constituants. Ces techniques, responsables de certains des apports les plus spectaculaires et les plus prometteurs de l'emploi des neutrons à la chimie (systèmes hétérogènes, polymères en solution ou en phase concentrée, systèmes biologiques) seront considérées ensuite. On trouvera des exposés détaillés sur la diffraction par exemple dans (3c), sur la diffusion inélastique dans (3a, 3b, 4) et sur les substitutions isotopiques par exemple dans (1).

Diffraction des neutrons

Susceptibles d'être diffusés par les atomes, tout comme les photons, les neutrons donnent des phénomènes de diffraction très semblables à ceux des rayons X. L'analogie est d'autant meilleure que les longueurs d'onde couramment utilisées pour les rayons X ou les neutrons sont du même ordre de grandeur que celui des périodes des cristaux. De longue date déjà, les cristallographes et les chimistes du solide ont pris l'habitude d'utiliser la diffraction des neutrons, en complément de la diffraction des rayons X. Nous n'allons pas ici rappeler les nombreux travaux de ce type souvent résumés [voir par exemple (5)] ; nous allons plutôt citer les principales différences entre les deux types de diffraction, énoncé d'où ressortiront les domaines de prédilection de la diffraction des neutrons.

Première différence : existence de *couplages magnétiques*. Le neutron, qui possède un spin est sensible non pas seulement aux positions des atomes mais à leur moment magnétique. La diffraction des neutrons est la méthode de choix d'étude des structures des états magnétiques ordonnés. On trouvera de nombreuses références sur ce type d'études par exemple dans les références (6).

Deuxième différence : les *facteurs de forme* atomiques qui gouvernent l'amplitude de diffusion sont différents pour les neutrons (où il est proportionnel à la longueur de diffusion cohérente pour un atome

non magnétique) et pour les rayons X (où il est proportionnel au nombre d'électrons de l'atome). Ainsi seuls les atomes à longueur de diffusion cohérente suffisamment importante peuvent donner lieu à

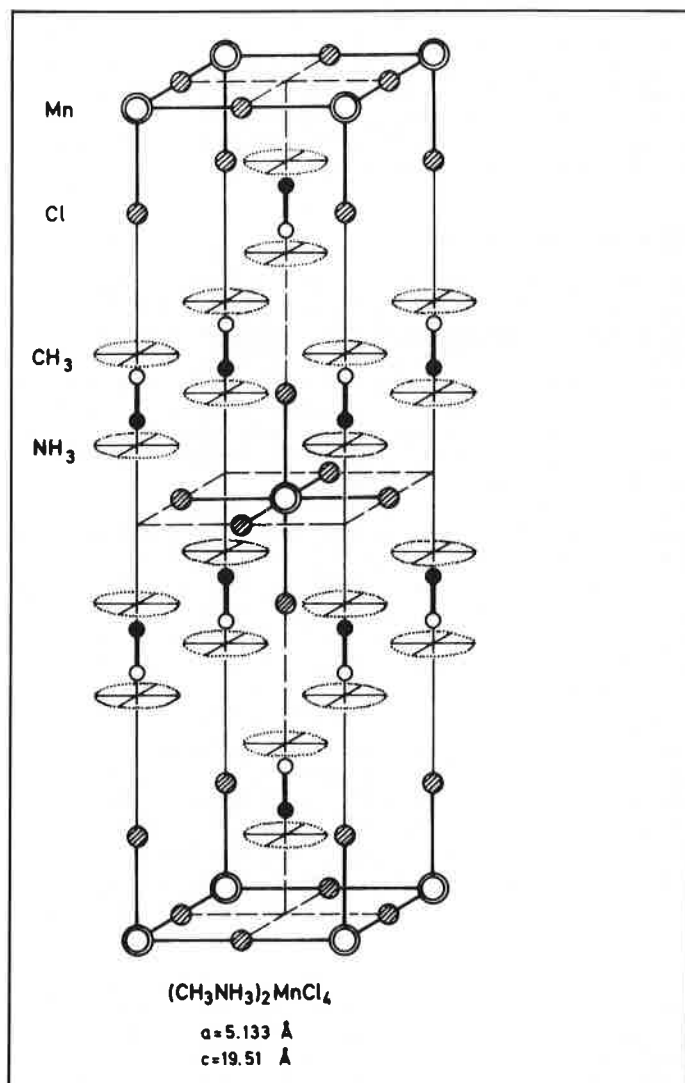


Figure 2. Schéma de la structure du cristal $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_2\text{MnCl}_4$. Les cations sont reliés par liaison hydrogène ; plusieurs transitions de phase ont été mises en évidence qui déplacent les atomes d'hydrogène (d'après la référence 7).

diffraction. Si ceci retire aux neutrons le caractère universel de la diffraction X, il faut noter que les contrastes entre atomes différents peuvent être beaucoup plus favorables aux neutrons qu'aux rayons X. C'est particulièrement le cas pour des solides contenant des atomes lourds, des ions de transition, par exemple (5a, 7, 8), où l'emploi des neutrons permet de localiser les atomes légers de la structure.

La figure 2 reproduit la structure du sel complexe $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_2\text{MnCl}_4$ où les neutrons ont permis d'étudier les transitions de phase associées aux liaisons hydrogènes. Cette différence entre facteurs de forme permet aussi d'utiliser les effets isotopiques, méthode décrite plus loin et dont l'emploi contribue largement au succès des techniques neutroniques en chimie.

Troisième différence : l'absorption des neutrons par la matière irradiée est beaucoup plus faible que celle des rayons X. Les neutrons pénètrent profondément dans la matière et ceci entraîne d'importantes conséquences pratiques : possibilité d'étudier des échantillons de conditionnement difficile (phases liquides ; hautes températures par exemple) ou peu sensibles (phases adsorbées par exemple).

On peut citer d'autres avantages, d'origine moins fondamentale, mais souvent de grande importance pratique comme la flexibilité dans le choix de la longueur d'onde, les réacteurs fournissant des neutrons sur un spectre continu. Pour des mesures de diffraction sur un grand domaine de l'espace réciproque, on choisira ainsi une courte longueur d'onde (diffraction par des liquides, ou par des cristaux de très grande maille); on choisira au contraire une grande longueur d'onde par exemple dans les études de diffusion aux petits angles où on supprime ainsi toute interférence avec les pics de Bragg éventuels. Jusqu'à l'avènement des sources de rayonnement synchrotron (en France, le LURE à Orsay), les rayons X ne pouvaient pas être utilisés à longueur d'onde variable.

Diffusion inélastique

La possibilité de l'analyse en énergie des neutrons diffusés par l'échantillon, mentionnée plus haut, ouvre une méthode d'étude des phénomènes dynamiques, la diffusion inélastique, dont l'intérêt à la chimie ou à la physico-chimie est considérable. A vrai dire, ces possibilités étaient plus théoriques que réelles jusqu'à la construction des spectromètres performants installés récemment, les résolutions, soit en énergie, soit en angle des appareils antérieurs étant trop faibles pour permettre des travaux très convaincants dans l'étude des systèmes moléculaires.

La diffusion inélastique des neutrons peut se comparer aux autres techniques spectroscopiques. Son domaine de fréquences, très large, peut aller du μeV ($1 \mu\text{eV} \approx 8.10^{-3} \text{ cm}^{-1}$) à une fraction d'eV (quelques centaines de cm^{-1}). Cette spectroscopie ne subit pas de règle de sélection à proprement parler, ce qui ne constitue pas nécessairement un avantage, du fait de complications possibles dans les interprétations. Tout au plus peut-on dire que dans le cas de composés contenant des protons, les mouvements de ces derniers auront une contribution importante. La dépendance en \vec{Q} de la diffusion des neutrons, complètement absente de la spectroscopie (qui obéit à $Q \approx 0$) est une caractéristique fondamentale. Elle a été utilisée systématiquement dans les études des vibrations des cristaux (établissement des courbes de dispersion des phonons); elle peut, de façon générale être mise à profit pour décrire géométriquement le mouvement des atomes qui est responsable d'un échange d'énergie observé.

Les figures 3 et 4 donnent deux exemples de spectres de diffusion inélastique (9, 10). La mise en évidence des niveaux de libration de groupes méthyles délocalisés par effet tunnel dans une série de solides organiques a pu être effectuée (11). Dans un autre domaine, les niveaux de champ cristallin de basse énergie d'ions de transition, souvent difficiles à atteindre par spectroscopie ont pu être étudiés dans de nombreux cas (10).

Les mouvements moléculaires amortis, comme ceux qui interviennent dans les liquides ou dans les cristaux moléculaires, interagissent avec les ondes électromagnétiques de grande longueur d'onde

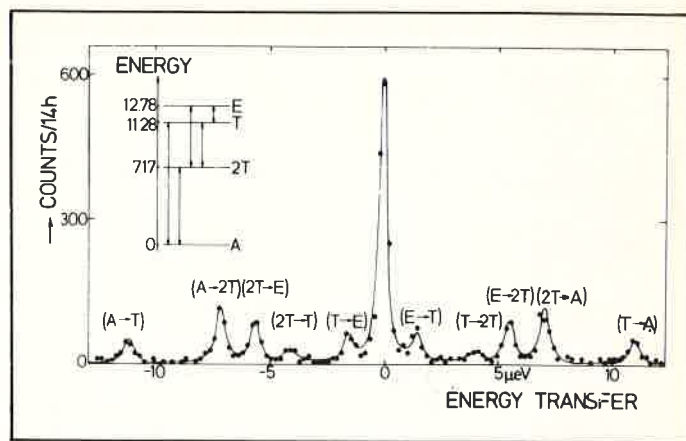


Figure 3. Exemple de spectre de diffusion inélastique à très haute résolution. L'orientation des ions ammoniums de NH_4ClO_4 est délocalisée par effet tunnel. Les niveaux d'énergie correspondants sont ici déterminés à 5 K ($1 \mu\text{eV} \approx 8 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$) (d'après la référence 9).

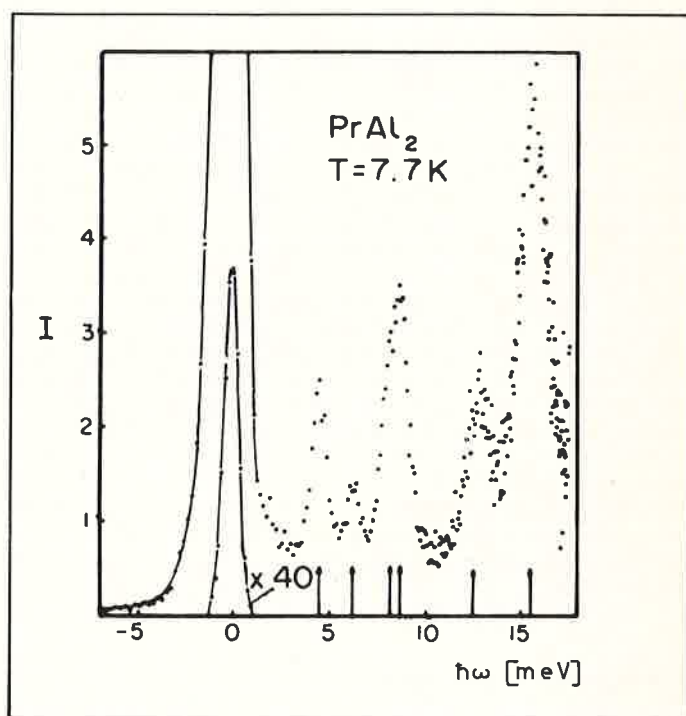


Figure 4. Exemple de spectre de diffusion inélastique des neutrons obtenu par une technique de temps de vol : étude du cristal PrAl_2 . La transition située à 12,5 meV est due à une vibration du cristal ; les autres correspondent aux niveaux de champ cristallin des électrons de l'ion Pr^{3+} (d'après la référence 10). ε est le transfert d'énergie en meV ($1 \text{ meV} \approx 8 \text{ cm}^{-1}$).

(absorption diélectrique, infrarouge lointain) mais ces effets sont souvent difficiles à mettre en évidence directement. On peut les étudier en mesurant les neutrons diffusés à des énergies très voisines de l'énergie incidente, qui donnent ce que l'on appelle la diffusion quasi élastique et plus spécialement considérés dans les références (4) et (12). La figure 5 schématise la fonction de diffusion $S(Q, \omega)$ par un atome animé d'un mouvement uniquement local, comme celui d'un proton d'une molécule en rotation autour d'un point fixe. La figure 6 donne la version expérimentale du schéma précédent. Le spectre est élargi par la résolution instrumentale. Le pic $\delta(\omega)$, de diffusion élastique d'intensité I_e , témoigne du caractère localisé du mouvement

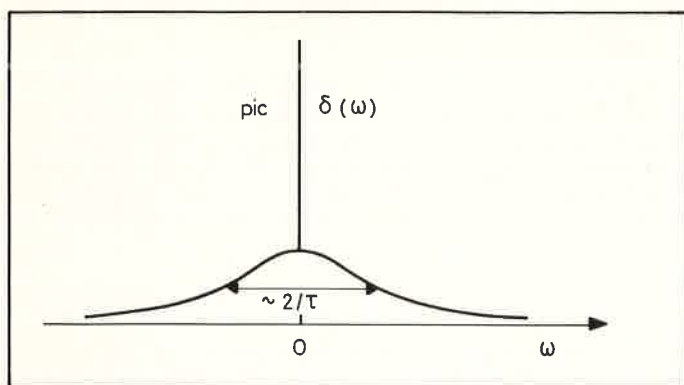


Figure 5. Allure théorique d'un spectre de diffusion quasi élastique de neutron, lorsque le centre diffuseur est animé d'un mouvement borné dont τ est le temps caractéristique. Si le mouvement ne reste pas borné, le pic élastique $\delta(\omega)$ s'élargit.

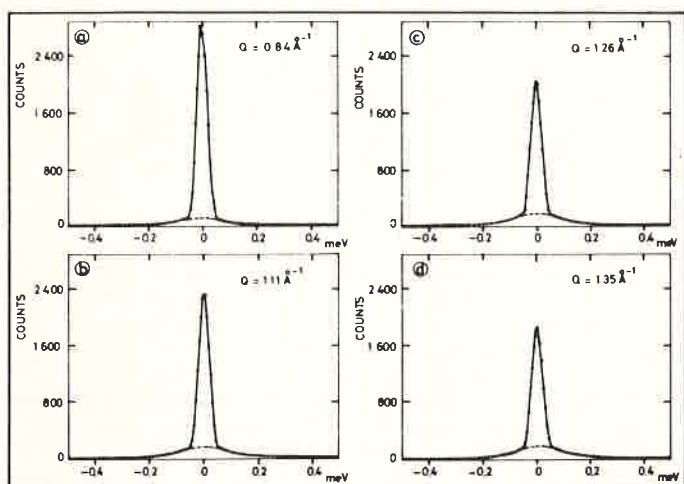


Figure 6. Exemple de spectre de diffusion quasi élastique des neutrons obtenu par une technique de temps de vol à bonne résolution. La réorientation des groupes méthyles du PAA solide se traduit par un élargissement sensible situé en-dessous de la raie élastique, laquelle reproduit la forme de la fonction de résolution de l'appareil. La décroissance de l'intensité en fonction de Q conduit à la mesure du facteur de Debye-Waller (d'après la référence 29).

tandis que la base élargie, d'intensité I_q , renseigne sur l'échelle de temps de ce mouvement. Dans le cas de diffuseurs incohérents, la variation du rapport $I_e/(I_e + I_q)$, dénommée facteur de structure incohérent élastique (FSIE), en fonction du moment de transfert \vec{Q} peut être utilisée pour définir la géométrie du mouvement. Un exemple d'application de cette méthode sera cité au paragraphe suivant. Presque toutes les études de diffusion quasi élastique à ce jour ont été faites sur des diffuseurs incohérents, du fait de complications qui interviennent dans la description des mouvements couplés d'atomes différents. Si le mouvement de l'atome diffuseur est non plus localisé mais s'étend dans l'espace, le pic élastique $\delta(\omega)$ s'élargit. Dans le cas d'un mouvement diffusionnel, de coefficient de diffusion D , sa largeur est égale à DQ^2 . La résolution actuelle des appareils interdit de mettre ces déplacements de translation en évidence, s'ils correspondent à des déplacements inférieurs à un diamètre moléculaire en 10^{-9} s environ.

L'étude de la diffusion quasi élastique permet, en principe, d'atteindre une variété de mouvements moléculaires, les variations d'orientation aussi bien que de position des groupes diffusants. En pratique la

séparation des différents mouvements ne sera possible que si leurs ordres de grandeur sont très différents. La technique, encore mal adaptée à l'étude de la dynamique des petites molécules en phase liquide a au contraire déjà beaucoup apporté à la compréhension des cristaux moléculaires (voir § IV).

Substitutions isotopiques

La réponse différente des neutrons aux isotopes différents est une propriété fondamentale qui n'appartient pas, bien entendu, aux rayons X, sensibles aux répartitions électroniques. Ceci fait de la diffraction ou de la diffusion des neutrons une méthode extrêmement puissante d'étude des systèmes hétérogènes qui a déjà donné des renseignements irremplaçables dans l'étude de nombreux systèmes (alliages, systèmes biologiques, solutions aqueuses). Tout un ensemble de systèmes, et des plus intéressants pour les chimistes, devient accessible à des descriptions structurales ou dynamiques beaucoup plus fines qu'il ne serait possible avec d'autres techniques. Ces méthodes sont bien sûr limitées par la disponibilité de composés dont on peut faire varier la composition isotopique; il est notable que la substitution hydrogène-deutérium soit parmi les plus facilement réalisables, permettant l'étude des systèmes hydrogénés, si répandus et si difficiles à étudier par d'autres méthodes. Pour illustrer ces points, citons :

Solutions binaires (alliages ; solutions aqueuses). La structure d'une solution binaire d'atomes α et β est décrite par trois fonctions de répartition radiale $g_{\alpha\alpha}(r)$, $g_{\alpha\beta}(r)$, $g_{\beta\beta}(r)$ donnant les probabilités de présence d'un atome α et β à une distance r d'un autre (13). Or la diffraction des neutrons donne

$$S(Q) = NC_{\alpha}^2 b_{\alpha}^2 h_{\alpha\alpha}(Q) + NC_{\beta}^2 b_{\beta}^2 h_{\beta\beta}(Q) + 2NC_{\alpha}C_{\beta} b_{\alpha} b_{\beta} h_{\alpha\beta}(Q)$$

où C_{α} et C_{β} sont les concentrations des atomes α et β , de longueurs de diffusion cohérente respectivement b_{α} et b_{β} ; les fonctions h sont les transformées de Fourier des fonctions g^{-1} :

$$h_{ij}(Q) = \frac{N}{V} \int (g_{ij}(r) - 1) e^{i\vec{Q}\cdot\vec{r}} d\vec{r}$$

N et V sont le nombre total d'atomes et le volume du système. En effectuant l'expérience de diffraction sur des mélanges de trois compositions isotopiques (trois jeux de valeurs b_{α} , b_{β}) on peut déterminer les trois fonctions de répartition radiale. Des résultats ont été obtenus par exemple sur des alliages ou sur des sels fondus (12). Ces méthodes peuvent être généralisées à des systèmes contenant plus de deux espèces d'atomes; Enderby a ainsi abordé une série de solutions salines aqueuses (12).

Variation du contraste soluté-solvant. La conformation d'un agrégat moléculaire, ou d'une macromolécule en solution, est étudiée par diffusion aux petits angles, aux neutrons comme aux rayons X. Le signal observé est bien entendu proportionnel au contraste qui existe entre les atomes du solvant et ceux du soluté. On peut, par substitutions isotopiques appropriées modifier le solvant pour rendre ce contraste plus élevé, ou encore modifier une partie ou une autre de l'objet étudié pour les faire ressortir séparément (1). Semi-quantitativement, rappelons que l'intensité diffusée s'extrapole à angle nul vers

$$I(0) = \left(\sum_i b_i - \rho_s V \right)^2$$

où $\sum_i b_i$ est la somme des longueurs de diffusion cohérente des atomes de l'agrégat et $\rho_s V$ la longueur de diffusion d'un volume de solvant égal au volume V de l'agrégat moléculaire.

Cette méthode a été employée systématiquement à l'étude de polymères en solution : le soluté était un polymère totalement deutérié (polystyrène par exemple) en solution dans le disulfure de carbone et la conformation en était étudiée en fonction de la concentration (14). Des études de polymères purs, où seule une faible fraction des molécules était deutériée a été faite (15). Des méthodes semblables ont largement fait progresser notre connaissance de certains systèmes biologiques hétérogènes (virus, chromatine, ribo-

somes) où les régions protéiques ou nucléiques, par exemple peuvent être étudiées indépendamment (1). Ces techniques encore en plein développement, doivent apporter à notre connaissance physico-chimique des systèmes micellaires, colloïdaux, etc... Elles peuvent d'ailleurs être étendues aux études de diffraction par des cristaux ou de diffusion inélastique des neutrons. Des méthodes de variation de contraste pour les expériences de rayons X ont également été développées. Utilisant des additions de molécules ou de sels appropriés au système étudié elles sont cependant beaucoup plus suscepti-

bles de modifier les propriétés structurales que la substitution isotopique.

Étude des liaisons hydrogène. L'intérêt qui s'attache à comprendre le rôle du proton dans les propriétés de certains solides (en particulier dans les solides ferroélectriques) a stimulé l'application de la méthode de substitution hydrogène-deutérium pour permettre l'étude par diffraction des neutrons de nombreux solides hydrogénés. On trouvera des références à ces travaux, par exemple dans (5).

III. Quelques exemples d'études

Ce n'est pas par hasard que les domaines d'études résumés ci-dessous soient récents ou même débutants. Les appareillages qui permettent les expériences sont récents; les méthodes développées pour les interprétations le sont également. Dans les trois exemples cités, deux de diffraction et un de diffusion inélastique, la contribution des neutrons aux progrès de la chimie est incontestable — de nature à convaincre même les non-spécialistes ! Mais il faut les considérer comme des prototypes de progrès à venir : bien d'autres domaines de la chimie ou de la chimie physique sont en train d'être enrichis (de façon irremplaçable) par les études de diffraction ou diffusion des neutrons. Des références nombreuses sur les utilisations de neutrons se trouvent par exemple dans (16).

Adsorption physique

Les mesures thermodynamiques, en particulier, révèlent à l'heure actuelle des phénomènes très fins au sein de films adsorbés qui sont souvent interprétés comme des changements de phase dans ces milieux à deux dimensions (17). Des techniques d'études microscopiques, au premier plan desquelles on trouve la diffraction des électrons lents (DEL) sont employées pour rechercher le phénomène structural, cause de ces comportements macroscopiques. La diffraction des neutrons, employée depuis une date plus récente a déjà permis d'obtenir des informations irremplaçables sur la physisorption, dont nous citons certaines maintenant.

La figure 7 est extraite d'une étude de Kjems et al de l'azote adsorbé sur du grafoil, graphite de haute surface (30 m²/g en l'occurrence) partiellement orienté (17). La position du pic de diffraction de la monocouche adsorbée indique une distance intermoléculaire de

4,247 Å égale à 0,3 % près à la distance attendue pour une épitaxie sur le graphite : la phase adsorbée est dite congruente avec le substrat. A taux de recouvrement Θ plus élevé, le film adsorbé devient plus dense, la distance entre molécules d'azote atteignant 4,037 Å. L'étude systématique en fonction de la température et du taux de recouvrement montre que si à Θ faible (\lesssim à la monocouche) et basse température, la structure de la couche d'azote est imposée par le substrat, à Θ élevé, très supérieur à la monocouche, la structure est plus dense et déterminée par les interactions entre molécules d'azote ; aux températures approchant 77 K, une phase désordonnée apparaît.

L'étude de films d'argon (18) ou de krypton (19) adsorbés également sur le grafoil indique, selon les cas, une phase adsorbée non congruente (Ar à 5 K et $\Theta = 0,9$) où la distance entre atomes est proche de celle de l'argon solide, ou une phase congruente pour le krypton même à des taux de recouvrement très supérieurs à la monocouche.

Dans le cas des couches adsorbées congruentes avec le substrat, des effets d'interférence interviennent. Il en résulte l'apparition de pics de surstructure et la modification de l'intensité des pics diffractés par le substrat. Marti et al. (20) ont montré que ces modifications contiennent des informations structurales importantes : test de congruence substrat-adsorbat, distance du substrat à la première couche adsorbée, structure du film adsorbé (voir figure 8). Ainsi pour une bicouche de krypton adsorbée sur le grafoil, ils trouvent une distance de 3,35 Å entre le plan des atomes de carbone et la première couche de krypton, ainsi qu'entre les deux couches adsorbées; une structure de la bicouche est aussi proposée. Les mêmes méthodes ont été appliquées à des cas variés : méthane, ammoniac ou deutérium adsorbés sur grafoil (21).

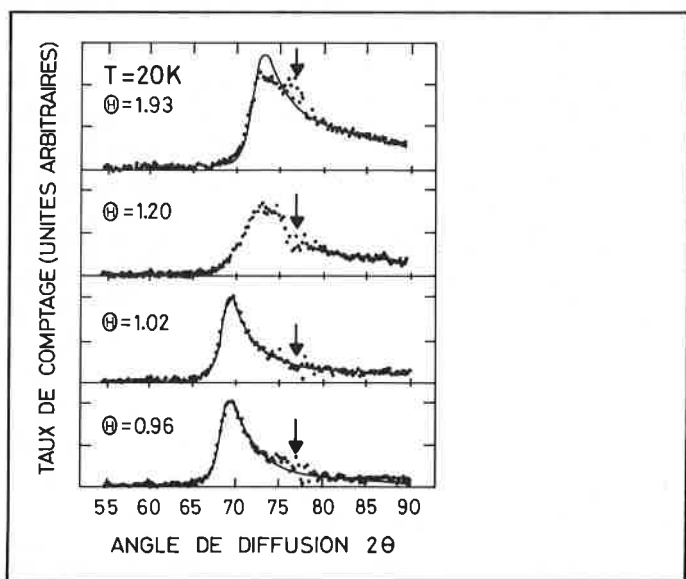


Figure 7. Profils de diffraction de l'azote adsorbé sur le grafoil à 20 K. La flèche indique la position du pic 002 du substrat. Les courbes en traits pleins sont les profils calculés de diffraction par des réseaux bidimensionnels (d'après la référence 17).

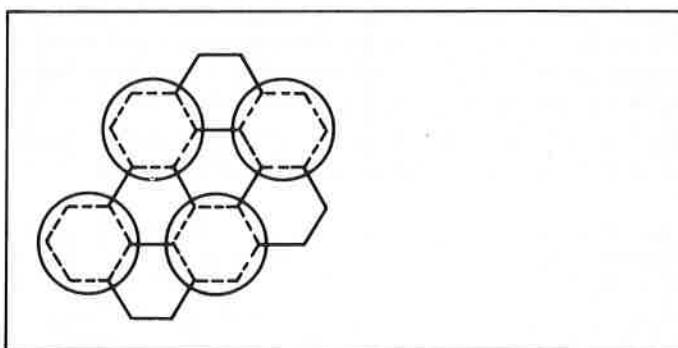


Figure 8. Schéma de structure de couches adsorbées sur le graphite. Les cercles indiquent les positions des molécules d'azote, ou des atomes de krypton, dans les monocouches adsorbées congruentes avec le substrat de graphite. La plus courte distance entre les centres des cercles est de 4,259 Å (d'après la référence 20).

Ces quelques exemples montrent assez l'intérêt de la diffraction des neutrons à l'étude des couches adsorbées quand elle peut être employée. Il est notable que cette technique soit complémentaire de la diffraction des électrons lents, laquelle est plutôt adaptée aux faibles taux de recouvrement et aux couches énergiquement fixées

(chimisorption), en particulier parce que l'impact des électrons est susceptible de modifier l'adsorbat. Les limitations de la technique neutronique viennent ici surtout des problèmes de sensibilité : on prendra de préférence un adsorbat fortement diffusant (^{36}Ar , D_2 , N_2 , O_2 , Cl_2 etc...) un substrat relativement transparent, comme le graphite et à grande surface. Dans les expériences citées plus haut l'échantillon était typiquement un empilement de disques formant un cylindre de 4,4 cm de haut et 4,4 cm de diamètre et contenant 60,5 g de grafoil. C'est dire que les études d'adsorption par diffraction des neutrons, dont la faisabilité et l'intérêt sont maintenant démontrées doivent bénéficier du développement de la technique, comme les hauts flux et les détections sensibles.

Il est clair par ailleurs que se développeront les études des couches adsorbées par diffusion inélastique des neutrons qui permettront d'en caractériser les propriétés dynamiques; l'étude de complexes chimisorbés, à peine abordée actuellement, devrait aussi connaître un certain succès, principalement s'ils contiennent des atomes d'hydrogène. On trouvera dans (21) une revue sur les applications des neutrons à l'étude des phases adsorbées.

Étude des liaisons chimiques

Les études de diffraction des neutrons par des solides paramagnétiques renseignent sur la délocalisation des électrons magnétiques et donc sur le degré de covalence des liaisons chimiques correspondantes. Un grand nombre de composés des métaux de transition ont été étudiés par ces méthodes, en particulier des oxydes et des fluorures (22).

Plus récemment, avec l'accroissement de la précision des expériences de diffraction et l'avènement de calculateurs puissants est apparu un ensemble de méthodes très performantes de détermination des structures électroniques, connues sous le nom de « X - N ». La diffraction des neutrons est, dans les corps non magnétiques, déterminée par la position des noyaux atomiques dans le cristal; la diffraction X, d'un autre côté est déterminée par la densité électronique. En utilisant les résultats des deux techniques de diffraction, on peut, en principe déterminer la répartition des électrons et donc des électrons de valence des atomes du cristal. Les résultats sont présentés sous forme de cartes de déformation de densités électroniques, différence entre la densité électronique réelle et celle qu'on obtiendrait en l'absence de liaison chimique, les atomes étant tous supposés sphériques et situés à leur position déterminée par les neutrons. Ces études sont donc potentiellement capables de répondre bien mieux que les méthodes antérieures, aux importantes questions sur les liaisons chimiques dans les molécules, les complexes de métaux de transition ou les solides, le volume des paires non liantes, les degrés de double liaison, les caractères donneur, ou accepteur de divers atomes, etc...

Récemment, Coppens et al. (23, 24) ont étudié les thiocyanates de sodium et d'ammonium (respectivement NaSCN et NH_4SCN). Les cartes de formation de densité, comme celle qui est indiquée sur la figure 9 ont été déterminées. Le résultat est en accord avec l'hybridation *sp* des atomes C et N attendue ; l'atome de soufre apparaît par contre comme peu hybridé. L'analyse des densités électroniques de ces composés donne aussi les résultats indiqués sur le tableau II. La charge résiduelle sur les alcalins, dans ce cristal réputé ionique, est notablement différente de + 1.

Tableau II. Charge résiduelle sur les groupes atomiques dans NaSCN et NH_4SCN déterminée à partir des données de diffraction des rayons X et des neutrons. Le transfert de charge est notablement inférieur à 1.

	Alcalin	SCN
NaSCN	+ 0,27	- 0,27
NH_4SCN	+ 0,53	- 0,53

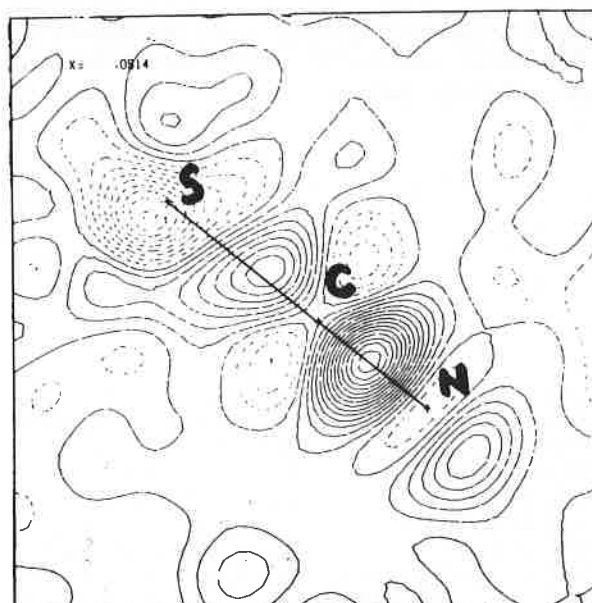


Figure 9. Carte de déformation de densité électronique d'un groupe SCN du thiocyanate d'ammonium basée sur la méthode X - N. Les traits pleins sont les zones positives, les pointillés les zones négatives ; les intervalles sont de $0,05 \text{ e} \cdot \text{Å}^{-3}$ (d'après la référence 24).

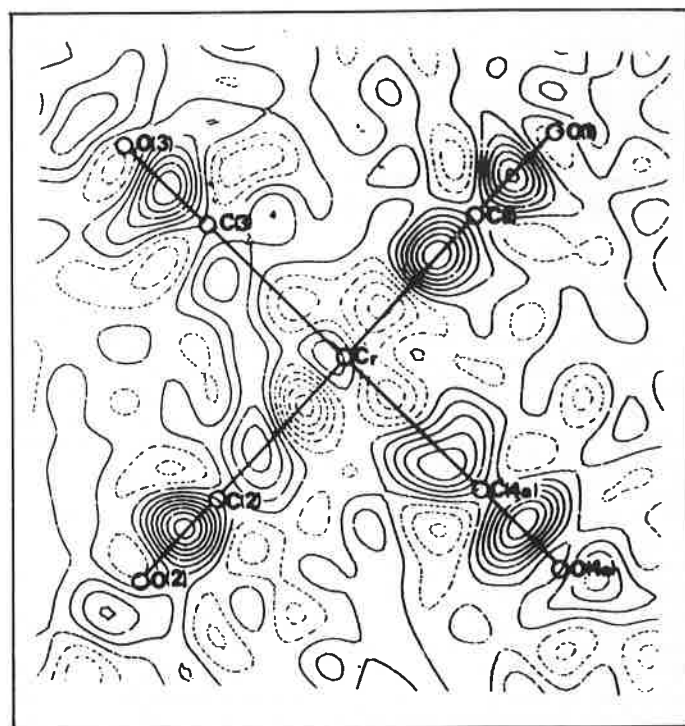


Figure 10. Carte de densité électronique du chrome hexacarbonyle déterminée par la méthode X - N. Les zones négatives correspondent aux pointillés. Les intervalles sont de $0,1 \text{ e} \cdot \text{Å}^{-3}$ (d'après la référence 25).

La figure 10 indique une carte de déformation de densité électronique du complexe hexacarbonyle de chrome, $\text{Cr}(\text{CO})_6$, obtenue par des méthodes semblables (25). Ces données ont été discutées en termes d'orbitales moléculaires et comparées à divers modèles théoriques. Le tableau III résume quelques résultats de l'étude; les chiffres des trois dernières colonnes dépendent du modèle d'orbitales choisi et donc du degré d'occupation choisi pour la couche 4.

Tableau III. Charges électroniques q sur les différents atomes du complexe $\text{Cr}(\text{CO})_6$. Dans un modèle d'orbitales moléculaires, on aura environ 25 % des électrons 3d du chrome sur le niveau e_g ; les transferts σ et π presque égaux laissent les groupes carbonyles neutres.

q_{Cr}	q_c	q_o	Degré d'occupation de la couche 4 (hypothèse)	% 3d (e_g)	Transfert σ	Transfert π
$0,15 \pm 0,12$	$0,09 \pm 0,05$	$-0,12 \pm 0,05$	1 0	24 ± 3 25 ± 3	$0,35 \pm 0,04$ $0,24 \pm 0,04$	$0,38 \pm 0,04$ $0,27 \pm 0,04$

En juillet 1976, seuls 26 cristaux avaient été étudiés par les méthodes X - N dont deux seulement contenaient des métaux de transition, malgré l'intérêt considérable des études de structure électronique des complexes (26). Ceci témoigne de la difficulté de ces études qui exigent une précision extrêmement élevée, puisque les cartes de déformation des densités électroniques, qui contiennent l'information chimique, sont de faibles différences entre grandes quantités. L'erreur que l'on fait en cristallographie aux rayons X en supposant les atomes sphériques n'est ainsi que de quelques centièmes d'Å. C'est en exploitant des différences de cet ordre de grandeur entre les données X et N qu'on détermine les répartitions électroniques. La nécessité impérieuse d'une grande exactitude a orienté les études vers les cristaux d'atomes légers, *a priori* plus favorables; la sévérité dans le choix de la qualité des cristaux, qui doivent être très homogènes, ainsi que la rigueur dans les méthodes théoriques, en particulier dans celles qui prennent les vibrations thermiques en compte, sont également indispensables.

Il ne fait nul doute, néanmoins, que les méthodes théoriques et expérimentales progressant (27), les études X - N auront un impact important sur notre connaissance des structures électroniques; elles sont particulièrement attendues pour la compréhension des solides organiques (conducteurs organiques) et celle des complexes des métaux de transition (catalyseurs).

Mouvements dans les cristaux moléculaires

La diffusion des neutrons est particulièrement bien adaptée à l'étude des mouvements dans les composés moléculaires. Les possibilités ont été discutées récemment par Volino dans la référence (12). Ceci est d'autant plus vrai quand les protons participent à ces mouvements: on peut alors appliquer la technique de deutération partielle et par comparaison entre les différents dérivés deutériés, on peut caractériser sans ambiguïté ces mouvements. Dans les cas moins favorables où la diffusion des neutrons est principalement cohérente, l'analyse de la forme de la raie quasi élastique renseigne quand même sur la géométrie et la dynamique des mouvements.

Nous donnons un exemple de chacun de ces deux cas: la rotation des groupes méthyles dans la phase solide du PAA et le mouvement de diffusion des ions Ag dans l'électrolyte solide α -AgI. Bien entendu, de nombreuses autres études de cristaux moléculaires que celles dont nous parlons ici ont été effectuées. Des articles généraux sur ces travaux ont été rédigés (28a,b). Notons que les mouvements de translation rapides qui existent dans les phases liquides en font des systèmes moins appropriés aux études dynamiques par les neutrons.

Rotation des groupes méthyle du PAA (29). Le cristal moléculaire para-azoxyanisole (PAA) présente une phase nématique vers 120 °C. L'étude de la dynamique moléculaire dans cette phase est compliquée par le fait que rotations et translations sont toutes deux assez rapides. Il était donc intéressant de savoir si des mouvements moléculaires rapides existent déjà dans la phase solide.

D'après la formule développée du PAA (Figure 11), on voit qu'il existe deux sortes de protons: ceux des groupes phényles et ceux des groupes méthyles. On peut donc synthétiser deux dérivés partiellement deutériés, qui sont appelés, avec une notation évidente, PAA - CD₃ et PAA - ϕ D₄. Le spectre de temps de vol de ces deux composés est présenté sur la figure 12 et on voit immédiatement des

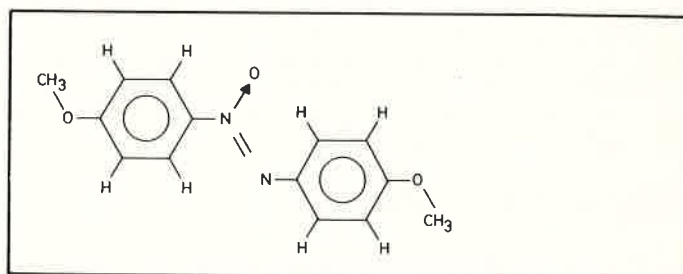


Figure 11. Formule développée du para-azoxyanisole (PAA).

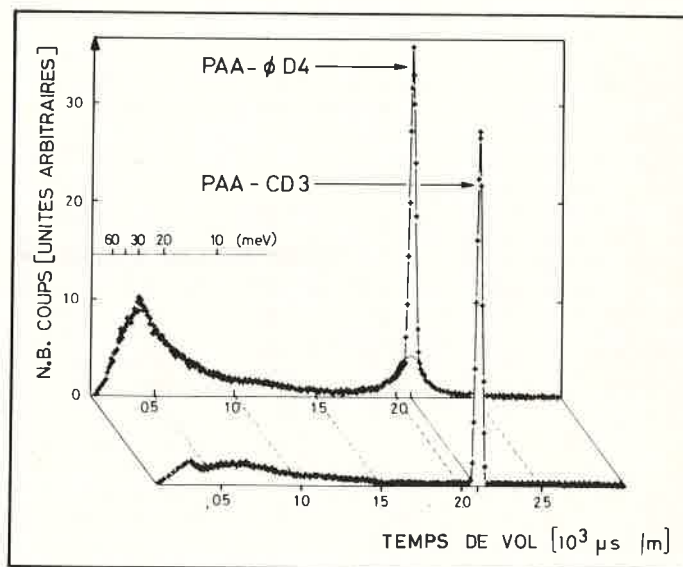


Figure 12. Spectre de diffusion des neutrons obtenu pour la technique de temps de vol, pour les deux dérivés partiellement deutériés du PAA. Moment de transfert élastique $Q = 1,35 \text{ \AA}^{-1}$ (d'après la référence 29).

différences sensibles. Le spectre du PAA - ϕ D₄ contient deux caractéristiques marquées qui disparaissent quand les groupes méthyles sont deutériés: une diffusion quasi élastique (en-dessous d'un pic élastique bien résolu) et un pic inélastique intense situé à une énergie de l'ordre de 31 meV. On peut immédiatement en conclure que la diffusion quasi élastique est due à un mouvement non-périodique des groupes méthyles, alors que les groupes phényles sont fixes. D'autre part le pic inélastique révèle que les groupes méthyles sont en plus animés d'un mouvement de libration attribué aux oscillations de torsion du groupe méthyle autour de son axe C₃. Quelle est la nature du mouvement non-périodique de ces groupes méthyles? 3 possibilités existent: rotation du groupe méthoxy ou du groupe méthyle seuls, ou rotations simultanées. La variation du facteur de structure incohérent élastique (FSIE) donne la réponse. Les intensités élastiques I_e et quasi élastique I_q sont mesurées par intégration graphique et le FSIE expérimental ($I_q/(I_e + I_q)$) est tracé en fonction du moment de transfert Q sur la figure 13. On peut

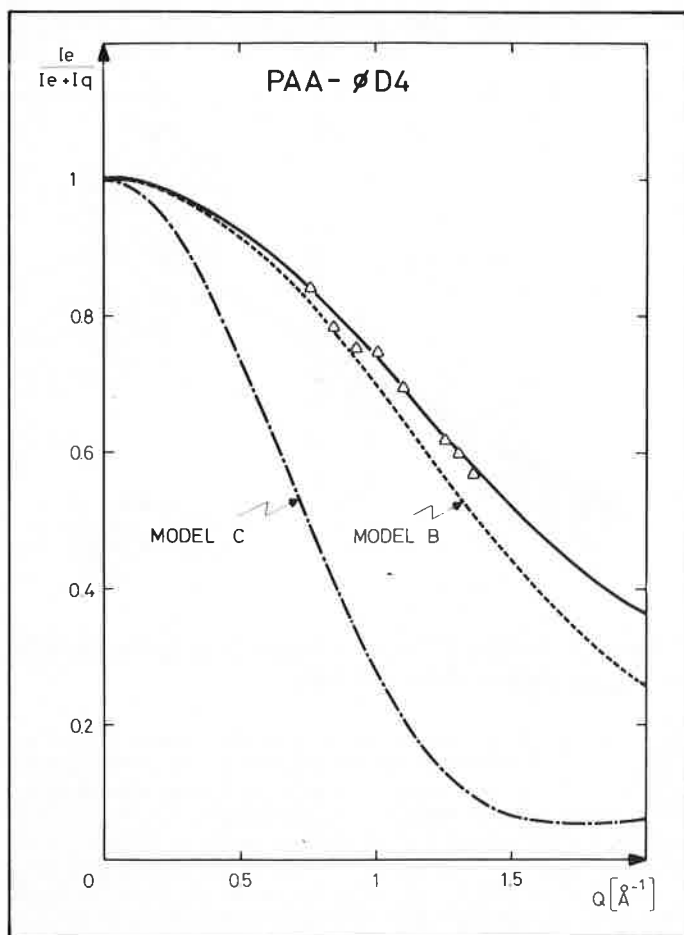


Figure 13. Facteur de structure incohérent élastique (FSIE) en fonction du moment de transfert Q , pour le composé PAA- ϕ D₄ dans sa phase cristalline à 100 °C ; les pointillés (modèle B) sont pour la rotation des groupes méthyles seuls, les tirets (modèle C) pour la rotation simultanée des groupes méthoxy et méthyles (d'après la référence 29).

immédiatement exclure la rotation du groupe méthoxy sur des temps plus courts que 10^{-10} s et conclure en faveur d'une rotation du groupe méthyle autour de son axe C₃. La légère différence entre la courbe calculée dans le cadre de ce modèle et les points expérimentaux s'explique aisément si l'on tient compte de la diffusion incohérente élastique des deutérons des groupes phényles ainsi que de la deutération non parfaite de ces groupes. Le modèle étant maintenant déterminé d'une manière non ambiguë, les auteurs ont pu calculer la loi de diffusion $S(Q, \omega)$ et l'ajustement aux spectres expérimentaux a conduit à une valeur sûre du temps de corrélation du mouvement. Enfin, d'après les variations thermiques, l'énergie d'activation du mouvement a pu être déterminée et comparée à la hauteur de la barrière de potentiel déduite de la position du pic inélastique à 31 meV. La comparaison des deux résultats montre que le potentiel présente certainement un puits plus étroit que la simple forme sinusoïdale.

Diffusion des ions Ag dans l'électrolyte solide α -AgI (30, 31).

Il existe à l'heure actuelle un intérêt considérable à l'étude tant théorique qu'expérimentale des propriétés des électrolytes solides (souvent appelés dans la littérature du nom prêtant à confusion de « conducteurs superioniques »). AgI dans sa phase α (entre 147 et 555 °C) appartient à cette classe de cristaux ioniques désordonnés qui présentent une conductivité très élevée, de l'ordre de grandeur de celle des meilleurs électrolytes liquides. Cette conductivité est en relation directe avec la valeur très élevée du coefficient d'auto-diffusion des ions Ag ($D \approx 2,1 \times 10^{-5}$ cm²/s à 250 °C), qui est comparable à celui de l'eau par exemple. Ce comportement « liquide » des ions Ag⁺ a conduit à décrire cette substance comme un

cristal ionique avec un sous-réseau « fondu » de cations. Alors que les propriétés macroscopiques de cet électrolyte solide sont maintenant bien connues, on commence seulement à essayer d'en extraire une interprétation microscopique. En particulier les principales questions qui se posent concernant la position et le mouvement des ions Ag⁺ peuvent se résumer ainsi :

d) Est-il possible que le mouvement des cations soit réellement de type liquide, en ce sens qu'il soit toujours diffusif sur une échelle d'un Å ou moins ?

b) Dans le cas contraire, existe-t-il des arguments sérieux en faveur de sauts discrets (comme par exemple l'hydrogène dans les systèmes métal-hydrogène) ? On devrait être alors capable de distinguer les temps de résidence et de sauts des cations.

c) Quelle sorte de corrélation existe-t-il entre le mouvement des différents ions ?

La diffusion quasi élastique des neutrons a commencé à apporter une réponse à tous ces points (30, 31). La figure 14 représente un spectre à un angle de diffusion fixe pour deux températures. Le spectre à 160 °C (c'est-à-dire à 13° au-dessus de la transition de phase $\beta - \alpha$) montre clairement un pic étroit superposé sur une distribution plus large. A 300 °C, la forme de raie a évolué considérablement : la distribution large est devenue plus intense et d'autre part la composante étroite est légèrement plus large.

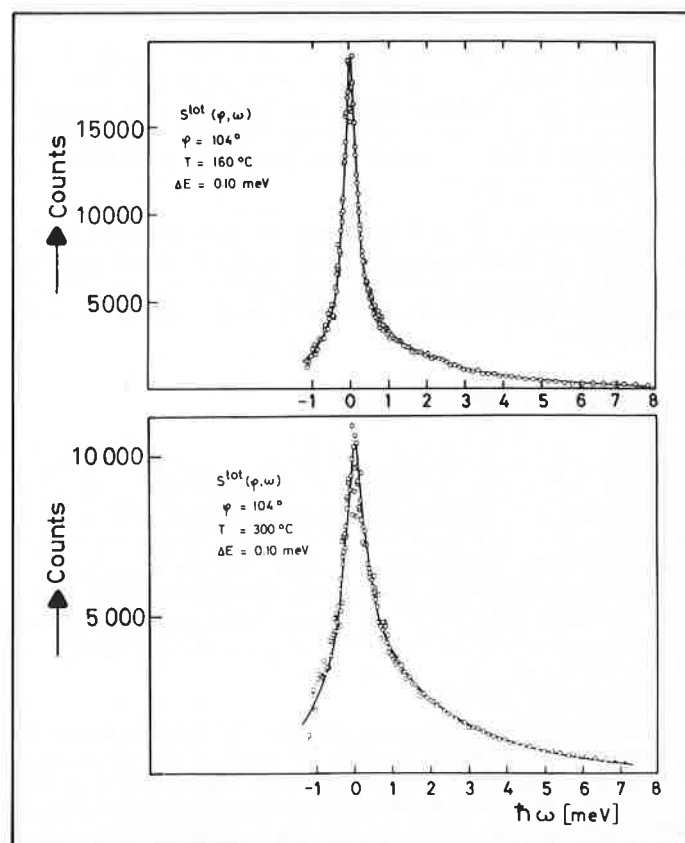


Figure 14. Spectre de diffusion des neutrons de α -AgI à 160 et 300 °C, pour un angle de diffusion de 104°. Le trait plein représente l'ajustement à un modèle du mouvement des ions Ag (d'après la référence 31).

L'analyse des données de la diffusion des neutrons permet d'aller bien au-delà de cette mise en évidence qualitative du mouvement des cations. La connaissance de la fonction $S(Q, \omega)$ entière et non pas d'un paramètre unique comme celui qui est atteint par les mesures macroscopiques du coefficient de diffusion permet de décrire les détails du mouvement. En l'occurrence, les cations diffusent localement dans une cage limitée par des ions iode puis sautent d'une cage à une autre pour donner un mouvement macroscopique. Les données numériques qui décrivent ces différentes phases du mouvement sont précisées dans la référence (31).

IV. Quelques points d'appareillage

Protection des neutrons

Une source intense de neutrons est constituée par le cœur d'un réacteur nucléaire. Un réacteur de recherche à hautes performances comme celui de l'Institut Laue-Langevin (ILL) à Grenoble, a un flux de l'ordre de 10^{15} neutrons/cm²/s. Ce flux est celui que l'on a très près du cœur et tient compte des neutrons se déplaçant dans toutes les directions. Typiquement le flux de neutrons monochromatisés et collimatés qui arrivent sur un échantillon à étudier est réduit par un facteur de l'ordre de $10^7 - 10^8$.

Les neutrons produits par la réaction de fission des noyaux de ^{235}U sont thermalisés par chocs successifs contre les noyaux du modérateur maintenu à une température T . Ces neutrons ont alors un spectre Maxwellien de distribution des vitesses et leur énergie moyenne est :

$$\bar{E} = \frac{1}{2} m_n \bar{v}^2 = \frac{3}{2} k_B T$$

où m_n est la masse du neutron ($m_n = 1,675 \times 10^{-24}$ g).

Pour $T = 300$ K, on a ainsi $\bar{E} \approx 26$ meV. La longueur d'onde associée est alors $\lambda \approx 1,8$ Å. Une particularité importante du réacteur de l'ILL est de disposer de deux modérateurs additionnels, la source froide ($T \approx 20$ K) et la source chaude ($T \approx 2000$ K). On obtient ainsi un flux raisonnable pour des longueurs d'onde de 15 Å et 0,3 Å respectivement.

Nous présentons ci-dessous, brièvement et à titre d'exemple, quatre appareils très utilisés dans le domaine de la chimie, à l'Institut Laue-Langevin et dénommés D1B, D11, IN5 et IN10. Le lecteur intéressé peut se procurer la brochure décrivant tous les appareils de l'ILL (32).

Appareils de diffraction

Nous décrivons deux appareils, très différents dans leur principe et applications. Le diffractomètre pour poudre D1B, équipé d'un multidétecteur, se caractérise par une sensibilité très élevée ; il est irremplaçable pour l'étude de très faibles variations d'intensités (adsorption par exemple ou de la cinétique de réactions chimiques - réaction d'intercalation). L'appareil de diffusion aux petits angles D11 est l'outil primordial pour l'étude de la conformation des chaînes de polymères ou de la forme de molécules biologiques.

Diffractomètre D1B.

Les neutrons sont amenés par un guide de neutrons thermiques et la longueur d'onde utilisée est de 2,4 Å. Son attrait primordial provient de ce que le diffractomètre est équipé d'un multidétecteur courbé couvrant une gamme angulaire de 80°. Ce multidétecteur consiste en 400 cellules ayant une efficacité uniforme et bien constante dans le temps. Il permet un gain de temps considérable : pour un échantillon de 1 à 2 cm³, un très bon diagramme est obtenu en une durée de 2 h environ. Ces performances permettent la détection de très petits phénomènes dans un laps de temps raisonnable.

Appareil de diffusion aux petits angles D11

Cet instrument est situé au bout d'un guide de neutrons froids et la gamme de longueurs d'onde accessibles va de 5 à 20 Å. Il est schématisé sur la figure 15 et est équipé d'un multidétecteur plan de 3808 cellules réparties sur une surface de 64 × 64 cm. Ce détecteur peut être placé à une distance de l'échantillon variant entre 1 et 40 m. La collimation du faisceau incident peut, elle aussi, être variée entre 2 et 40 m, par interposition entre le monochromateur (un sélecteur de vitesse) et l'échantillon de portions de guide. La gamme de transfert de moment ainsi accessible va de 10^{-3} à $0,5 \text{ \AA}^{-1}$. Ceci permet l'étude de structures ayant entre 10 et 5000 Å environ de dimensions caractéristiques.

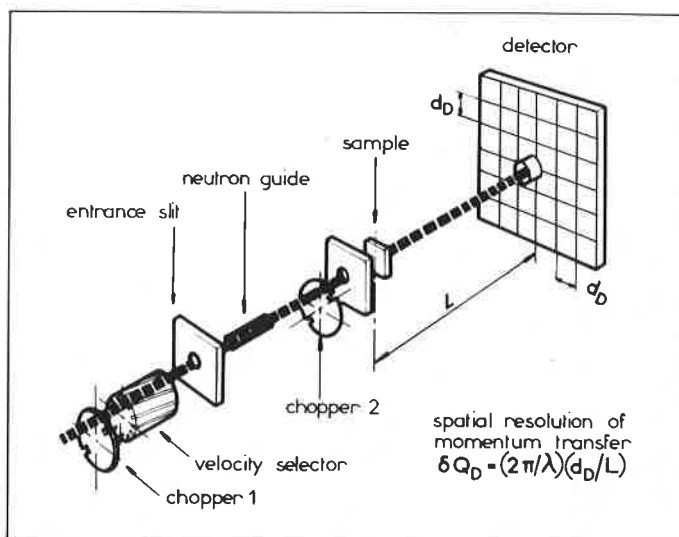


Figure 15. Schéma d'un spectromètre de diffusion élastique aux petits angles (D11 et PILL).

Bien que la brillance d'une source de neutrons soit bien inférieure à celle d'un tube de rayons X, dans le domaine de la diffusion aux petits angles, les neutrons montrent une nette supériorité. Ceci provient d'une part de ce qu'en diffusion aux petits angles, la source de bruit principale est le faisceau direct lui-même. Avec un instrument comme D11 on peut utiliser des distances de collimation allant jusqu'à 40 m, ce qui est bien entendu impossible avec les rayons X. D'autre part, dans le cas de systèmes hétérogènes, l'intensité diffusée est proportionnelle à un facteur de contraste (entre solvant et soluté par exemple), qui est souvent beaucoup plus faible dans le cas des rayons X que dans le cas des neutrons (33). Enfin les multiplicateurs pour rayons X sont toujours en cours de développement.

Appareils de diffusion inélastique

La grande supériorité des neutrons sur toutes les autres techniques spectroscopiques provient de ce que l'on peut faire varier, dans une grande gamme, l'énergie et le transfert de moment. La figure 16 indique à titre d'exemple, le domaine accessible aux spectromètres de l'ILL. Dans le cas de la lumière, on peut obtenir une résolution en énergie excellente, mais le transfert de moment reste inférieur à $2 \times 10^{-3} \text{ \AA}^{-1}$ environ. Au contraire, dans le cas des rayons X, la gamme de Q couverte se rapproche de celle des neutrons, mais la résolution en énergie est assez médiocre (tant que le laser à RX n'aura pas vu le jour !).

Il existe toute une gamme de spectromètres pour l'étude de la diffusion inélastique des neutrons. En particulier l'étude des excitations élémentaires (phonons, magnons...) s'effectue à l'aide de spectromètres 3-axes, où la monochromatisation du faisceau incident et l'analyse en énergie du faisceau diffusé se font à l'aide de monocristaux. Nous décrivons ci-dessous deux instruments très utilisés pour l'étude des mouvements diffusifs, c'est-à-dire pour la diffusion dite quasi élastique. Le spectromètre à temps de vol IN5 permet d'enregistrer beaucoup de spectres simultanément, avec une résolution typique de 20 à 40 μeV . C'est l'appareil de choix pour l'étude des mouvements de réorientations ayant des temps caractéristiques de l'ordre de 10^{-11} s. Le spectromètre à diffusion en retour IN10 permet une bien meilleure résolution en énergie (typiquement 1 μeV), mais sa gamme d'exploration est limitée ($\pm 15 \mu\text{eV}$ environ). Cet appareil permet de mesurer des coefficients d'auto-diffusion très faible ($D \approx 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$) ou des transitions à fréquence très faibles (transitions dues à un effet tunnel par exemple).

Spectromètre à temps de vol IN5

Dans ce spectromètre, schématisé sur la figure 17, les neutrons venant d'un guide de neutrons froids passent à travers une série de trois disques tournant à grande vitesse et comportant une fenêtre

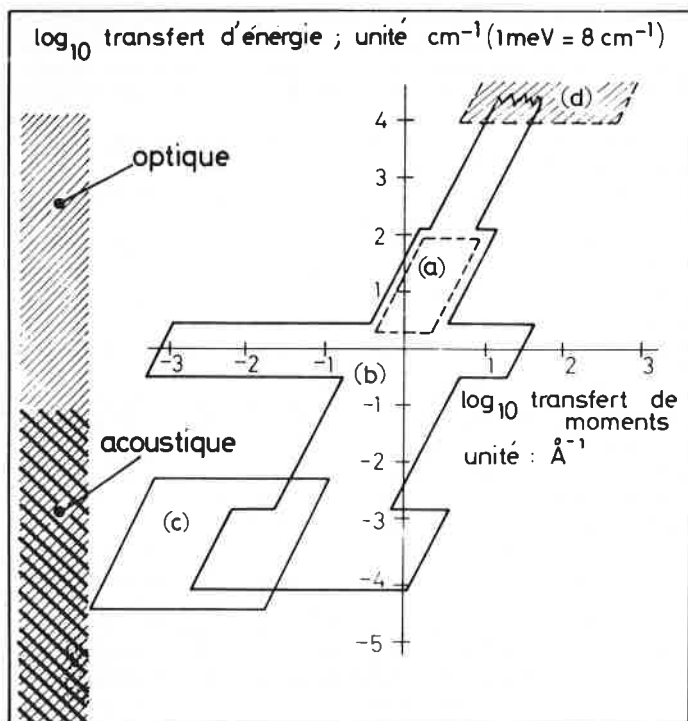


Figure 16. Ordres de grandeur de l'énergie $h\omega$ et des vecteurs d'onde \vec{Q} des mouvements qu'on peut étudier par diffusion inélastique des neutrons à PILL. La zone indiquée en a correspond aux possibilités telles qu'elles apparaissaient en 1970 ; la zone b, aux possibilités actuelles à PILL. Les zones c et d correspondent à des développements techniques en cours (d'après la référence 34).

transparente. On obtient à la sortie des bouffées de neutrons monochromatiques, dont la longueur d'onde peut être variée continûment entre 4 et 15 \AA , en changeant la phase entre les disques. Un quatrième disque qui tourne à une vitesse sous-multiple de la vitesse des trois autres, permet d'ajuster la période entre les bouffées de neutrons. Les neutrons diffusés sont comptés par une série de 100 à 200 boîtes contenant 4 détecteurs à ^3He . La distance entre l'échantillon et les détecteurs est de 4 m, ce qui permet une très bonne précision sur la mesure du temps de vol des neutrons diffusés. Typiquement on enregistre de 20 à 40 spectres simultanément pour des angles de diffusion variant entre 5 et 130°. On obtient ainsi des spectres de temps de vol, dont un exemple est donné sur la figure 12. La résolution de cet instrument se dégrade rapidement lorsque la longueur d'onde décroît. Pour $\lambda = 10 \text{\AA}$ et une vitesse des disques de 15 000 t/mn, on obtient une fonction de résolution ayant une largeur

V. Conclusion

Il nous faut rappeler que nous n'avons pas cherché à être complets. Une quantité d'autres domaines de la chimie que ceux qui sont cités dans cet article ont bénéficié des techniques neutroniques, allant jusqu'à des études de réactivité [cinétique de formation de composés intercalaires par exemple (35)]. Cependant il est clair qu'une description comme la nôtre, qui repose sur des résultats récents, parfois sur des études en cours, n'aurait pas été possible il y a quelques années. L'application des neutrons à la chimie a quitté le stade exploratoire où les chercheurs s'intéressaient plus à étudier les méthodes de la diffraction ou de la diffusion inélastique, qu'à répondre à des questions de structure ou de dynamique moléculaire qu'on ne pouvait résoudre par d'autres méthodes.

Il ne fait pas de doute que la chimie et la physico-chimie (la biologie elle-même pose en général aux neutrons des questions de physico-chimie) abordent une période où elles dialogueront de façon très féconde

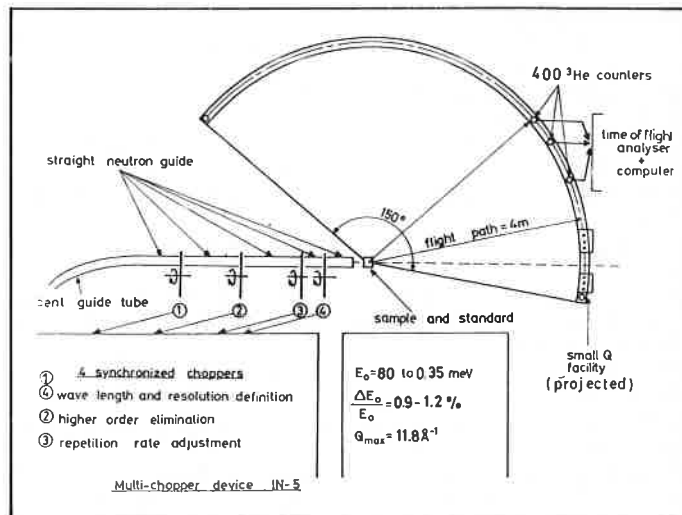


Figure 17. Schéma d'un spectromètre de diffusion inélastique à temps de vol (IN5 de PILL).

totale à mi-hauteur de 20 μeV environ. Il faut noter ici que la forme de cette fonction de résolution est très bien approximée par un triangle (les ailes sont très faibles); ceci est très important pour séparer expérimentalement un pic $\delta(\omega)$ d'une raie élargie (par exemple pour extraire le FSIE).

Spectromètre à diffusion en retour IN10

Ce spectromètre reçoit aussi des neutrons d'un guide de neutrons froids. La monochromatisation est assurée par un monocristal diffusant en retour, ce qui conduit à une longueur d'onde très bien définie. Ceci provient de ce que la résolution d'un faisceau réfléchi par un monocristal est limitée par la perfection (ou large mosaïque $\Delta\theta$) de celui-ci. En rétrodiffusion, la résolution $\Delta\lambda$ du faisceau diffusé dépend seulement au deuxième ordre de $\Delta\theta$. On obtient ainsi un faisceau monochromatique très bien défini ($\Delta\lambda/\lambda \sim 2 \times 10^{-4}$) arrivant sur l'échantillon. Les neutrons diffusés sont alors analysés par un monocristal, travaillant lui aussi en rétrodiffusion, et collectés par un détecteur. On peut mesurer jusqu'à 8 spectres simultanément pour des Q variant entre 0,07 et 2\AA^{-1} environ. Pour pouvoir détecter un changement d'énergie des neutrons lors de leur diffusion par l'échantillon, le cristal monochromateur oscille autour de sa position d'équilibre, le long du faisceau incident. La vitesse instantanée du monochromateur produit, par effet Doppler, un changement de l'énergie des neutrons qui arrivent sur l'échantillon. Ce changement d'énergie est alors compensé exactement par celui qui se produit lors de la diffusion par l'échantillon. On obtient ainsi une fonction de révolution approximativement lorentzienne et de largeur totale à mi-hauteur de 1 μeV typiquement. On peut balayer en énergie sur une gamme de l'ordre de $\pm 15 \mu\text{eV}$.

avec les neutrons. Plusieurs nouvelles sources de neutrons doivent voir le jour dans les années qui viennent, en particulier le réacteur Orphée à Saclay en 1980 et la source pulsée à très haute intensité d'Harwell en 1982.

Il est intéressant d'observer que les chimistes sont dès le départ associés aux choix et à la définition des performances des spectromètres qui seront installés. L'existence d'instruments de performances encore accrues permettra aux neutrons d'accéder à de nouvelles classes de processus chimiques — comblant une fois de plus le fossé qui séparait jadis la physique et la chimie.

Remerciements

Les auteurs remercient le Docteur B. Jacrot pour les fructueuses discussions dont ils ont bénéficié.

Bibliographie

- (1) B. Jacrot, *Rep. Prog. Phys.*, 1976, **39**, 911.
- (2) L. Van Hove, *Phys. Rev.*, 1954, **95**, 249.
- (3) Voir par exemple :
 - a) W. Marshall et S.W. Lovesey, « Theory of Thermal Neutron Scattering », Oxford University Press, 1971.
 - b) H. Boutin et S. Yip, « Molecular Spectroscopy with Neutrons », MIT Press, 1968.
 - c) G.E. Bacon, « Thermal Neutron Diffraction » Oxford University Press, 1976.
- (4) T. Springer, « Quasielastic Neutron Scattering for the Investigation of Diffusive Motions in Solids and Liquids », Springer Tracts in Modern Physics, 1972, **64**.
- (5) a) G.E. Bacon, « Neutron Scattering in Chemistry », Butterworths, 1977.
 - b) H. Dachs, Ed. « Neutron Diffraction », Topics in Current Physics, Vol. 6, Springer Verlag, 1978.
- (6) a) A. Herpin, « Théorie du Magnétisme », PUF, 1968.
 - b) J.B. Goodenough, « Magnetism and the Chemical Bond », J. Wiley, 1966.
- (7) G. Heger et D. Mullen, référence 16a, p. 439.
- (8) P. Charpin, J. Michel et P. Rigny, *J. Inorg. Nucl. Chem. suppl.*, 1976, p. 131.
- (9) M. Prager, B. Alefeld et A. Heidemann dans « Magnetic Resonance and Related Phenomena », p. 389, Proc. of the 19th Congress Ampère, Heidelberg, 1976.
- (10) K. Henning, L.P. Kaun, B. Lippold, S. Matthies, W. Matz, W. Drexel, P. Seyfert et N.I. Moreva, *Solid State Comm.*, 1977, **21**, 297.
- (11) A. Hüller et W. Press, référence 16b, Vol. I, p. 231.
- (12) Voir par exemple : J. Dupuy et A.J. Dianoux Eds. « Microscopic Structure and Dynamics of Liquids », NATO ASI Series, Vol. B. 33, Plenum Press, 1978.
- (13) P. Chieux, « Liquid Structure Investigation by Neutron Scattering », référence 5b, p. 271.
- (14) Voir par exemple : B. Farnoux, *Ann. Phys.*, 1976, **1**, 73.
- (15) J. P. Cotton, D. Decker, H. Benoit, B. Farnoux, J. Higgins, G. Jannink, R. Ober, C. Picot et J. des Cloizeaux, *Macromolécules*, 1974, **7**, 861.
- (16) a) Proc. of the Conference on Neutron Scattering, Gatlinburg, Tennessee 1976 — ORNL Conf. 760601-P1 — National Technical Information Services, U.S. Dept. of Commerce, Springfield, Virginia.
 - b) « Neutron Inelastic Scattering », Proc. Conference AIEA, Vienne, 1977.
- (17) J.K. Kjems, L. Passell, H. Taub, J.G. Dash et A.N. Novaco, *Phys. Rev.*, 1976, **B13**, 1446.
- (18) H. Taub, L. Passell, J.K. Kjems, K. Carneiro, J.P. McTague et J.G. Dash, *Phys. Rev. Lett.*, 1975, **34**, 654.
- (19) C. Marti, B. Croset, P. Thorel et J.P. Coulomb, *Surface Science*, 1977, **65**, 532.
- (20) P. Thorel, B. Croset, C. Marti et J.P. Coulomb, référence 16a, p. 85.
- (21) J.W. White, R.K. Thomas, T. Trewerm, I. Marlow and G. Bomchil, proposé à Surface Science.
- (22) B.C. Tofield, « Structure and Bonding », 1975, **21**, 1.
- (23) J.W. Bats, P. Coppens et A. Kvick, *Acta Cryst.*, 1977, **B33**, 1534.
- (24) J.W. Bats et P. Coppens, *Acta Cryst.*, 1977, **B33**, 1542.
- (25) B. Rees et A. Mitschler, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1976, **98**, 7918.
- (26) P. Coppens, *Israël J. Chem.*, 1977, **16**, 144.
- (27) P. Becker, *Physica Scripta*, 1977, **15**, 119.
- (28) a) A.J. Leadbetter et R.E. Lechner, « Neutron Scattering Studies » dans « The Plastic Crystalline State », J.N. Sherwood Ed., J. Wiley, 1978.
 - b) F. Volino et A.J. Dianoux, « New Developments in Neutron Scattering for the Study of Molecular Systems : Structure and Diffusive Motions » dans « Organic Liquids », A.D. Buckingham, E. Lippert et S. Bratos Eds., J. Wiley, 1978.
- (29) H. Hervet, A.J. Dianoux, R.E. Lechner et F. Volino, *J. Physique*, 1976, **37**, 587.
- (30) G. Eckold, K. Funke, J. Kalus et R.E. Lechner, *J. Phys. Chem. Solids*, 1976, **37**, 1097.
- (31) K. Funke, G. Eckold et R.E. Lechner, référence 12, p. 447.
- (32) « Neutron Beam Facilities at the HFR available for Users. » Secrétariat Scientifique, ILL 156X, 38042 Grenoble Cedex.
- (33) J.P. Cotton, Thèse, 1974. Note CEA-N-1743.
- (34) J. Joffrin, *Courrier du CNRS*, 1978, **27**, 27.
- (35) C. Riekel, proposé à *Solid State Comm.*; C. Riekel, H.G. Reznik, R. Schöllhorn et C.J. Wright, proposé à *J. Chem. Phys.*

Le Microlab 600 réconcilie Beer Lambert avec l'Infra-Rouge

Avec le nouveau spectrophotomètre Infra-Rouge Beckman Microlab 600, des analyses quantitatives :

plus rapides...

Vous entrez le protocole d'analyse dans les mémoires et par simple pression sur un bouton-poussoir vous connaissez le pourcentage de chacun des composants du mélange analysé.

La capacité du Microlab 600 est de cinq protocoles d'analyse, chacun pouvant porter sur six composants.

plus précises...

Pour une meilleure précision le calcul est fait avec une correction de la ligne de base et peut tenir compte d'une non linéarité, par rapport à la loi de Beer Lambert, d'un des composants.

plus simples...

La simplicité du Microlab 600 est assurée par son imprimante qui introduit un dialogue permanent avec l'opérateur; elle l'interroge sur le choix des paramètres puis imprime les résultats.



et des possibilités multiples...

- une recherche automatique des pics d'absorption
- des tracés de spectres avec optimisation des paramètres
- une répétition automatique des spectres à des temps programmés.

La solution à vos problèmes analytiques, c'est le Microlab 600. Pour avoir plus d'information sur ce nouvel instrument Beckman :

Ecrivez nous...

M.....

Société.....

Adresse.....

Tél.....

désire recevoir
une documentation
complète sur le Microlab 600.

Beckman Instruments France
52-54 Chemin des Bourdons,
93220 Gagny
Tél. 388 96 96 Télex 230191

BECKMAN®

Les retombées de la cascade arachidonique

par C. Morin

(Institut de Chimie des Substances Naturelles, C.N.R.S., 91190 Gif-sur-Yvette *)

La connaissance de la « cascade arachidonique », c'est-à-dire du processus par lequel l'acide arachidonique produit par les phospholipides se transforme à son tour, permet de constater un regain d'intérêt et une stimulation nouvelle (s'il en était besoin) de la recherche dans le domaine des prostanoides. Aux prostaglandines produites par cette cascade qui ont été les premières identifiées (voir *L'actualité chimique*, 1973, 3 (juin), 19) sont en effet venus s'ajouter de nouveaux composés de structures différentes mais ayant néanmoins la même origine : les thromboxanes (1) et la prostacycline (2) biologiquement actifs. De plus un intermédiaire commun aux trois grands groupes (prostaglandines, prostacycline, thromboxanes), a pu être isolé : la PGH_2 (prostaglandine endoperoxyde) (3, 4) Le tableau ci-contre montre le chemin biosynthétique par lequel sont respectivement formées ces différentes classes de composés ; il faut également y ajouter d'autres processus de désactivation de l'acide arachidonique par formation d'acides gras insaturés hydroxylés ; il est d'ailleurs tout à fait possible que certaines voies biosynthétiques ne soient pas encore connues (il vient tout récemment d'être fait état de l'isolation de deux nouveaux métabolites de l'acide arachidonique) (5) ou mal élucidées (la structure du thromboxane TXA_2 n'est que supposée).

Une caractéristique commune aux prostanoides biologiquement actifs est une faible durée de vie dans l'organisme (durée de demi-vie de PGH_2 de 5 mn, de 2 à 3 mn pour PGI_2 et de 30 s pour TXA_2) allée à une grande diversité d'action (activités lutéolytique, abortive, cardio-vasculaire, bronchospasmodique, etc...) (voir *L'actualité chimique*, 1973, 3, 19) il convient de plus de noter que certains de ces composés peuvent avoir des activités opposées : ainsi la prostacycline PGI_2 et le thromboxane TXA_2 sont antagonistes vis-à-vis de l'agrégation plaquettaire et il a été ainsi proposé que le phénomène de thrombose résultait d'un déséquilibre de ces constituants au sein de la paroi artérielle.

Un contrôle des différentes étapes de la cascade arachidonique apparaît donc souhaitable de façon à pouvoir obtenir une plus grande efficacité d'action : orienter la biosynthèse vers la formation préférentielle d'un membre de la famille ou remplacer, dans le même but, un composé naturel par un

analogue de synthèse plus spécifique et/ou plus stable. On peut ainsi :

● Favoriser ou empêcher un ou plusieurs chemins biosynthétiques naturels.

Ainsi l'aspirine bloque la synthèse des prostaglandines PGE_2 et PGF_2 mais la PGE_2 injectée directement dans le cerveau n'est pas affectée ; on sait en fait maintenant que l'aspirine comme d'autres agents anti-inflammatoires tels que l'indométhacine inhibe la biosynthèse d'endoperoxyde PGG_2 ce qui ne permet malheureusement aucune sélectivité vis-à-vis des produits formés puisque l'on empêche ainsi la formation du précurseur commun à toute la famille. Par contre un exemple de sélectivité est apporté par la benzydamine dont il a été montré, à l'inverse de l'indométhacine qu'elle inhibait préférentiellement la biosynthèse du thromboxane TXA_2 mais qu'elle affectait moins celle de PGG_2 .

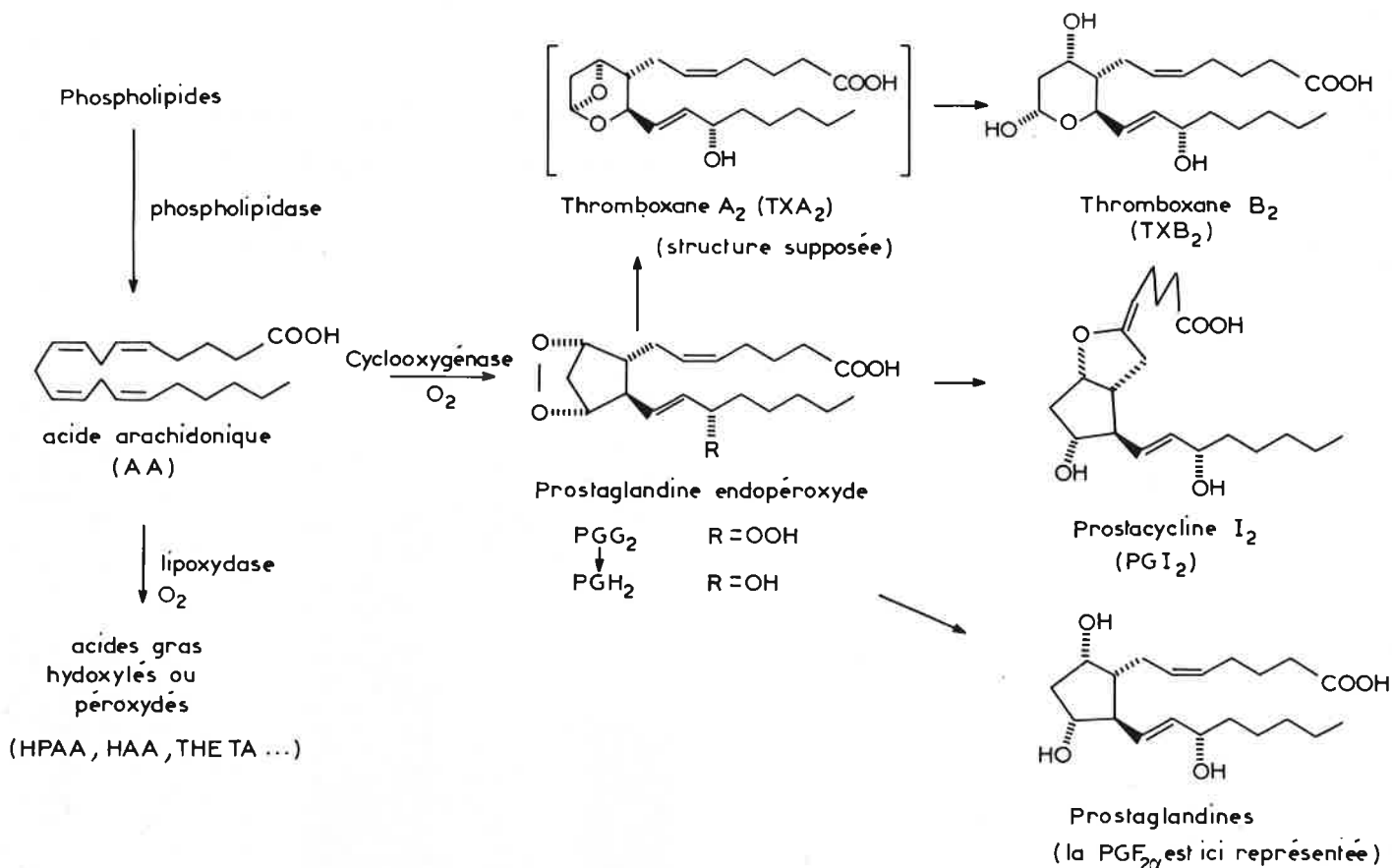
Il a de même été montré qu'un des métabolites de l'acide arachidonique, le 15 HPAA (l'acide hydroperoxy-15 arachidonique), inhibait la formation de prostacycline ; il pourrait s'agir là d'un processus de régulation interne et il faut y rattacher la découverte toute récente (6) du rôle de « messager » de la PGE_2 dans la biosynthèse de la prostacycline vraisemblablement par élévation du taux d'AMP cyclique. Il apparaît donc que les divers dérivés interagissent et qu'une partie des réactions biosynthétiques en jeu peuvent être régulées par l'intermédiaire de composés situés plus en aval de la cascade (feed-back). L'on pense parallèlement que la production d'acides gras insaturés hydroxylés (HAA, THETA) pourrait constituer un moyen naturel interne de désactivation de l'acide arachidonique, ce dernier pouvant être, à fortes doses, toxique.

● Utiliser des analogues des composés naturels de façon à augmenter la durée de vie et/ou la spécificité des composés actifs. C'est là au départ un travail de chimiste et la cible peut être constituée par les molécules finales (PGE_2 , PGF_2 , PGI_2 , TXB_2) ou bien par les maillons de la chaîne (PGH_2 , TXA_2). C'est la raison pour laquelle on a pu assister à un essor impressionnant de la synthèse dans ce domaine depuis les travaux de E.J. Corey à Harvard qui a jeté les bases d'une méthodologie au début des années 70.

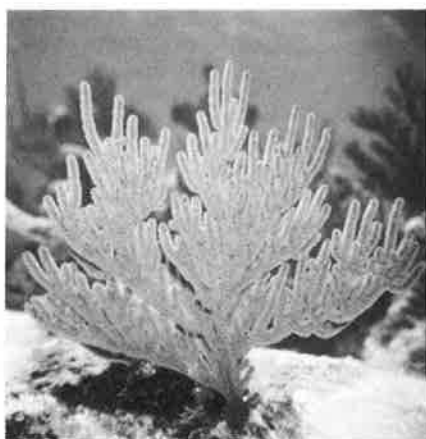
Pour des raisons historiques, les travaux ont d'abord porté sur les prostaglandines elles-mêmes où des modifications très diverses ont été apportées : longueur des chaînes latérales, substitutions, variations de l'encombrement, de la taille du cycle, remplacement

* Adresse actuelle : Laboratoire de chimie organique, Institut Pasteur, 28, rue du Docteur-Roux, 75724 Paris Cedex 15.

La cascade arachidonique



d'un atome de carbone par un hétéroatome ; l'on peut maintenant compter par milliers le nombre de dérivés synthétisés et par centaines le nombre de brevets pris sans que toutefois les résultats, toutes proportions gardées, paraissent à la mesure des efforts.



Plexaura Homomalla, corail des Caraïbes, peut contenir jusqu'à 2-3 % en poids sec de prostaglandines et constitue une source naturelle privilégiée (cliché aimablement fourni par le Dr. Théodor).

Mais l'intérêt a été relancé par la connaissance des maillons de cette cascade arachidonique dans la mesure où le type de modifications peut être apporté aux « derniers-nés » de la famille. L'on assiste ainsi à la préparation d'analogues de la PGH₂ dans lesquels les atomes d'oxygène du cycle sont remplacés par d'autres atomes comme le carbone, le soufre, l'azote ; les premiers résultats sont encourageants et l'on joue sur deux tableaux : les dérivés sont plus stables (et l'on est ainsi plus à même d'évaluer leurs propriétés biologiques) et ils sont plus actifs que leur homologue naturel dans des domaines tels que l'agrégation plaquettaire (5).

Le même phénomène se produit parallèlement avec la prostacycline PGI₂, la plus récemment découverte, qui à la différence des autres membres de la famille est une « hormone » véhiculée par le sang. Du fait de son importance biologique particulière, c'est l'agent inhibiteur de l'agrégation plaquettaire le plus puissant connu, l'élaboration d'analogues plus stables, est activement engagée. Moins de deux ans après l'élucidation de sa structure (7) un certain nombre d'analogues ont déjà été préparés : variations de la position de la double liaison de la chaîne supérieure, remplacement de l'atome d'oxygène du cycle par d'autres atomes (carbone, azote, soufre), augmentation de la taille de ce cycle, présence de substituants (5). Il est enco-

re trop tôt pour dégager des premiers résultats pharmacologiques des relations structure-activité mais, comme dans le cas de PGH₂, on peut déjà remarquer une stabilité des produits plus grande et des activités plus importantes, peut-être en raison de cette stabilité. Il est tout à fait clair que les années ou même les mots qui viennent, verront un nombre grandissant de travaux dans ce domaine : connaissance approfondie du rôle des prostanoides dans l'organisme, de la cascade arachidonique et de ses interconnexions (métabolisme, biosynthèse), des récepteurs, des relations structure-activité chez les analogues synthétiques, etc..., car ce domaine est l'un de ceux où chimistes, biochimistes, pharmacologues et médecins vont vite. Souhaitons que les résultats soient à la mesure des espérances.

Bibliographie

- (1) *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 1974, **71**, 3400 et 3824.
- (2) *Nature*, 1976, **263**, 663.
- (3) *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 1973, **70**, 899.
- (4) *Biochem. Biophys. Acta*, 1973, **326**, 448.
- (5) International symposium on the chemistry and biochemistry of prostanoids, 11-14 juillet 1978, Salford (Grande-Bretagne).
- (6) *Nature*, 1978, **273**, 670.
- (7) *Prostaglandins*, 1976, **12**, 915.

L'utilisation des oxydes de carbone (2^e partie) *

par Raymond P. A. Sneeden

(Institut de Recherche sur la Catalyse, 79 boulevard du 11 novembre 1918, 69626 Villeurbanne)

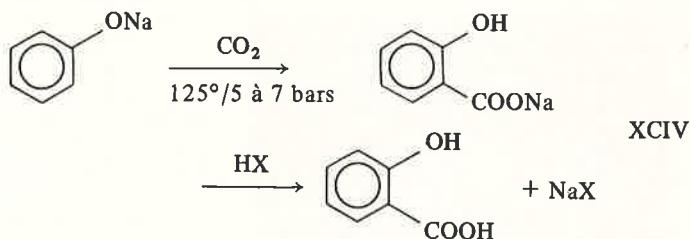
5. Synthèses industrielles à base de CO₂



Le dioxyde de carbone connaît une utilisation commerciale très répandue (réfrigérant, extincteur, composant de boissons, etc...) mais contrairement au monoxyde de carbone, son emploi en chimie industrielle est encore très limité. Ainsi, mise à part la préparation de certains composés inorganiques (carbonates, bicarbonates), peu de synthèses industrielles utilisent le dioxyde de carbone comme produit de base ; parmi celles-ci se trouvent les quatre réactions suivantes :

5.1. Synthèse d'acides carboxyliques (7,110)

Le dioxyde de carbone est à la base de synthèses, par carboxylation, d'acides organiques (7,110) :



Ces réactions font intervenir la réaction d'un carbanion, sous forme soit d'un énolate, soit d'un composé organométallique (80), avec le CO₂. L'anion carboxylate est piégé, sous forme de sel, et comme l'indique la réaction XCIV, la libération de l'acide organique est accompagnée par la formation d'une quantité équivalente de sel NaX. Ce genre de réaction est donc toujours stœchiométrique.

Il convient de rappeler que plusieurs composés organométalliques M - R, où R = allyle, aryle, alkoxy, amide, réagissent avec le dioxyde de carbone, mais les produits de ces réactions dépendent de la nature du centre métallique et des ligands associés à ce centre. Ainsi, les quelques exemples rassemblés dans le tableau I permettent de tirer les conclusions suivantes :

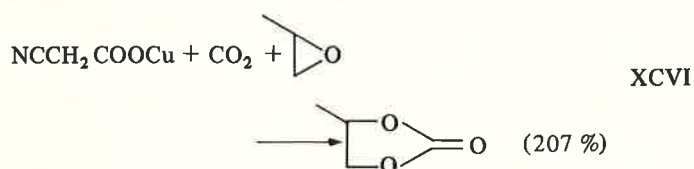
- Dans le cas de certains composés mixtes (N^{os} 5, 6, 8, 9) « l'insertion » du dioxyde de carbone se ferait dans la liaison M - N (M - O) plutôt que dans la liaison M - C. Ce qui impli-

* 1^{re} partie : *L'actualité chimique*, 1979, 1 (Janvier), p. 31.

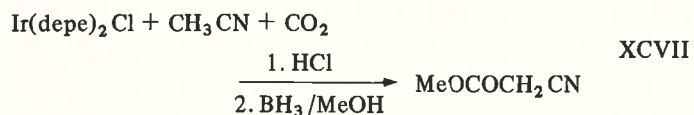
querait des mécanismes réactionnels différents. Effectivement Bree-derveld (120) et Chisholm (112, 113, 115) ont constaté que la réaction entre les amides et le dioxyde de carbone est catalysée par des traces d'amines. D'où il ressort que si l'« insertion » du CO₂ dans la liaison M — R se fait par un mécanisme dipolaire (110, 121), son « insertion » dans la liaison M — N(M — OR) pourrait se faire par l'intermédiaire de l'acide carbamique R₂NCOOH (ROCOOH) :



• Dans plusieurs cas (N^{os} 7, 11, 12, 13, 14, 15) la réaction avec le dioxyde de carbone est réversible sous des conditions réactionnelles douces (35 à 100 °C). De tels composés pourraient éventuellement effectuer le transport ou le transfert du dioxyde de carbone. Saegusa et ses collègues (126) ont effectivement constaté que le composé NCCH₂COOCu effectuait et catalysait la transformation de l'oxyde de propylène en carbonate de propylène :

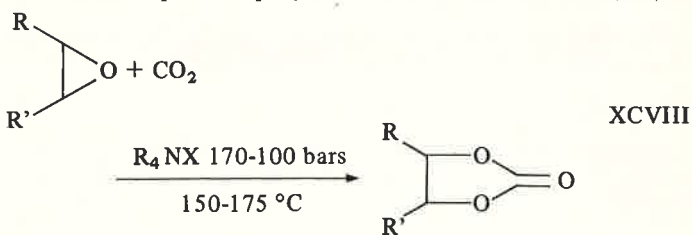


• Dans certains cas (N^{os} 17, 19), la réaction du composé organométallique avec le dioxyde de carbone est accompagnée d'une transformation du groupement organique par clivage d'une liaison C — H. De telles réactions sont impliquées dans l'activation, voire la fonctionnalisation, des alcanes. Herskovitz et English ont réussi à faire réagir l'acétonitrile avec le dioxyde de carbone en présence d'un catalyseur à base d'irridium (134), (depe = Et₂PC₂H₄PEt₂) :

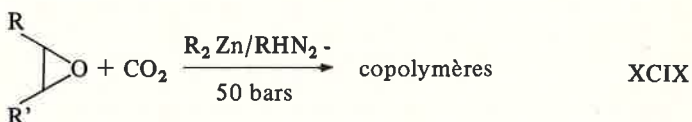


5.2. Synthèse de carbonates organiques

Les carbonates organiques monomères peuvent être préparés quantitativement à partir d'époxydes et de dioxyde de carbone (135) :

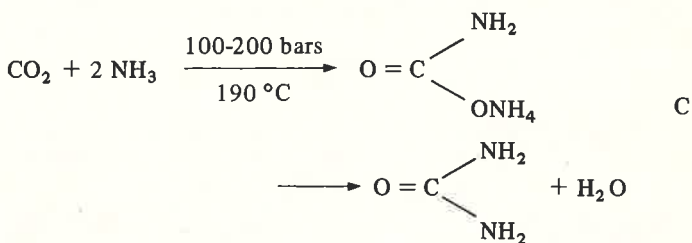


Ces carbonates constituent d'excellents solvants pour plusieurs polymères, tels que le polyacrylonitrile, le nylon, le térylène et le polychlorure de vinyle. Sous d'autres conditions, la réaction du dioxyde de carbone avec un époxyde mène à des polymères qui à leur tour peuvent être transformés thermiquement en un matériau flexible et transparent :



5.3. Synthèse de l'urée

La synthèse de l'urée, à partir de l'ammoniac et du dioxyde de carbone, se déroule suivant les deux étapes indiquées (136) :



La plupart de l'urée produite est utilisée comme engrais, comme

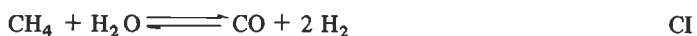
Tableau I. Réaction du dioxyde de carbone avec des composés organométalliques.

Composés	Produits	Remarques	Références
1. M(NMe ₂) ₄	M(OCO.NMe ₂) ₄		111, 112, 113
2. M(NMe ₂) ₅	M'OCO.NMe ₂) ₅	X-Ray (117)	112, 113, 117
3. W ₂ (NMe ₂) ₆	W ₂ (OCO.NMe ₂) ₆	X-Ray (114, 115)	112, 113, 114, 115
4. W(NMe ₂) ₆	W(NMe ₂) ₃ (OCO.NMe ₂) ₃	X-Ray (116)	112, 113, 116
5. W ₂ (NEt ₂) ₄ Me ₂	W ₂ (OCO.NEt ₂) ₄ Me ₂	X-Ray (114)	112, 113, 114
6. P(NMe ₂)(CH ₃)(CF ₃) ₃	P(OCO.NMe ₂)(CH ₃)(CF ₃) ₃	X-Ray (118)	118
7. Mo ₂ (OCH ₂ CMe ₃) ₆	Mo ₂ (OCO.OCH ₂ CMe ₃) ₂ R ₄ R = OCH ₂ CMe ₃	Réversible	119
8. M(NR ₂)R' ₃	M(OCO.NMe ₂)R'		25, 120, 121
9. Sn(OR) _{4-n} R' _n	Sn(OCO.OR) _{4-n} R' _n		25, 121, 122, 123
10. CuMe(PPh ₃) ₂	CuOCO.Me(PPh ₃) ₂		124
11. CuC ≡ CPh(L) ₃	CuOCO.C ≡ CPh(L) ₃	Réversible, pas isolé	125
12. Cu(CH ₂ CN)	Cu(OCO.CH ₂ CN)	Réversible, pas isolé	126
13. Cu(OMe) ₂	Cu(OCO.OMe) ₂	Réversible, pas isolé	127
14. Cu(OBu _t)L	Cu(OCO.OBu _t)L ₃	Réversible	128
15. M(OH)(CO)(L) ₂	M(CO ₂)(CO)(L) ₂ (OH) ou M(OCO.OH)(CO)(L) ₂	Réversible	129
16. RhPh(L) ₃	Rh(OCO.Ph)(L) ₃	X-Ray	130
17. Ir(dmpe) ₂ Cl	IrH(MeCH ₂ COO)PC ₂ H ₄ PMe ₂) (dmpe)Cl		131
18. PdMe ₂ L ₂	Pd(OCO.OH)Me(L) ₂	X-Ray	132
19. Ti(Cp) ₂ Ph ₂	Ti(OCOC ₆ H ₄)(Cp) ₂	X-Ray	133

additif dans la nutrition du bétail et pour la production de produits de condensation avec le formaldéhyde.

5.4. Synthèse du CO

La synthèse du monoxyde de carbone par reformage du méthane à la vapeur d'eau fournit un « syn-gas » riche en hydrogène :



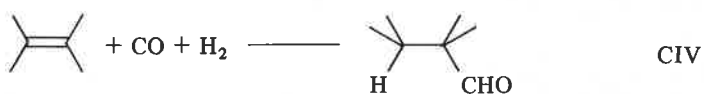
L'introduction du dioxyde de carbone dans le mélange réactionnel permet d'augmenter la proportion de monoxyde de carbone dans ce syn-gas :



Ainsi, en variant les proportions de méthane, d'eau et de dioxyde de carbone, il est possible de produire les proportions de monoxyde de carbone et d'hydrogène requises d'une part par la synthèse du méthanol :



d'autre part, par la réaction d'hydroformylation :



6. Synthèses potentielles à base du CO₂

Il est évident que l'exploitation du dioxyde de carbone dans la synthèse de composés organiques nécessite un apport considérable en énergie (hydrogène, électrons, photons) mais il faut aussi souligner que du point de vue des matières premières le dioxyde de carbone représente une source de carbone non fossile pratiquement inépuisable. Mis à part la polémique énergie contre matières premières, il importe de rappeler ici que le dioxyde de carbone, tout comme le monoxyde de carbone, pourrait être à la base de la synthèse d'une famille de composés telle que celle illustrée dans le schéma 6. Il ressort de ce schéma que le mélange CO₂/H₂ peut remplacer le CO (voire le méthanol) dans plusieurs réactions. Toutefois, il faut signaler que les rendements de ces diverses synthèses sont parfois médiocres.

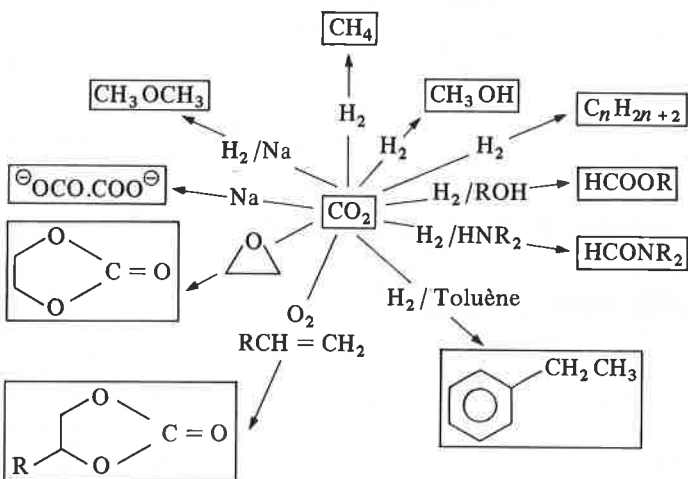
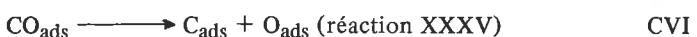


Schéma 6. Famille du CO₂.

6.1. Interaction du dioxyde de carbone et de l'hydrogène

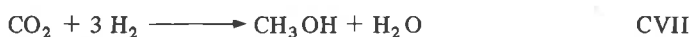
Le dioxyde de carbone, tout comme le monoxyde de carbone, peut servir comme réactif de base dans la synthèse du méthane, du méthanol et des produits Fischer-Tropsch (e.g. 13, 42, 49, 137 à 140, 27). Les mécanismes de ces transformations sont pour l'instant mal définis et l'existence d'un intermédiaire commun dans la réduction du dioxyde de carbone d'une part, et du monoxyde de carbone d'autre part est remise en doute.

Ainsi, si dans la méthanation des oxydes de carbone sur divers métaux (Ni, Rh, Ru) leur adsorption s'avère dissociative (49, 137, 139, 140) :



il semblerait que la spécificité accrue de la méthanation du dioxyde de carbone soit associée avec le deuxième atome d'oxygène (137).

De même, dans la synthèse du méthanol, à partir du dioxyde de carbone, les travaux de Yu B. Kagan et ses collaborateurs (141, 142) indiqueraient que la transformation en méthanol :



se produit indépendamment de celle en monoxyde de carbone :

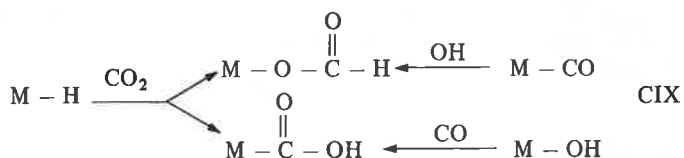


Finalement, dans la synthèse Fischer-Tropsch, l'influence de la composition des réactifs gazeux sur la sélectivité est plutôt complexe, mais il semblerait que dans le cas des réactions s'effectuant à des températures élevées, la pression partielle du dioxyde de carbone influence cette sélectivité (138, 143). Le problème consiste à identifier les intermédiaires dans la réduction du monoxyde de carbone d'une part, et du dioxyde de carbone d'autre part, ce qui le ramène aux études des étapes fondamentales de la co-adsorption des oxydes de carbone et de l'hydrogène et de leur interaction initiale sur divers catalyseurs voire support (section 4,1).

Il convient de souligner que les produits formés par l'interaction, en phase homogène, entre le dioxyde de carbone et les hydrures des métaux de transition dépendent des conditions réactionnelles, de la nature du centre métallique et des ligands associés avec ce centre. Ainsi, comme le démontrent les quelques exemples cités dans le

tableau II, cette réaction peut mener à des formiates (MOCH), à des composés hydroxycarbonylés (MCOH), ou bien à des carbamates (MOCNR₂), ou monoalkylcarbonates (MOCOR).

La formation des deux premiers types de composés (N^{os} 1, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, tableau II) se déroule en milieu inerte et correspond à une addition dipolaire du CO₂ à l'hydruire métallique :

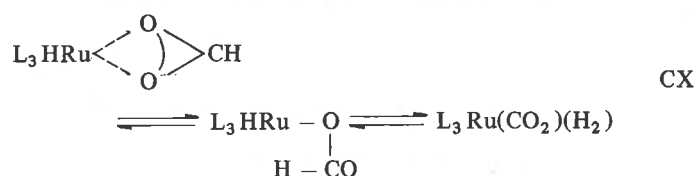


Des études spectroscopiques et diffractométriques ont établi que le produit de réaction entre le dioxyde de carbone et l'hydruire de ruthénium (Ph₃P)₃RuH₄ était bien le formiate (Ph₃P)₃HRuOCOH (148). Pourtant, ce même complexe en solution

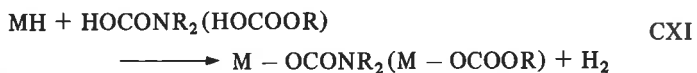
Tableau II. Réaction du dioxyde de carbone avec des hydrures organométalliques.

Composés	Produits	Remarques	Références
1. $t\text{-PtH}_2\text{L}_2$	$L = P(C_6H_{11})_3$ solvant, benzène	$t\text{-HPt}(\text{OCO.H})\text{L}_2$	X-Ray Réversible 144
2. $t\text{-PtH}_2\text{L}_2$	$L = P(C_6H_{11})_3$ solvant, méthanol	$t\text{-HPt}(\text{OCO.OMe})\text{L}_2$	X-Ray 144
3. PtHL_2Cl	$L = \text{PPh}_3$	« Formiate »	145
4. RuH_2L_4	$L = \text{PPh}_3$	$\text{HRu}(\text{OCO.H})\text{L}_3$	X-Ray Réversible 146, 147, 148
$\text{RuH}_2(\text{N}_2)\text{L}_3$	$L = \text{PPh}_3$		
RuH_4L_3	$L = \text{PPh}_3$		
5. $\text{RuHL}_5.\text{PF}_6$	$L = \text{PMe}_2\text{Ph}$ solvant ROH, R = Me, Et	$\text{Ru}(\text{OCO.OR})\text{L}_4.\text{PF}_6$	149
6. $\text{RuHL}_5.\text{PF}_6$	$L = \text{PMe}_2\text{Ph}$, en présence HNMe_2	$\text{Ru}(\text{OCO.NMe}_2)\text{L}_4.\text{PF}_6$	X-Ray 150
7. RuH_2L_4	$L = \text{PPh}_3$, en présence HNMe_2	$\text{Ru}(\text{OCO.NMe}_2)\text{L}_3\text{H}$	150
8. RuH_2L_4	$L = \text{PPh}_3$ solvant ROH R = Me, Et	$\text{Ru}(\text{H})(\text{OCO.OR})\text{L}_3$	149
9. $\text{Os}(\text{CO})(\text{H})\text{ClL}_3$	$L = \text{PPh}_3$	« Formiate »	145
10. IrH_3L_3	$L = \text{PPh}_3$	« Formiate »	145
11. IrHL_3Cl_2	$L = \text{PPh}_3$	« Formiate »	145
12. $\text{FeH}_2(\text{N}_2)\text{L}_3$	$L = \text{PEtPh}_2$	$\text{Fe}(\text{OCO.H})_2\text{L}_2$	151
FeH_4L_3	$L = \text{PEtPh}_2$		
13. $\text{Re}(\text{CO})_2\text{HL}_3$	$L = \text{PPh}_3$	$\text{Re}(\text{OCO.H})(\text{CO})_2\text{L}_2$	152
14. $\text{CoH}(\text{N}_2)\text{L}_3$	$L = \text{PPh}_3$, en présence de PPh_3	$\text{Co}(\text{OCO.H})\text{L}_3$	+ MeBr donne HCOOMe 153, 154
CoH_3L_3	$L = \text{PPh}_3$, en présence de PPh_3		
15. $\text{Co}(\text{N}_2)\text{L}_3$	$L = \text{PPh}_3$	$(\text{Co}(\text{COO})\text{L}_2)_n$	+ MeI donne CH_3COOMe 155
16. $\text{Co}(\text{N}_2)\text{HL}_3$	$L = \text{PPh}_3$	$\text{Co}(\text{OCO.H})\text{L}_n$ et $\text{Co}(\text{COO})\text{L}_n$	+ MeI donne HCOOMe et CH_3COOMe 121, 156, 157, 158
17. RhH L_4	$L = \text{PPh}_3$	$\text{H}_2\text{Rh}_2(\text{CO}_2)\text{L}_6(\text{S})$	Réversible 146

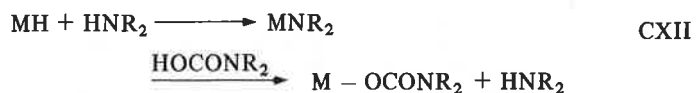
libère facilement le dioxyde de carbone même sous l'action de l'hydrogène ou de l'azote, d'où il faut conclure à l'existence d'un équilibre (121), qui ferait intervenir une élimination $\beta\text{-MH}$ ($L = \text{PPh}_3$):



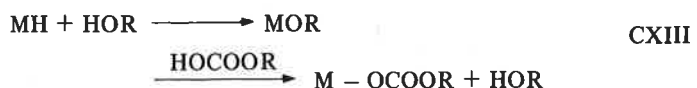
La formation des carbamates ou des alkylcarbonates a lieu en présence d'amines ou d'alcools (N° 2, 5, 6, 7, 8, tableau II) et pourrait se dérouler par la réaction de l'acide carbamique HOCONR_2 ou son analogue oxygéné HOCOOR soit avec l'hydrure métallique :



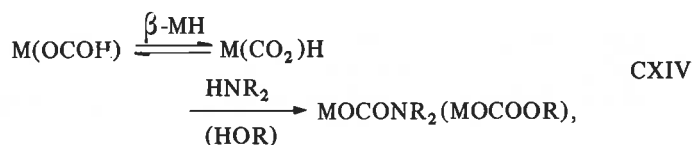
soit avec l'amide ou l'alkoxyde métallique (114) :



ou

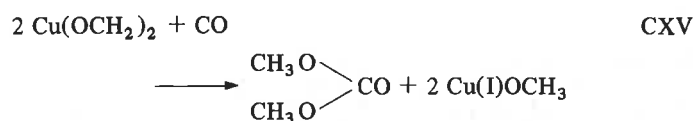


Les formiates de ruthénium $\text{Ru}(\text{OCOH})\text{L}_4.\text{PF}_6$ ($L = \text{PMe}_2\text{PPh}_3$) et $\text{HRu}(\text{OCOH})\text{L}_3$ ($L = \text{PPh}_3$) sont transformés en alkylcarbonate ($\text{L}_4\text{RuOCO.OR.PF}_6$) et en carbamate $\text{HRu}(\text{OCONMe}_2)\text{L}_3$ sous l'action d'un alcool (ROH) ou de la diméthylamine respectivement (149, 150). Ces réactions, qui pourraient faire intervenir un complexe du CO_2 comme intermédiaire (149) ($M = \text{Ru}$ et les ligands) :



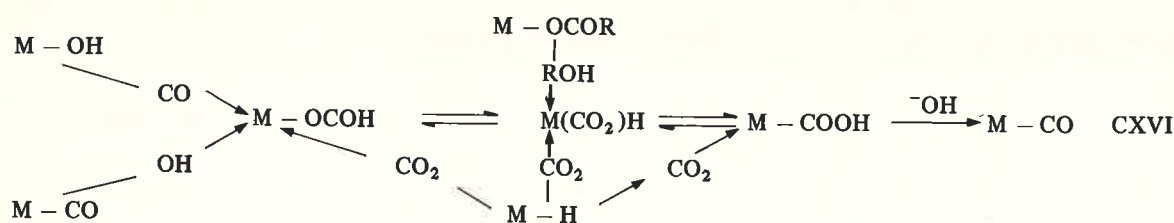
établissent un lien entre les composés carbamates (ou alkylcarbonates) et les formiates. Les formiates, à leur tour peuvent être préparés à partir soit du CO soit du CO_2 (Réaction CIX).

Le monoxyde de carbone réagit avec le méthylate cuivrique pour donner, par une réaction d'oxydo-réduction, le carbonate de méthyle (159).

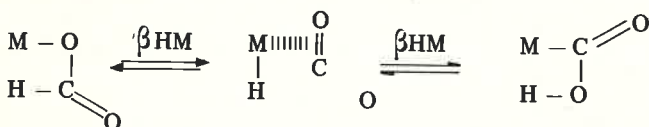


De plus les composés hydroxycarbonylés sont des intermédiaires dans la réaction des carbonyles métalliques avec des alcalins (voir réaction LIV, section 4.2).

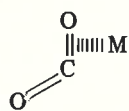
Ainsi, les formiates, les composés hydroxycarbonylés, les alkylcarbonates (carbamates) et les complexes du CO_2 constituent des points de jonction entre les chimies du CO et du CO_2



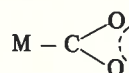
Les transformations des formiates et des composés hydroxycarbonylés en complexes métalliques du dioxyde de carbone pourraient se dérouler par des éliminations $\beta - H - M$:



que l'association du CO_2 avec un centre métallique peut se faire :



• sous forme d'un complexe oxycarbonyle :

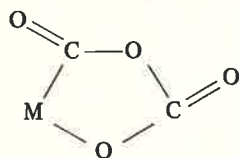


En effet, en ce qui concerne les complexes organométalliques du CO_2 , les quelques exemples rassemblés dans le tableau III indiquent

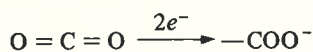
Tableau III. Complexes organométalliques du dioxyde de carbone.

Produits de départ	Composés	Produits	Remarques	Réf.
1. NiL_3 $[NiL_2]_2 N_2$ $NiBr_2 L_2$	$L = P(C_6H_{11})_3$ $L = P(C_6H_{11})_3$ $L = P(C_6H_{11})_3$ et Na	 $L_2 Ni - OCO - NiL_2$	$V_{max} 1740(VS) 1698(V.W)$ $1150(S)$ X-Ray (160)	160
2. $L_2 Ni(CO)_2$	$L = P(C_6H_{11})_3$	$L_2 Ni - OCO - NiL_2$	$V_{max} 1742(Sh) 1736(VS)$ $1695(V.W.) 1148(S)$	160, 161
3. $Ir(dmpe)_2 Cl$ 4. $Ir(diars)_2 Cl$	$dmpe = Me_2PC_2H_4PMe_2$ $diars = o-(Me_2As)_2C_6H_4$	$Ir(dmpe)_2 COO$ $Ir(diars)_2 COO$	$V_{max} 1550, 1230$ $V_{max} 1550, 1220$	131 131
5. $IrCl(C_8H_{14})(PMe_3)_3$		 $(Me_3P)_3 Cl Ir$	X-Ray (162) $V_{max} 1725(S) 1680(S) 1648(Sh)$ $1605(m) 1290(S) 1005(m) 790(m)$	162
6. $[RhCl(C_2H_4)_2]_2$ $RhClL_3$	$L = P(Bu_n)_3$ En présence de L	$ClL_2 Rh$	$V_{max} 1668, 1630, 1165, 1120$	163
7. $[RhCl(C_2H_4)_2]_2$	En présence de 6 L $L = PEtPh_2$	$ClL_3 RhCOO$	$V_{max} 1675 VS, 1625 W$ Réversible	163
8. $[RhCl(C_2H_4)_2]_2$	En présence de 4 L $L = PEtPh_2$	 $ClL_2 Rh$	$V_{max} 1655, 1625$	163
9. $[RhCl(C_2H_4)_2]_2$	En présence de 6L $L = PEt_2Ph$	$ClL_3 Rh - COO$	$V_{max} 1670 VS, 1635 Sh, 1255,$ $963, 780, Réversible$	163
10. $[RhCl(C_2H_4)_2]_2$	En présence de 4 L $L = PEt_2Ph$	 $ClL_2 Rh$	$V_{max} 1658, 1620, 1238, 827$	163
11. $[RhCl(C_2H_4)_2]_2$	En présence de L $L = PMe_2Ph$	 $ClL_2 Rh$	$V_{max} 1657(S), 1627(S), 1217,$ $996, 823, Réversible$	163
12. $[RhCl(C_2H_4)_2]_2$	En présence de L $L = PMePh_2$	$ClL_3 Rh - COO$	$V_{max} 1673 S, 1635 Sh, 1290,$ $1000, 822, 760, Réversible$	163
13. $Mo(N_2)_2 L_4$ 14. $Mo(CO)_2 L_4$	$L = PMe_2Ph$ $L = PMe_2Ph$, en C_4H_8O	$Mo(CO)_2 L_4$ $(OC)L_3 Mo [O.CO.O]_2 ML_3 (CO)$	$V_{max} 1760, 1510, 1335$ $V_{max} 1835$ X-Ray	164 164
15. PtL_n 16. $[Rh(CO)_2 L]_2 C_6H_6$	$L = PPh_3$ $n = 4, 3, 2$ $L = PPh_3$	$L_2 Pt(O.CO.O)$ (carbonate) $L_3 Rh_2(CO)_2(CO)_2.C_6H_6$ $L_3 Rh_2(CO)_2(CO)_2.C_6H_6$	$V_{max} 1685, 1180, 980$ X-Ray $V_{max} 1970, 1600, 1355, 825$	165 166
17. $L_3 RhCl$	$L = PPh_3$	$L_5 Rh_2 Cl_2 CO_2$	$1498, 1368, 813$ $V_{max} 1630$	167

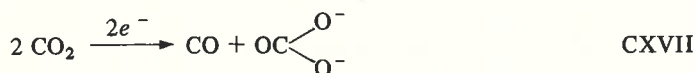
- sous forme d'un complexe métallocyclique :



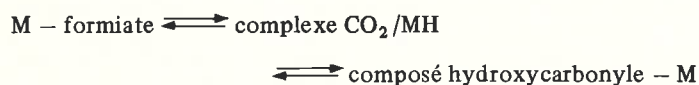
Un tel métallo-cycle pourrait intervenir dans la dismutation du CO_2 , car si un apport de deux électrons à une molécule de CO_2 mène à la transformation



l'apport de deux électrons à deux molécules de CO_2 peut mener à la dismutation suivante (164) (voir N° 14, tableau III et section 6.6.4.) :



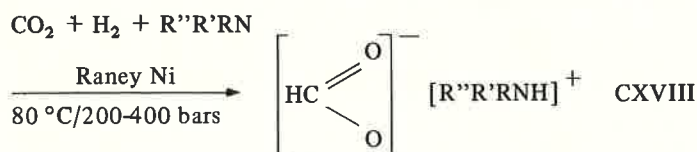
De même un équilibre



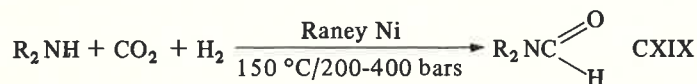
pourrait intervenir dans l'hydrogénation du CO_2 en méthanol d'une part et en CO de l'autre (voir réactions CVII et CVIII).

6.2. Synthèse des formamides et des formiates

Les produits obtenus par hydrogénation du dioxyde de carbone dépendent non seulement des conditions réactionnelles (voir section 6,1) mais aussi des réactifs présents. Ainsi, Farlow et Adkins ont trouvé qu'en présence d'amines (primaires, secondaires ou tertiaires) le dioxyde de carbone est réduit en « formiate » sur un catalyseur de nickel à 80 °C (200 à 400 bars) (168) :



Dans le cas des amines primaires et secondaires, la température de réduction est importante car de 150 à 250 °C le produit n'est plus le sel formiate mais le formamide correspondant (168) :



Cette même transformation, du dioxyde de carbone en dialkyl formamides, peut être effectuée catalytiquement en phase homogène moyennant des complexes de faible valence des métaux de transition. Ainsi, Haynes, Slauch et Raley ont trouvé que les composés figurant dans le tableau IV catalysent la synthèse du diméthylformamide à partir de la diméthylamine, du dioxyde de carbone et de l'hydrogène à une pression initiale de 50 à 60 bars (169).

L'emploi d'amines primaires dans cette réaction en phase homogène

mène à la formation soit de carbamates ($\text{RNHCONH}_3\text{R}$) soit de formamides (RNHCH) (169). Par contre, l'emploi d'amines tertiaires peut mener à un tout autre résultat. Ainsi, Inoue, Sasaki et

Hashimoto ont observé qu'en présence d'amines tertiaires et d'alcools les complexes des métaux de transition figurant dans le tableau V catalysent la formation de formiates (170).

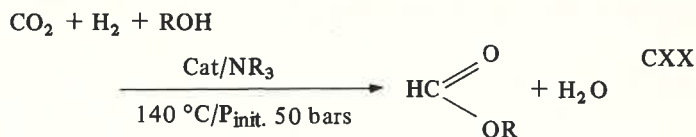


Tableau IV. Formation du diméthylformamide à partir de $\text{CO}_2/\text{H}_2/\text{HN}(\text{CH}_3)_2$ (169).

Catalyseur	T °C	Rdt (mmoles DMF/mmole catalyseur)
$(\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{CH}_2\text{PPh}_2)_2\text{CoH}$	100	5
$(\text{Ph}_3\text{P})_3\text{RhCl}$	100	43
$(\text{Ph}_3\text{P})_2(\text{CO})\text{RhCl}$	100	1
$(\text{Ph}_3\text{P})_2(\text{CO})\text{IrCl}$	100	28
$(\text{Ph}_3\text{P})_2(\text{CO}_3)\text{Pd}$	100	126
$(\text{Ph}_3\text{P})_2(\text{CO}_3)\text{Pt}$	125	104
$(\text{Ph}_3\text{P})_3\text{Pt}$	125	19
$(\text{Ph}_3\text{P})_3\text{RuCl}_2$	125	8
$(\text{Ph}_3\text{P})_3\text{CuCl}$	100	8
$\text{H}_2\text{PtCl}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	125	11

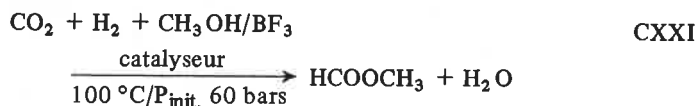
Tableau V. Formation du formiate d'éthyle à partir de $\text{CO}_2/\text{H}_2/\text{EtOH}/\text{NEt}_3$ (170).

Catalyseur	Rdt mmole HCOOEt/mmole catalyseur
$(\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{CH}_2\text{PPh}_2)_2\text{FeH}_2$	2
$(\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{CH}_2\text{PPh}_2)_2\text{CoH}$	5
$(\text{Ph}_3\text{P})_3\text{Co} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \text{C} - \text{H}$	2
$(\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{CH}_2\text{PPh}_2)_2\text{Ni}$	1
$(\text{Ph}_3\text{P})_4\text{RuH}_2$	26
$(\text{Ph}_3\text{P})_3\text{RhCl}$	30
$(\text{Ph}_3\text{P})_3\text{IrH}_3$	18
$(\text{Ph}_3\text{P})_4\text{Pt}$	4

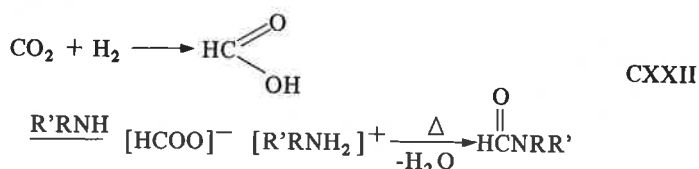
Tableau VI. Formation du formiate de méthyle à partir de $\text{CO}_2/\text{H}_2/\text{BF}_3/\text{CH}_3\text{OH}$ (171).

Catalyseur	T (°C)	Rdt mmole HCOOCH ₃ /mmole catalyseur, L = PPh ₃
L_4RuCl_2	100	9,0
L_4RuCl_2	20	1,1
L_4RuH_2	100	4,2
L_4RuH_2	20	0,6
$\text{L}_3\text{Ru}(\text{H})\text{Cl}$	100	17,0
L_3RuCl_2	100	9,8
L_3IrH_3	100	38,2
L_3IrH_3	20	0,9
$\text{L}_3\text{Ir}(\text{H})\text{Cl}_2$	100	0,2
$\text{L}_2\text{Ir}(\text{CO})\text{Cl}$	100	0,2
$\text{L}_3\text{Os}(\text{CO})(\text{H})\text{Cl}$	100	0,6
$(\text{Et}_3\text{P})_2\text{PtCl}_2$	100	0,1

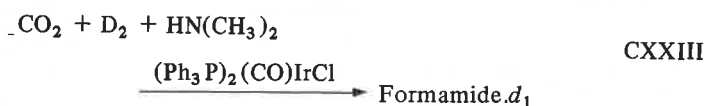
Kolomnikov, Lobeeva et Vol'pin ont démontré que ces mêmes catalyseurs étaient actifs dans une autre synthèse du formiate de méthyle. En effet, en présence de réactifs esterifiants, la réduction de dioxyde de carbone moyennant les catalyseurs énumérés dans le tableau VI mène au formiate de méthyle (145, 171) :



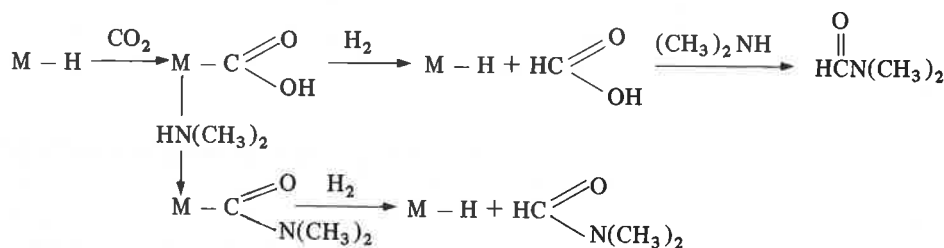
Il y a peu d'informations concernant le mécanisme de ces différentes réactions. En ce qui concerne la synthèse des formamides, Farlow et Adkins ont proposé que l'étape essentielle était la réduction du dioxyde de carbone en acide formique et ce dernier est ensuite transformé en sel puis en amide :



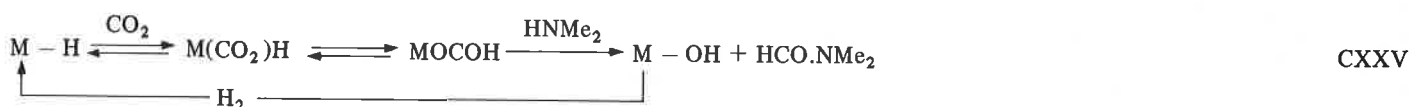
Mais vu l'instabilité de l'acide formique dans de tels milieux réactionnels (121), il est peu probable que l'acide formique libre soit un intermédiaire réactionnel, et il faut s'attendre à ce que cet intermédiaire soit plutôt un produit de transformation du dioxyde de carbone. Il a déjà été mentionné que la réaction du dioxyde de carbone avec des hydrures des métaux de transition peut mener entre autre soit à des formiates soit à des complexes hydroxycarbonyles (voir tableau II, section 6.1, 172, 173). De tels complexes ont été proposés comme étant des intermédiaires dans la transformation des dioxydes de carbone en formiates et en formamides (169, 121). Haynes, Slauch et Kohnle (169) ont constaté que dans la réaction :



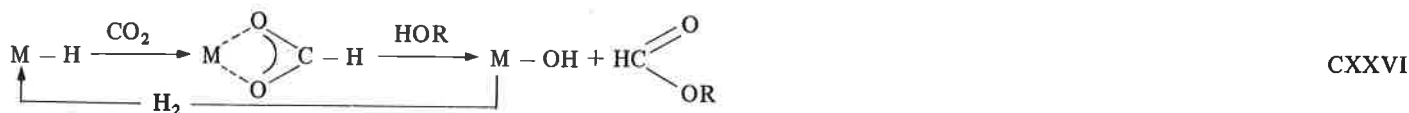
l'amine mais non le formamide subissait un échange isotopique, et que la composition isotopique du formamide dépendait de celle de la diméthylamine. D'où ils conclurent que la formation du formamide se faisait non par hydrogénolyse d'une liaison C - M :



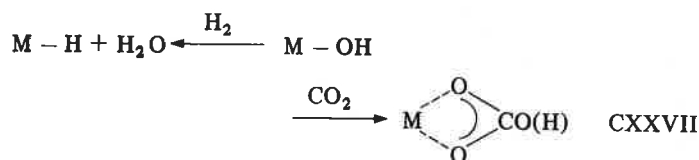
mais plutôt par ammonolyse (169) :



La formation des formiates se ferait par alcoololyse :



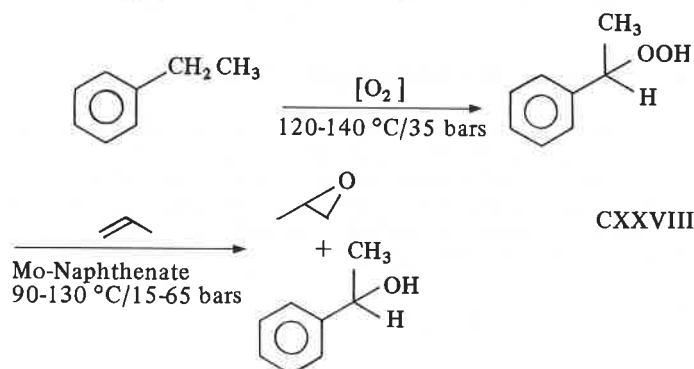
Ces mécanismes posent quand même quelques problèmes, ainsi pourquoi le composé « hydroxyde » n'est-il pas transformé en « carbonate » plutôt qu'en hydruure ? :

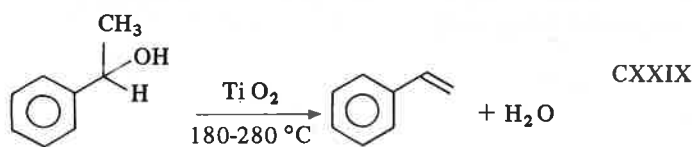


De plus, Ashworth, Nolte et Singleton ont démontré qu'un formiate de ruthénium réagit avec la diméthylamine pour donner non le formamide, mais un carbamate (réaction CXIV) et ils n'ont pas réussi à réduire ce dernier en formamide (150) : En vue de l'importance de ces transformations du dioxyde de carbone, il convient d'étudier plus profondément le rôle précis de ces « formiates-métalliques » et leur évolution réactionnelle en fonction de leur structure et du milieu réactionnel.

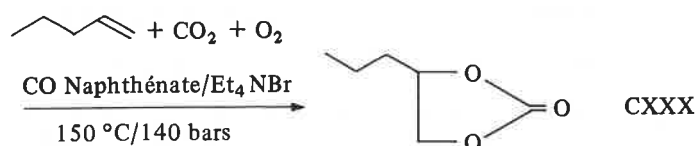
6.3. Synthèse de carbonates d'alkyle (esters carboniques)

La synthèse de carbonates d'alkyle à partir du dioxyde de carbone (section 5.2) nécessite des époxydes. Ces derniers sont préparés par l'oxydation ménagée d'oléfines, soit avec de l'oxygène et un catalyseur en argent comme dans la synthèse de l'oxyde d'éthylène (réaction XCII, section 4.10) soit par l'intermédiaire d'un peroxyde organique et d'un catalyseur au molybdène comme dans le procédé « Oxiran » (27) :

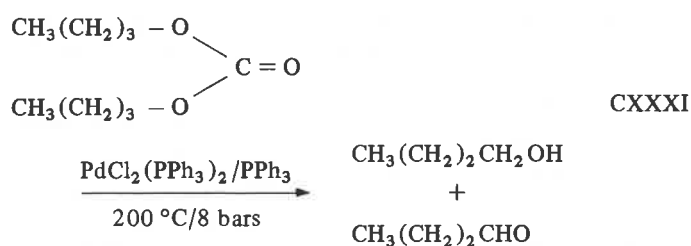




La possibilité d'effectuer le passage direct d'une oléfine au carbonate correspondant moyennant un catalyseur à base de cobalt a été revendiquée (174) :



Les rendements cités sont faibles, de l'ordre de 30 %, mais cette réaction est intéressante non seulement à cause de la valeur des produits, en tant que solvants, mais aussi à cause de leur éventuelle transformation. Ainsi, les carbonates de dialkyle ont été transformés en aldéhydes et en alcools (175) :

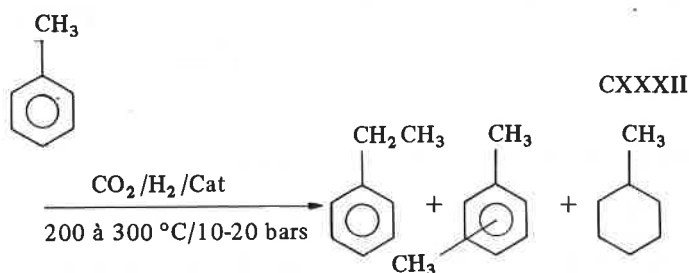


6.4. Alkylation de composés aromatiques

L'emploi du méthanol (un dérivé du monoxyde de carbone) dans la méthylation de divers composés aromatiques est bien connu, ainsi que la transformation du dioxyde de carbone en méthanol. La méthylation directe de composés aromatiques au moyen d'un mélange de dioxyde de carbone et d'hydrogène est d'autant plus intéressante qu'elle permet d'éviter la réaction : $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ (176, 177).

Les catalyseurs sont du genre Fischer-Tropsch (voir tableau VII) et dans le cas des hydrocarbures aromatiques les produits sont des

mélanges assez complexes renfermant des produits d'hydrogénation et de méthylation (transméthylation) :



Par contre, la pyridine peut être transformée, à faible conversion, en α -picoline avec une très haute sélectivité (176) ; et le phénol réagit avec un mélange de dioxyde de carbone et d'hydrogène sur un catalyseur $\text{CuO} - \text{ZnO}$ pour donner, avec 54 % de rendement, l' o -crésol (177).

6.5. Acide oxalique

L'hydrodimérisation du dioxyde de carbone en acide oxalique peut être effectuée soit par voie chimique avec l'amalgame de sodium (178) soit par voie électrochimique (e.g. 179, 180, 181, 182) :



6.6. Autres transformations du dioxyde de carbone

D'autres transformations du dioxyde de carbone ont été soit décrites soit revendiquées ainsi :

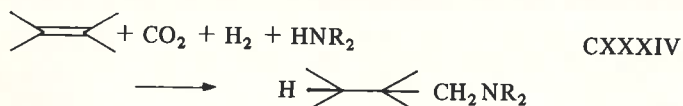
6.6.1. Synthèse d'alkylamines

Des catalyseurs de fer à 160°C/200 bars transforment un mélange de dioxyde de carbone, d'hydrogène et d'ammoniac en alkylamines (140). De même le dioxyde de carbone peut remplacer le monoxyde de carbone dans la synthèse d'alkylamines, avec un

Tableau VII. Méthylation moyennant le dioxyde de carbone et l'hydrogène (176).

Catalyseurs	Réaction	Substrats	Conversion (%)	Temp. (°C)	Produits (%)
Co - ThO ₂ - Kieselguhr	Flow	Toluène	18	250	Benzène (6,7); Méthylcyclohexane (62,3); Ethylbenzène (3,1); <i>m</i> et <i>p</i> -xylène (16,9) <i>o</i> -xylène (1,7)
Co - ThO ₂ - Kieselguhr	Batch	Toluène	3	200	Benzène (9,9); Méthylcyclohexane (26,9); Ethylbenzène (12,2); <i>m</i> et <i>p</i> -xylène (51,0)
«Co-boride» diatomaceous earth	Batch	<i>o</i> -Xylène	6,4	225	 (4.1)
Ni - ThO ₂ - Kieselguhr	Batch	Pyridine	4,3	230	 (88)

catalyseur Mo/Cu, à partir d'oléfines (183) :

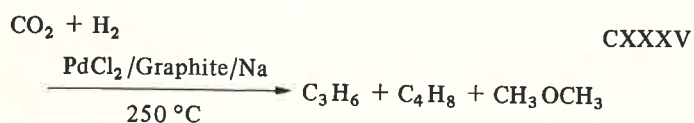


6.6.2. Aldéhydes, cétones, alcools, acides

Le dioxyde de carbone peut également remplacer le monoxyde de carbone dans des réactions d'hydroformylation avec des catalyseurs à base de silice (184) ou de cobalt (185). De plus, la formation de l'acide acétique à partir du méthane et du dioxyde de carbone, réaction peu favorable thermodynamiquement, a été revendiquée dans des vieux brevets (186).

6.6.3. L'éther méthylique

Schekawa et ses collègues ont constaté que des catalyseurs intercalaires du graphite dopés au sodium transformeraient le mélange de dioxyde de carbone et d'hydrogène en éther méthylique (187) :

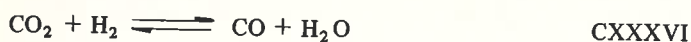


La formation de l'éther méthylique ne se fait qu'après un laps de temps et serait favorisée par la présence de méthanol ou de formaldéhyde dans le milieu réactionnel.

Les conversions et les sélectivités de ces réactions sont en général faibles et les produits sont souvent des mélanges assez complexes. Néanmoins, il ressort de ces travaux que le dioxyde de carbone, en présence d'un catalyseur, peut agir comme accepteur d'hydrogène, et, en plus, que le dioxyde de carbone mélangé peut remplacer le monoxyde de carbone dans certaines réactions.

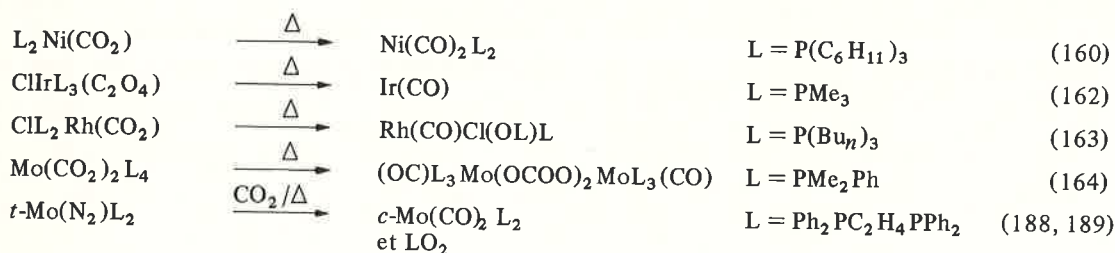
6.6.4. Réduction (désoxygénation) du dioxyde de carbone

Le dioxyde de carbone est relié au monoxyde de carbone par la réaction du gaz à l'eau :



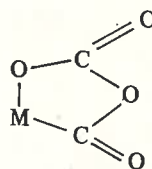
et dans cette réaction, l'hydrogène agit en tant qu'accepteur d'oxygène. Mais il importe de rappeler que la transformation du dioxyde de carbone en monoxyde de carbone peut être accomplie en utilisant d'autres accepteurs d'oxygène (160, 162, 163, 164, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194).

Ainsi plusieurs complexes du dioxyde de carbone avec des métaux de transition (voir tableau III) subissent cette transformation stœchiométriquement (160, 162, 163, 164, 188, 189) :



D'après les données il semblerait que la phosphine et le dioxyde de carbone, en tant que ligand, seraient respectivement les accepteurs d'oxygène. Il a déjà été fait allusion au complexe $\text{ClIrL}_3(\text{C}_2\text{O}_4)$ qui

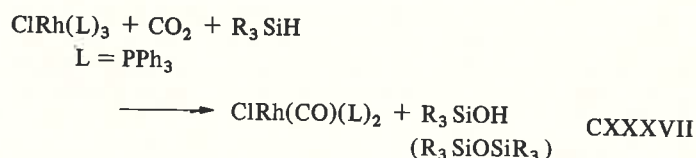
renferme un métallocycle



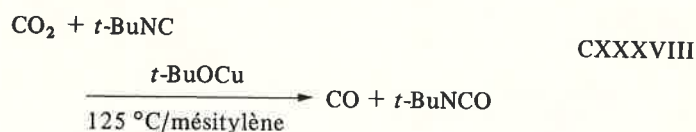
Or la décomposition thermique de ce composé mène à la formation d'un métallcarbonyle, il est donc possible que de tels métallocycles

entrent en jeu dans la dismutation du CO_2 en CO et $\text{OC} \begin{matrix} \text{O}^\ominus \\ \text{O}^\ominus \end{matrix}$ (162).

Les trialkyles et trialkoxydes silanes peuvent aussi agir en tant qu'accepteurs d'oxygène d'après la réaction stœchiométrique suivante (192, 196) :



Finalment, dans le cas de la réaction d'un complexe cuivreux, c'est le *t*-butyl isocyanate qui agit comme accepteur d'oxygène (194) :



La question d'accepteur d'oxygène revient dans les réactions de méthanation et de Fischer-Tropsch car l'oxygène qui, à l'origine est associé avec le carbone dans le dioxyde de carbone est éliminé en cours de réaction. Cette élimination d'oxygène pourrait se faire soit directement, soit indirectement par l'intermédiaire d'un accepteur d'oxygène, qui en l'occurrence pourrait être le catalyseur, le support ou l'additif. De même dans la formation du méthane, par l'interaction du $\pi(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Ti}(\text{CO})_2$ et le mélange CO/H_2 (réaction LXI, section 4.2.) le titane pourrait jouer le rôle d'accepteur d'oxygène tout en favorisant le clivage de la liaison C - O.

Le dioxyde de carbone ne joue qu'un rôle assez mineur aujourd'hui dans la chimie industrielle. Ceci découle non seulement de problèmes thermodynamiques, mais aussi d'un manque d'information concernant l'interaction de ce composé (en présence ou en absence d'hydrogène) avec différents complexes de métaux de transition voire de catalyseur hétérogène. Cette dernière lacune est en train d'être comblée car il est évident, d'après le texte présent, qu'il existe aujourd'hui non seulement des complexes qui effectuent l'activation du dioxyde de carbone dans des réactions stœchiométriques, mais aussi des composés qui permettent son utilisation dans des réactions catalytiques. Il importe donc d'étendre ces connaissances et de découvrir des nouvelles réactions qui résoudraient le problème de l'apport d'énergie (voire d'hydrogène) nécessaire à l'exploitation du CO_2 dans des synthèses catalytiques d'intermédiaires industriels (par

exemple la combinaison de deux réactions utiles :



Ceci nécessite une étude approfondie de la chimie du dioxyde de carbone surtout en ce qui concerne les deux points clés :

- l'étude des étapes fondamentales de la co-adsorption du CO_2/H_2 ainsi que leur interaction initiale sur divers catalyseurs hétérogènes et homogènes,
- l'étude de la formation et des réactions des divers composés organométalliques dérivés du CO_2 , tels que les formiates, carbonates,

7. Conclusions

La catalyse homogène a permis une extension importante de l'utilisation des oxydes de carbone dans la synthèse de certains produits organiques d'importance industrielle sous des conditions réactionnelles relativement douces. Cependant le plein développement de l'exploitation des oxydes de carbone dans la chimie industrielle est entravé par certains problèmes cruciaux. Ces différents problèmes, voire verrous, qui ont été traités dans les diverses sections du présent texte peuvent être résumés ainsi :

1. En ce qui concerne la préparation et la purification du monoxyde de carbone, l'essentiel est de pouvoir exploiter le plus économiquement possible, les diverses sources de CO-brut. Ceci implique la recherche de nouvelles méthodes de séparation et de purification du CO-brut, de nouveaux catalyseurs permettant l'utilisation directe du CO-brut et finalement la recherche de nouveaux catalyseurs pour effectuer la réaction du gaz à l'eau sous des conditions douces.

2. Les problèmes associés avec les synthèses à partir du monoxyde de carbone et un autre produit pétrolier sont liés étroitement avec la nature des produits recherchés.

Ces derniers sont effectivement des alcanes linéaires fonctionnalisés, tels que des alcools (diols), des acides (diacides) des amines (diamines), et leurs synthèses impliquent l'utilisation de réactions régio- ou stéréospécifiques. En attendant la fonctionnalisation directe des alcanes, moyennant les oxydes de carbone, les problèmes sont, entre autres, l'utilisation des mélanges d'oléfines internes et terminales dans des synthèses régio- et stéréospécifiques d'alcools, d'acides et d'amines linéaires terminaux. Ceci nécessite la découverte de catalyseurs capables d'effectuer l'isomérisation et la carbonylation d'oléfines et de ligands permettant des réactions asymétriques.

Il existe aussi des problèmes concernant les substrats et les catalyseurs. Il est ainsi souhaitable d'étendre ces réactions de carbonylation par exemple, aux oléfines substituées, aux dioléfines et aux composés aromatiques ce qui permettrait la synthèse directe des acides aminés, des α, ω -diols ou des acides aromatiques. Les problèmes du côté des catalyseurs concernent, entre autres, leur régénération, leur recyclage et leur séparation du produit réactionnel. Mention a déjà été faite dans le texte de réactions stœchiométriques où le « catalyseur » se trouve réduit ou oxydé au cours de la réaction ; sa régénération, par un système rédox pourrait donc transformer ces réactions stœchiométriques en réactions catalytiques utiles.

3. Les problèmes associés à l'exploitation du monoxyde de carbone comme unique source de carbone dans des synthèses de composés d'intérêt industriel concernent surtout le développement de synthèses spécifiques de composés en C_2 , C_3 , C_4 , avec ou sans rétention d'oxygène, et de synthèses directes d'amines à partir de $\text{CO}/\text{NH}_3/\text{H}_2$. Des solutions dans ces domaines seraient à rechercher dans une

les composés hydroxycarbonyles, formyles, etc., qui représentent les points communs des chimies du CO_2 et le CO.

De telles études ouvriraient la voie vers l'éventuel remplacement du monoxyde de carbone par le dioxyde de carbone dans la synthèse catalytique des différents produits légers essentiels à la chimie industrielle.

meilleure compréhension des mécanismes réactionnels régissant la transformation du CO en produits C_1 , C_2 et C_n et la découverte de nouveaux catalyseurs en phase homogène qui effectuent l'hydrocondensation du CO.

Une autre solution au problème de l'extension de la « famille du OC » serait à rechercher dans l'utilisation des dérivés simples du CO, tels que le CH_3OH , HCOOCH_3 ou HCHO . Plusieurs réactions radicalaires, mais non catalytiques, des deux premiers composés sont connues de la chimie organique et le problème est donc de transposer ces réactions au domaine catalytique.

Il y a aussi des problèmes d'ordre technique ou technologique associés avec la chimie du monoxyde de carbone. Ainsi le caractère exothermique de certaines réactions, telle que la synthèse Fischer-Tropsch, a des inconvénients. Une solution serait de chercher à effectuer ces mêmes réactions en phase liquide ou en phase homogène. Aussi la nature corrosive de certains milieux réactionnels (acides et super acides) peut poser des problèmes pour la construction des réacteurs. Finalement la vitesse de certaines réactions en phase homogène sont insuffisantes pour permettre une exploitation économique d'une nouvelle réaction.

4. La préparation et la purification du dioxyde de carbone ne posent aucun problème majeur. Le grand problème dans la chimie du CO_2 est l'apport d'énergie (voire d'hydrogène) qui est nécessaire pour son exploitation dans des synthèses de composés organiques. Des solutions seraient à rechercher d'une part dans des réactions de redistribution ($\text{C} + \text{CO}$) ou de déshydrogénation (« Alcanes + CO_2), et d'autre part dans une meilleure compréhension des mécanismes réactionnels du CO_2 et du CO_2/H_2 . Les connaissances actuelles concernant la chimie du CO_2 suggèrent que le système CO_2/H_2 peut remplacer celui de CO/H_2 dans plusieurs réactions. Mais il n'est pas évident que ces transformations du CO_2 soient simplement une conséquence de la réaction $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$; au contraire il semblerait qu'un éventuel équilibre

Formiate-M \rightleftharpoons Complexe- CO_2 MH
 \rightleftharpoons Complexe-M-hydroxycarbonylé
régirait les transformations du CO_2 .

Les oxydes de carbone et leurs dérivés simples, tels que le méthanol, le formiate de méthyle représentent des matières premières de choix pour des nouvelles synthèses de produits clés de l'industrie chimique. Toutefois, il faut souligner que certains composés en C_2 , tels que l'acide acétique et l'éthanol, qui sont dérivés des oxydes de carbone et des produits agrochimiques peuvent être pris en considération en tant que matière première. Le choix final des matières premières restera un problème de la conjoncture de l'époque.

8. Bibliographie

- (1) G. T. Austin, *Chem. Eng.*, Jan., 1974, **21**, 128.
- (2) J. F. Roth, J. H. Craddock et A. Hershman, *Chem. Tech.*, 1971, p. 603.
- (3) I. Wender, *Catal. Rev. Sci. Eng.*, 1976, **14**, 97.
- (4) R. Fowler, H. Connor et R. A. Baehl, *Chemtech.*, 1976, p. 773.
- (5) Ya. T. Eidus, A. L. Lapidus, K. V. Puzitskii et B. K. Nefedov, *Russian Chem. Rev.*, 1973, **42**, 199.
- (6) Y. T. Shah et A. J. Perrota, *Ind. Eng. Prod. Res. Dev.*, 1976, **15**, 123.
- (7) A. Rieche, *Outline of Industrial Organic Chemistry*, Butterworths, London, 1964, p. 137.
- (8) W. S. Knowles et M. J. Sabacky, *Chem. Commun*, 1968, p. 1445.
- (9) W. S. Knowles, M. J. Sabacky et B. D. Vineyard, *Chem. Commun*, 1972, p. 10.
- (10) J. W. Scott et D. Valentine, *Science*, 1974, **184**, 9.
- (11) W. L. Faith, D. B. Keyes et R. L. Clark, *Industrial Chemicals*, J. Wiley and Sons Inc., New York, 1950.
- (12) F. Asinger, *Die Petrolchemisches Industrie*, Vol. 1, Akademie Verlag, Berlin, 1971.
- (13) J. B. Schmidt, *Das Kohlenoxyde*, Akad. Verlag, Leipzig (1950).
- (14) D. G. Walker, *Chemtech*, 1975, p. 308.
- (14a) Je remercie Tenneco Chemicals Inc., U.S.A. pour ce cliché.
- (15) R. W. Turner et E. L. Amma, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1966, **88**, 1877.

- (16) B. Cornils, R. Payer et K. C. Traenckner, *Hydrocarbon Processing*, 1975, p. 83.
- (17) F. J. Smith, *Plat. Met. Rev.*, 1975, **19**, 93.
- (18) F. Asinger, *Die Petrolchemische Industrie*, Vol. 2, Akademie Verlag, Berlin, 1971.
- (19) Anon., *Chem. and Eng. News*, 1976, p. 25.
- (20) R. F. Heck, *Organotransition Metal Chemistry*, Academic Press, 1974.
- (21) *Organic Syntheses via Metal Carbonyls (Volume II)*, Editeurs I. Wender et P. Pino, J. Wiley and Sons, New York, 1977.
- (22) F. E. Paulik, *Catalysis Reviews*, 1972, **6**, 49.
- (23) M. Orchin et W. Rupilius, *Catalysis Reviews*, 1972, **6**, 85.
- (24) R. Kummer, H. J. Nienburg, H. Hohenschutz et M. Strohmeier, Chap. 2 *Advances in Chemistry Series N° 132, Homogeneous Catalysis*, Am. Chem. Soc., Washington D.C., 1974.
- (25) F. A. Cotton et G. Wilkinson, *Advanced Inorganic Chemistry*, Troisième édition, Interscience New York, 1972.
- (26) K. Weissermel et H. J. Arpe, *Industrielle Organische Chemie*, Verlag Chemie, Weinheim, 1976.
- (27) H. C. Kang, C. H. Mauldin, T. Cole, W. Slegeir, K. Cann et R. Pettit, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1977, **99**, 8323.
- (28) W. Reppe et H. Kroper, *Ann.*, 1953, **582**, 38.
- (29) J. Falbe, *Carbon Monoxide in Organic Synthesis*, Springer Verlag, Berlin, 1970.
- (30) G. T. Austin, *Chem. Eng.*, Jan., 1974, **21**, 127.
- (31) K. L. Olivier, D. M. Fenton et J. Biale, *Hydrocarbon Processing*, 1972, **51**, 95.
- (32) D. M. Fenton, *Chem. Eng. News*, Sept., 1969, **22**, 72.
- (33) P. M. Maitlis, *The Organic Chemistry of Palladium*, Vol. II, Academic Press Inc., New York, 1971.
- (34) M. M. T. Kahn, A. E. Martell, *Homogeneous Catalysis by Transition Metal Complexes*, Vol. I, Academic Press Inc., New York, 1974.
- (35) Ya. T. Eidus et K. Y. Puztskii, *Russ. Chem. Rev.*, 1964, **33**, 438.
- (36) J. K. Stille, L. F. Hines, R. W. Fries, P. K. Wong, D. E. James and K. Lau, Chapitre 7 dans référence (24).
- (37) D. M. Fenton et P. J. Steinwand, *J. Org. Chem.*, 1972, **37**, 2034.
- (38) D. E. James et J. K. Stille, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1976, **98**, 1810.
- (39) *Catalysis*, Vol. 1, *Specialist Periodical Reports of the Chemical Society*, Senior Reporter C. Kemball, 1977.
- (40) *Gmelins Handbuch der Anorganischen Chemie*, 8 Auflage, Kohlenstoff, Teil C.2, Springer Verlag, Berlin, 1974.
- (41) P. R. Wentreck, B. J. Wood et H. Wise, *J. Catal.*, 1976, **43**, 363.
- (42) M. Araki et V. Ponc, *J. Catal.*, 1976, **44**, 439.
- (43) A. M. Bradshaw, D. Menzel et M. Steinkilberg, *Chem. Phys. Lett.*, 1974, **28**, 516.
- (44) S. J. Atkinson, C. R. Brundle et M. W. Roberts, *Chem. Phys. Lett.*, 1974, **24**, 175.
- (45) K. Kishi et M. W. Roberts, *J. Chem. Soc. Faraday Trans.*, 1975, **71**, 1715.
- (46) R. W. Joyner et M. W. Roberts, *J. Chem. Soc. Faraday Trans.*, 1974, **70**, 1819.
- (47) R. D. Kelley, T. E. Madey et J. T. Yates Jr., *J. Catal.*, 1977, **50**, 301.
- (48) R. W. Joyner, *J. Catal.*, 1977, **50**, 176.
- (49) G. A. Martin, M. Primet et J. A. Dalmon, *J. Catalysis*, 1978, **53**, 321.
- (50) R. A. Dalla Betta et M. Shelef, *J. Catal.*, 1977, **49**, 383.
- (51) A. Deluzarche, R. Keiffer et A. Muth, *Tetrahedron Lett.*, 1977, p. 3357.
- (52) G. Natta, U. Colombo et I. Pasquon, Chapitre 3, *Catalysis Vol. V*, Edit., P. H. Emmett, Reinhold Publ. Corp., New York, 1957.
- (53) H. H. Storch, N. Golumbic et R. B. Anderson, *The Fischer-Tropsch and Related Syntheses*, Edit., J. Wiley and Sons, New York, 1951.
- (54) B. N. Chaudret, D. J. Cole-Hamilton, R. S. Nohr et G. Wilkinson, *J. Chem. Soc. Dalton*, 1977, p. 1546.
- (55) F. Fischer et H. Tropsch, *Brennst. Chem.*, 1926, **7**, 97.
- (56) S. R. Craxford et E. K. Rideal, *J. Chem. Soc.*, 1939, p. 1604.
- (57) H. Pichler et H. Schulz, *Chem. Ing. Tech.*, 1970, **42**, 1162.
- (58) G. A. Mills et F. W. Steffgen, *Cat. Rev.*, 1973, **8**, 159.
- (59) M. A. Vannice, *Cat. Rev.*, 1976, **14**, 153.
- (60) A. Deluzarche, J. P. Hindermann, R. Kieffer, A. Muth, M. Papadopoulos et C. Tanielian, *Tetrahedron Lett.*, 1977, p. 797.
- (61) H. Schulz et A. Zein el Deen, *Fuel Processing Tech.*, 1977, **1**, 45.
- (62) H. Schulz, Erdöl, Kohle, Erdgas, *Petrolchem. Brenn.*, 1977, **30**, 123.
- (63) G. T. Austin, *Chem. Eng.*, June, 1974, **24**, 149.
- (64) B. V. Matischenski et G. N. Friedlin, *Zh. Vses. Khim. Ova.*, 1967, **12**, 710, *Chem. Abs.*, 1968, **68**, 113957.
- (65) *Chimie Information*, 1976, **160**, 95.
- (66) S. L. Meisel, J. P. McCulloch, C. H. Lechthaler et P. B. Wiesz, *Chemtech.*, 1976, **6**, 86.
- (67) C. D. Chang et A. J. Silvestri, *J. Catal.*, 1977, **47**, 249, U.S.P., 3911041, U.S.P. 3979472, Ger. Offen 2615150.
- (68) P. H. Spitz, *Chemtech.*, 1977, p. 295.
- (69) D. E. Pearson, *Chem. Commun.*, 1974, p. 397.
- (70) G. Albanesi, *La Chimica e l'Industria*, 1973, **55**, 319.
- (71) R. M. Laine, R. G. Rinker et P. C. Ford, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1977, **99**, 252.
- (72) C. H. Cheng, D. A. Hendriksen et R. Eisenberg, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1977, **99**, 2791.
- (73) W. O. Siegl, *J. Organometal. Chem.*, 1975, **92**, 321.
- (74) C. P. Casey et S. M. Neumann, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1976, **98**, 5395.
- (75) S. R. Winter, G. W. Cornett et E. A. Thompson, *J. Organometal. Chem.*, 1977, **133**, 339.
- (76) J. M. Manriquez, D. R. McAlister, R. D. Sanner et J. E. Bercaw, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1976, **98**, 6733.
- (77) P. M. Treichel et R. L. Shubkin, *Inorg. Chem.*, 1967, **6**, 1328.
- (78) M. G. Thomas, B. F. Beier et E. L. Muetterties, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1976, **98**, 1296.
- (79) G. C. Demitras et E. L. Muetterties, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1977, **99**, 2796.
- (80) R. Pettit et collaborateurs, C.N.R.S. International Symposium, St. Raphael, France (Septembre, 1976).
- (81) J. P. Collman et S. R. Winter, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1973, **95**, 4089.
- (82) J. C. Huffman, J. G. Stone, W. C. Krusell et K. G. Caulton, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1977, **99**, 5829.
- (83) L. I. Shoer et J. Schwartz, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1977, **99**, 5831.
- (84) G. T. Austin, *Chem. Eng.*, May, 1974, **27**, 101.
- (85) C. L. Thomas, *Catalytic Processes and Proven Catalysts*, Academic Press, New York, 1970.
- (86) M. Orchin et I. Wender, Chapitre 1, *Catalysis Vol. V*, Ed. P. H. Emmett, Reinhold Publ. Corp. New York, 1957.
- (87) Ger. Offer 2, 147, 115.
- (88) U.S.P. 3716619.
- (89) Ger. Offer 2.240,778, Jap. Pat. 73 35 053 (Catalyseur HgX₂).
- (90) V. S. P. 3, 849, 456, W. H. Urry et E. S. Huysler, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1953, **75**, 4876.
- (91) Brit. P. 690, 131.
- (92) W. Riemenschneider, *Chemtech.*, 1976, **6**, 658.
- (93) A. Rieche, E. Schmitz et E. Gründemann, *Z. Chem.*, 1964, **4**, 177.
- (94) D. Elad, *Chem. and Ind. London*, 1962, p. 362.
- (95) D. Elad, *Chem. Commun.*, 1962, p. 225.
- (96) D. Elad et J. Rokach, *J. Org. Chem.*, 1964, **29**, 1855.
- (97) D. Elad et J. Rokach, *J. Org. Chem.*, 1965, **30**, 3361.
- (98) B. Dederichs, A. Saus et H. P. Rath, *Erdöl und Kohle*, 1975, **28**, 430.
- (99) H. P. Rath, A. Saus and B. Dederichs, *Z. Naturforsch.*, 1975, **30b**, 740.
- (100) G. T. Austin, *Chem. Eng.*, Jan., 1974, **21**, 127.
- (101) F. E. Paulik et J. F. Roth, *Chem. Commun.*, 1968, p. 1578.
- (102) D. Forster, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1976, **98**, 846.
- (103) S. K. Battacharyya et D. Vir, *Adv. in Catalysis*, 1967, **9**, 625.
- (104) U.S.P. 3, 754, 028.
- (105) Ger. Offen. 2, 534, 073.
- (106) G. T. Austin, *Chem. Eng.*, April, 1974, **29**, 143.
- (107) Brit. P. 1, 424, 007.
- (108) Belg. P. 815, 841.
- (109) U.S.P. 3833634 ; 3944588 ; 3948965.
- (110) R. P. A. Sneeden, Chapter IV, *Chemistry of Carboxylic Acids and Esters*, Ed. S. Patai Publ., J. Wiley and Sons Ltd London, 1969.
- (111) G. Chandra, A. D. Jenkins, M. F. Lappert et R. Srivastava, *J. Chem. Soc.*, 1970, A. 2550.
- (112) M. H. Chisholm et M. W. Extine, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1977, **99**, 782.
- (113) M. H. Chisholm et M. W. Extine, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1977, **99**, 792.

- (114) M. H. Chisholm, F. A. Cotton, M. Extine et B. R. Stults, *Inorg. Chem.*, 1977, **16**, 603.
- (115) M. H. Chisholm, F. A. Cotton, M. Extine et B. R. Stults, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1976, **96**, 4683.
- (116) M. H. Chisholm et M. Extine, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1974, **96**, 6214.
- (117) M. H. Chisholm et M. Extine, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1975, **97**, 1623.
- (118) K. I. The, L. V. Griend, W. A. Whitla et R. G. Cavell, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1977, **99**, 7379.
- (119) M. H. Chisholm, W. W. Reichert, F. A. Cotton et C. A. Murillo, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1977, **99**, 1652.
- (120) H. Breederveld, *Rec. Trav. Chim., Pays Bas*, 1962, **81**, 276.
- (121) M. E. Volpin et I. S. Kolomnikov, *Organometallic Reactions*, Vol. 5, Eds. E. I. Becker et M. Tsutsui, Publ. Wiley Interscience, New York, 1975.
- (122) A. J. Bloodworth, A. G. Davies et S. C. Vashista, *J. Chem. Soc., C*, 1967, p. 1309.
- (123) A. G. Davies et P. G. Harrison, *J. Chem. Soc. C*, 1967, p. 1313.
- (124) A. Miyashita et A. Yamamoto, *J. Organometal. Chem.*, 1973, **49**, C 57.
- (125) T. Tsuda, Y. Chujo et T. Saegusa, *Chem. Commun.*, 1975, p. 963.
- (126) T. Tsuda, Y. Chujo et T. Saegusa, *Chem. Commun.*, 1976, p. 415.
- (127) T. Tsuda et T. Saegusa, *Inorg. Chem.*, 1972, **11**, 2561.
- (128) T. Tsuda, S.-I. Sanada, K. Ueda et T. Saegusa, *Inorg. Chem.*, 1976, **15**, 2329.
- (129) B. R. Flynn et L. Vaska, *Chem. Commun.*, 1974, p. 703 et B. R. Flynn et L. Vaska, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1973, **95**, 5081.
- (130) I. S. Kolomnikov, A. O. Gusev, T. S. Belopotapova, M. Kh. Grigoryan, T. V. Lysyak et M. E. Volpin, *J. Organometal. Chem.*, 1974, **69**, C 10.
- (131) T. Herskovitz, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1977, **99**, 2391.
- (132) R. J. Crutchley, J. Powell, R. Faggiani et C. J. L. Lock, *Inorg. Chim. Acta*, 1977, **24**, L 15.
- (133) I. S. Kolomnikov, T. S. Lobeveva, V. V. Gorbachevskaya, G. G. Aleksandrov, Yu. T. Struchlov et M. E. Volpin, *Chem. Commun.*, 1970, p. 411.
- (134) A. D. English et T. Herskovitz, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1977, **99**, 1648.
- (135) Ref. 18 page 1028.
- (136) Réf. 18 page 1459.
- (137) B. A. Sexton et G. A. Somorjai, *J. Catalysis*, 1977, **46**, 167.
- (138) M. E. Dry, *Informations Chimie*, 1977, **164**, 133.
- (139) P. J. Lunde et F. L. Kester, *J. Catal.*, 1973, **30**, 428.
- (140) F. S. Karn, J. F. Schultz and R. B. Anderson, *Ind. Eng. Chem. Ind. Res. Develop.*, 1965, **4**, 265.
- (141) A. Ya. Rozovskii, Yu. B. Kagan, G. I. Lin, E. V. Slivinskii, S. M. Loktev, L. G. Liberov et A. N. Bashkirov, *Kinet. i. Katal.*, 1976, **17**, 1314.
- (142) Yu. B. Kagan, L. G. Liberov, E. V. Slivinski, S. M. Loktev, G. I. Lin, A. Ta. Rozovskii et A. N. Bashkirov, *Doklady, Akad. Nauk, SSSR*, 1975, **221**, 1093.
- (143) M. E. Dry, *Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev.*, 1976, **15**, 282.
- (144) A. Immirzi et A. Musco, *Inorg. Chim. Acta*, 1977, **22**, L 35.
- (145) I. S. Kolomnikov, T. S. Lobeveva et M. E. Volpin, *Izv. Akad. Nauk. SSSR, Ser. Khim.*, 1970, **11**, 2650.
- (146) S. Komiya et A. Yamamoto, *J. Organometal. Chem.*, 1972, **46**, C 58.
- (147) A. I. Gusev, G. G. Aleksandrov et Yu. T. Struchkov, *Zhur. Strukt. Khimii*, 1973, **14**, 685.
- (148) I. S. Kolomnikov, A. I. Gusev, G. G. Aleksandrov, T. S. Lobeveva, Yu. T. Struchkov et M. E. Volpin, *J. Organometal. Chem.*, 1973, **59**, 349.
- (149) T. V. Ashworth et E. Singleton, *Chem. Commun.*, 1976, 204.
- (150) T. V. Ashworth, M. Nolte et E. Singleton, *J. Organometal. Chem.*, 1976, **121**, C 57.
- (151) V. D. Bianco, S. Doronzo et M. Rossi, *J. Organometal. Chem.*, 1972, **35**, 337.
- (152) G. La Monica, S. Ceinini, F. Porta et M. Pizzotti, *J. Chem. Soc. Dalton*, 1976, p. 1777.
- (153) L. S. Pu, A. Yamamoto et S. Ikeda, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1968, **90**, 3896.
- (154) A. Misono, Y. Uchida, M. Hidai et T. Kuse, *Chem. Commun.*, 1968, p. 981.
- (155) G. Speier, A. Simon et L. Marko, *Acta Chem. Acad. Scien. Hung.*, 1977, **92**, 169.
- (156) I. S. Kolomnikov, G. Stepovska, S. Tyrlik et M. E. Volpin, *Zh. Obshch. Khim.*, 1972, **42**, 1652.
- (157) M. E. Volpin, *Pure Appl. Chem.*, 1972, **30**, 607.
- (158) M. E. Volpin et I. S. Kolomnikov, *Pure Appl. Chem.*, 1973, **33**, 567.
- (159) T. Saegusa, T. Tsuda, K. Isayama, *J. Org. Chem.*, 1970, **35**, 2976.
- (160) M. Aresta, C. F. Nobile, V. C. Albano, E. Forni et M. Manassero, *Chem. Commun.*, 1975, p. 636.
- (161) P. W. Jolly, K. Jones, C. Kruger et Y. H. Tsay, *J. Organometal. Chem.*, 1971, **33**, 109.
- (162) T. Herskovitz et L. J. Guggenberger, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1976, **98**, 1615.
- (163) M. Aresta et C. F. Nobile, *Inorg. Chim. Acta*, 1977, **24**, L 49.
- (164) J. Chatt, M. Kubota, G. J. Leigh, F. C. March, R. Mason et D. J. Yarrow, *Chem. Commun.*, 1974, p. 1033.
- (165) F. Cariati, R. Mason, G. B. Robertson et R. Ugo, *Chem. Commun.*, 1967, p. 408.
- (166) I. S. Kolomnikov, T. S. Belopotapova, T. V. Lysyak et M. E. Volpin, *J. Organometal. Chem.*, 1974, **67**, C 25.
- (167) M. E. Volpin, I. S. Kolomnikov, T. S. Lobeveva, *Izv. Akad. Nauk. SSSR, Ser. Khim.*, 1969, **9**, 2084.
- (168) M. W. Farlow et H. Adkins, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1935, **57**, 2222.
- (169) P. Haynes, L. H. Slaugh and J. F. Kohnle, *Tetr. Lett.*, 1970, p. 365.
- (170) Y. Inoue, Y. Sasaki et H. Hashimoto, *Chem. Commun.*, 1975, p. 718.
- (171) I. S. Kolomnikov, T. S. Lobeveva et M. E. Volpin, *Izvest Akad. Nauk, SSSR, Ser. Khim.*, 1972, p. 2329.
- (172) B. Jezowska-Trzebiatowska et P. Sobota, *J. Organometal. Chem.*, 1974, **76**, 43.
- (173) B. Jezowska-Trzebiatowska et P. Sobota, *J. Organometal. Chem.*, 1974, **80**, C 27.
- (174) U.S.P. 3025305.
- (175) U.S.P. 3721714.
- (176) U.S.P. 3822271.
- (177) Ger. Offen 2251553.
- (178) Ital. Pat. 875 730.
- (179) Ger. Offen 2250522.
- (180) A. W. B. Aylmer-Kelly, A. Bewick, P. R. Cantrill et A. M. Tuxford, *Far. Discuss. Chem. Soc.*, 1973, **56**, 96.
- (181) Ger. Offen 2301032.
- (182) D. A. Tyssee, J. H. Wagenknecht, M. M. Baizer et J. L. Churma, *Tetr. Lett.*, 1972, **47**, 4809.
- (183) U.S.P. 2422631.
- (184) Ger. 539 990.
- (185) Ger. Offen 2415902.
- (186) Brit. P. 226 248 ; U.S.P. 1916041 ; U.S.P. 1704965.
- (187) S. Naito, O. Ogawa, M. Ichikawa et K. Tamaru, *Chem. Commun.*, 1972, p. 1266.
- (188) T. Ito, T. Kokubo, T. Yamamoto, A. Yamamoto et S. Ikeda, *Chem. Commun.*, 1974, p. 136.
- (189) T. Ito et A. Yamamoto, *J. Chem. Soc. Dalton*, 1975, p. 1398.
- (190) H. Felkin et P. J. Knowles, *J. Organometal. Chem.*, 1972, **37**, C 14.
- (191) R. A. Forder, M. L. H. Green, R. F. Mackenzie, J. S. Poland et K. Prout, *Chem. Commun.*, 1973, p. 426.
- (192) P. Svoboda, T. S. Belopotapova et J. Hetflejš, *J. Organometal. Chem.*, 1974, **65**, C 37.
- (193) P. Svoboda et J. Hetflejš, *Coll. Czech. Chem. Commun.*, 1975, **40**, 1746.
- (194) T. Tsuda, S. Sanada et T. Saegusa, *J. Organometal. Chem.*, 1976, **116**, C 10.

Connaissances en chimie au terme d'une première année de 1^{er} cycle. Présentation et discussion du test CLEREC 2

par J. Chauchard et C. Michou-Saucet

(U.E.R. de Chimie-Biochimie, Université Claude-Bernard, Lyon I, 43, boulevard du 11-novembre-1918, 69621 Villeurbanne)

Introduction

Si l'on veut bien admettre que l'enseignement peut être considéré comme une évolution de l'enseigné, comportant à la fois une acquisition de connaissances et la manifestation de comportements nouveaux, il apparaît qu'il est indispensable de connaître initialement le niveau « d'entrée », et après enseignement, le niveau « d'arrivée ».

Le niveau « d'entrée » est déterminé grâce au test CLEREC 1* dont la présentation et l'analyse ont fait l'objet d'une publication récente (1).

Signalons à ce sujet que les questions du test portent sur des parties du programme de l'enseignement primaire et secondaire qui paraissent nécessaires pour pouvoir suivre avec profit un enseignement de chimie générale de l'enseignement supérieur.

Ce test nous avait permis de montrer que le niveau réel des étudiants entrant dans les universités n'avait que peu de rapport avec le niveau présupposé par la réussite au baccalauréat.

Pour le niveau « d'arrivée » obtenu après une année d'enseignement, il nous a semblé

nécessaire d'une part de vérifier si les lacunes observées lors du test CLEREC 1 avaient disparu et, d'autre part, si le niveau que nous avions espéré faire atteindre à l'étudiant était réellement atteint.

Nous proposons donc dans cet article un test en trente-cinq questions couvrant à la fois des notions de chimie qui étaient statistiquement très mal connues en début d'année, et des notions dont la connaissance a semblé indispensable à un groupe d'enseignants des deux années du DEUG.

Après une étude de la population à laquelle ce test a été proposé (étudiants du DEUG B 1^{re} année), et une description du test, nous avons étudié les indices de facilité et de discrimination de chaque question. Après élimination des questions jugées non significatives pour un classement des étudiants, un test réduit à dix-huit questions est proposé. Les aptitudes de chaque étudiant mesurées par ce test sont confrontées avec les résultats obtenus durant leur première année universitaire.

I. Étude de la population étudiante testée

La population étudiante concernée par cette étude est composée d'étudiants de première année de DEUG B ayant été assidus à l'enseignement de chimie à l'Université Claude-Bernard durant l'année universitaire 1977-1978.

Age

80,5 % des étudiants ont entre 17 et 21 ans. La proportion des étudiants d'âge inférieur à 17 ans est très faible (2 %) ; les autres (17,5 %) ont dépassé 21 ans. Il est à ce sujet intéressant de constater que si l'âge moyen des étudiants est identique (19 ans) en DEUG B depuis 3 ans, la proportion d'étudiants très jeunes diminue régulièrement

alors que celle des étudiants les plus âgés augmente (13,5 % en 1975-1976, 16 % en 1976-1977 et 17,5 % aujourd'hui).

Sexe

65,7 % de filles. 34,3 % de garçons. S'il est très courant de constater la féminisation très marquée de la population étudiante, ici ce phénomène est très net. L'enquête que nous avons faite en 1976 (2) avait déjà montré que la proportion des étudiantes dépassait celle des étudiants (54,2 % contre 45,8 %).

Type de baccalauréat

Par ordre d'importance les étudiants étaient titulaires des baccalauréats suivants : D : 71,50 %, F : 2,75 %, A : 1,25 %, C : 13,75 %, E : 1,25 %, B : 0,75 %.

* CLEREC : Centre Lyonnais d'Étude et de Recherche pour l'Enseignement de la Chimie dans le cadre duquel ce travail a été réalisé.

Enfin 8,75 % ont été admis à l'Université par présentation de diplômes (étrangers ou français) admis en équivalence ou sont issus de la formation universitaire modulaire pour adultes que nous avons créée à Lyon.

Signalons l'augmentation d'une part du nombre des étudiants de Bac. C qui passe de 7,9 % en 1976 à 13,75 % et d'autre part du nombre des étudiants admis « par équivalence » qui passe de 0,5 % en 1976 à 8,75 % aujourd'hui.

Année du baccalauréat

67,5 % des étudiants sont devenus titulaires du baccalauréat (ou de son équivalent étranger) en 1977.

32,5 % avaient obtenu leur diplôme avant 1977.

Ces chiffres sont très voisins de ceux des années précédentes.

Parmi les étudiants ayant obtenu leur baccalauréat avant 1977 et qui n'étaient ni en

activité professionnelle, ni sous les drapeaux :

40,4 % étaient déjà en DEUG entre 1976 et 1977.

27,0 % étaient étudiants dans un premier cycle (préparatoire, IUT, DEUG A, droit et sciences économiques...).

32,6 % étaient étudiants dans les U.E.R. de médecine ou de pharmacie.

Motivation et projets

La motivation générale des étudiants du DEUG B est d'abord le désir d'étudier les Sciences de la vie et de la terre, toutefois nous avons constaté que 45 % des étudiants avaient, avant d'entrer à l'Université, tenté d'être admis dans un autre établissement.

Plus surprenant encore est l'étude des projets. Il avait été constaté (2) qu'après une année universitaire 39 % seulement des étudiants désiraient continuer leurs études à

l'Université après les deux années de DEUG. Les autres souhaitant soit entrer dans un autre établissement à but plus professionnel, soit chercher un emploi dans le secteur privé ou public (concours administratifs).

Niveau en chimie

Le niveau en chimie constaté en début d'année par le test CLEREC 1 était très semblable à celui constaté l'an passé (1) pour les mêmes séries d'étudiants. Toutefois, comme chaque année, nous avons organisé en début d'année une période de remise à niveau des étudiants. Cet enseignement individualisé (3, 4, 5) a eu pour but d'aider l'étudiant à combler ses propres lacunes décelées au test d'entrée.

Cet enseignement préliminaire a pu se faire principalement à l'aide de documents rédigés par nos soins en termes d'objectifs et comportant outre les définitions importantes un très grand nombre d'autotests.

II. Élaboration du test CLEREC 2 « un an après »

II.1. Description du test

Nous avons souhaité un test qui, d'une part reprenne approximativement certaines questions dont les réponses étaient mal connues lors du test CLEREC 1, et d'autre part comporte une majorité de questions portant sur des sujets non abordés durant les études secondaires.

Le test CLEREC 2 proposé comporte 35 questions classées en cinq types :

- type A : 5 questions très similaires à certaines du test CLEREC 1 ; ce sont les questions 1₁, 1₂, 3, 12 et 14 ;

- type B : 15 questions qui portent sur des sujets non déflorés dans l'enseignement secondaire. Ce sont les questions 17₁, 17₂, 17₃, 17₄, 17₅, 17₆, 17₇, 18₁, 18₂, 19, 21, 24₁, 24₂, 24₃ et 25 ;

- type C : 9 questions qui portent sur des sujets déjà abordés dans l'enseignement secondaire. Ce sont les questions 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13 et 16 ;

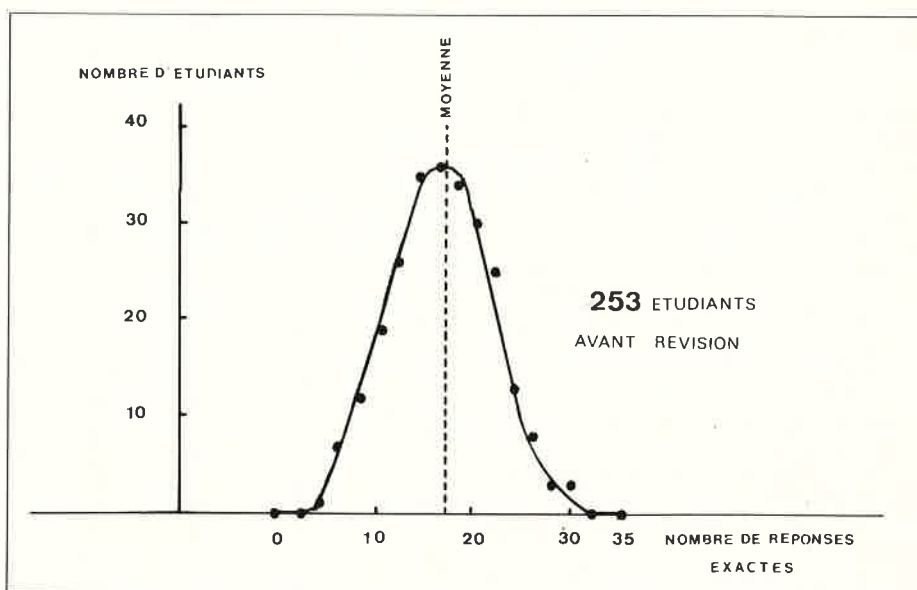
- type D : 5 questions qui nécessitent soit une lecture attentive soit un temps de réflexion. Ce sont les questions 2, 11, 15, 20 et 23 ;

- type E : 1 question totalement hors programme (question 22) et dont la connaissance est maintenant donnée dès la classe de 6^e de l'enseignement secondaire.

Sur un autre plan, nous testons avec ces questions, différents stades de l'acquisition des connaissances. En nous référant (6-7) aux taxonomies réduites au domaine cognitif comme celles de Bloom (8) ou de Burns (9), nous constatons que si toutes les questions du test font appel à la mémorisation, à la compréhension et à l'application, seules les questions de type D font appel à l'analyse ou à la synthèse.

II.2. Résultats obtenus

Les résultats globaux peuvent être visualisés par la courbe de fréquence (figure). Le sommet de cette courbe correspond environ à



16 réponses exactes sur les 35 questions proposées. Notons de plus que sur 253 tests dépouillés, 106 comportaient plus de 17 réponses exactes.

Il apparaît donc que le test proposé convient parfaitement à la population testée.

Évolution des connaissances antérieures

Sur les questions de type A, il a pu être constaté une amélioration spectaculaire du taux de réponses justes. Signalons pour exemple le calcul du nombre de molécules dans une masse donnée de substance, le taux de réussite qui n'était que de 19 % en début d'année, passe à 82 %.

Il en est de même pour la détermination du nombre d'oxydation d'un élément dans un composé qui passe de 14 à 64 %.

Nous avons attribué cette progression d'une part à l'efficacité de l'enseignement individualisé de remise à niveau effectué à la suite du test CLEREC 1, mais aussi à l'utilisation

plus répétitive de ces notions au cours de notre enseignement.

Acquisition de nouvelles connaissances

Le taux de réussite moyen aux questions de type B (48 %) est sensiblement égal à celui obtenu pour les questions de type C (49 %). La reprise, sous une forme d'enseignement voisine, de sujets déjà abordés dans l'enseignement secondaire, ne donnerait-elle pas à l'étudiant une fausse assurance ? Enfin, pour expliquer certains résultats (tableau), il est important de signaler que les calculatrices n'ayant pas été autorisées lors du test, les fautes de calcul ont été très nombreuses. Pour exemple : 17 % des étudiants ont su calculer correctement la valeur numérique d'une constante d'équilibre (question 17₆).

Aptitude à la réflexion

Sur les questions de type D, les résultats ne sont pas particulièrement brillants. En effet, hormis la question 2 qui aurait aussi bien sa

place avec les questions de type A, le taux de réponses exactes est très faible. Nous pensons toutefois qu'il faut se garder de conclure hâtivement que les étudiants testés ont de fortes difficultés à réfléchir, car dans l'esprit

de beaucoup d'étudiants sont souvent associés au mot « test » les notions de rapidité et de simplicité.

Quant à la question 22 totalement hors

programme, il est spectaculaire que 10,7 % des étudiants donnent une réponse correcte à cette question pourtant élémentaire. Nous nous félicitons donc de l'introduction de cette connaissance dès la classe de sixième.

III. Étude critique du test CLEREC 2

III.1. Définition des indices de facilité et des indices de discrimination

L'indice de facilité f est simplement défini par la proportion de sujets qui réussissent une question.

En pratique, il est convenu de retenir pour un test sélectif, les questions dont l'indice de facilité se situe entre 0,20 et 0,80.

L'indice de discrimination d :

L'indice de discrimination (10) d'une question d'un test reflète le degré de relation qui existe entre les résultats obtenus à cette question par les étudiants du groupe supérieur à l'ensemble du test et les résultats obtenus à cette même question par les étudiants du groupe inférieur à l'ensemble des questions du test.

Le groupe supérieur est constitué généralement par 27 % des étudiants ayant obtenu les meilleurs résultats à l'ensemble du test (ici 68 étudiants ayant plus de 21 réponses exactes). Le groupe inférieur est constitué également par 27 % des étudiants ; ce groupe comporte ceux qui ont obtenu les résultats globaux les plus faibles (ici 68 étudiants ayant moins de 13 réponses exactes).

On définit l'indice de discrimination d par :

$$d = \frac{NRES}{NS} - \frac{NREI}{NI}$$

NRES : nombre de réponses exactes dans le groupe supérieur.

NREI : nombre de réponses exactes dans le groupe inférieur.

NS : nombre d'étudiants dans le groupe supérieur.

NI : nombre d'étudiants dans le groupe inférieur.

L'indice de discrimination est donc compris entre - 1 et + 1.

Notons que si pour une question $d = 0$, le pourcentage de réponses exactes est le même dans le groupe inférieur que dans le groupe supérieur. Pire même si $d < 0$ cela signifie que la question est mieux réussie par les étudiants du groupe inférieur que par celui du groupe supérieur. L'analyse critique de certains de nos contrôles montre que cette éventualité n'est pas uniquement une hypothèse d'école.

En pratique, il est convenu de ne retenir que des questions dont l'indice de discrimination est égal ou supérieur à 0,40. Toute question ne correspondant pas à cette norme doit être transformée ou rejetée (lorsqu'il s'agit d'obtenir un test sélectif).

III.2. Résultats obtenus

Les indices de facilité f et les indices de discrimination d sont présentés pour chaque question dans le tableau.

Tableau

Numéro de la question	Réponses exactes			f	d	Validité de la question	Décision
	Nombre total	NRES	NREI				
1 ₁	217	66	45	0,86	0,31	III	-
1 ₂	207	66	44	0,82	0,32	III	-
2	216	64	50	0,85	0,21	III	-
3	66	34	5	0,26	0,43	I	+
4	152	54	27	0,60	0,40	II	+
5	162	45	31	0,64	0,21	III	-
6	177	61	28	0,70	0,48	II	+
7	220	63	52	0,87	0,16	III	-
8	52	19	8	0,20	0,16	VI	-
9	150	48	30	0,59	0,26	IV	-
10	56	31	4	0,22	0,40	V	+
11	38	20	3	0,15	0,25	VI	-
12	163	58	30	0,64	0,41	II	+
13	82	44	7	0,32	0,54	V	+
14	199	59	44	0,79	0,22	III	-
15	69	24	18	0,27	0,09	IV	-
16	69	31	8	0,27	0,34	IV	-
17 ₁	150	45	34	0,59	0,16	IV	-
17 ₂	176	55	35	0,70	0,29	IV	-
17 ₃	176	55	36	0,70	0,29	IV	-
17 ₄	95	51	6	0,37	0,66	V	+
17 ₅	180	65	25	0,71	0,59	II	+
17 ₆	42	31	0	0,17	0,46	V	+
17 ₇	115	59	10	0,45	0,72	I	+
18 ₁	107	52	10	0,42	0,62	I	+
18 ₂	41	29	0	0,12	0,43	V	+
19	60	35	5	0,24	0,44	V	+
20	90	41	11	0,36	0,44	I	+
21	203	66	39	0,80	0,40	II	+
22	27	22	2	0,11	0,29	VI	-
23	62	28	7	0,24	0,31	VI	-
24 ₁	118	45	18	0,47	0,40	I	+
24 ₂	179	58	31	0,71	0,40	V	+
24 ₃	170	58	28	0,67	0,44	I	+
25	28	16	3	0,11	0,19	VI	-

Nous avons classé les questions en six groupes :

I. Question de difficulté moyenne et de bonne sélectivité.

II. Question facile mais de bonne sélectivité.

III. Question facile et trop peu sélective.

IV. Question de difficulté moyenne mais peu sélective.

V. Question difficile mais de bonne sélectivité.

VI. Question difficile et peu sélective.

Quant à la décision à prendre, pour obtenir un test sélectif, nous avons noté + les questions à conserver et - les questions à modifier ou à rejeter.

Il résulte donc (tableau) que sur 35 questions du test CLEREC 2, seules 18 questions devraient être retenues pour un test sélectif.

III.3. Validité d'un test réduit à 18 questions

En ne conservant donc que les 18 questions, dont les indices de facilité et de discrimination ont été jugés convenables, si l'on se fixe comme but de classer les étudiants, nous avons testé un groupe de 56 étudiants.

Ces étudiants volontaires ont accepté le non anonymat, le test a eu lieu deux semaines avant la session de juin. Compte tenu du volontariat, il est certain que la population étudiante concernée ne reflétait pas l'ensemble de la population du DEUG B de Lyon (600 étudiants) ; toutefois il est intéressant de constater que sur 31 étudiants ayant répondu correctement à 9 questions sur 18, 27 ont été admis à l'examen du DEUG.

Questionnaire de chimie : « Un an après »

Ce questionnaire doit être rempli en 1 heure.

Chaque question a une réponse exacte. Pour répondre cocher la case correspondant à la réponse exacte ou compléter avec le résultat que vous proposez.

1. Dans 10 g d'acide acétique $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ combien y a-t-il :

– 1₁. de moles

– 1₂. de molécules

On donne $N = 6 \times 10^{23}$ H = 1 C = 12 O = 16

2. A 0 °C et sous une pression d'une atmosphère, 1 mole d'oxygène O_2 occupe un volume de 22,4 l. Quel est le volume occupé dans les mêmes conditions de température et de pression par 1 mole d'ozone O_3 ?

3. Quelles sont les solutions acides qui nécessitent pour être salifiées (c'est-à-dire dosées exactement) le plus grand volume de soude décimormale ?

A : 20 cm³ d'une solution d'acide chlorhydrique 0,2 M

B : 5 cm³ d'une solution d'acide acétique 0,3 M

C : 30 cm³ d'une solution d'acide chlorhydrique 0,1 M

D : 20 cm³ d'une solution d'acide sulfurique 0,2 M

E : 10 cm³ d'une solution d'acide sulfurique 0,05 M

Réponse :

4. Même question pour les solutions suivantes :

A : 20 cm³ d'une solution d'acide chlorhydrique 0,2 N

B : 5 cm³ d'une solution d'acide acétique 0,3 N

C : 30 cm³ d'une solution d'acide chlorhydrique 0,1 N

D : 20 cm³ d'une solution d'acide sulfurique 0,2 N

E : 10 cm³ d'une solution d'acide sulfurique 0,05 N

Réponse :

5. Étant donné la liste des 14 premiers éléments de la classification :

1^{H} ; 2^{He} ; 3^{Li} ; 4^{Be} ; 5^{B} ; 6^{C} ; 7^{N} ; 8^{O} ; 9^{F} ; 10^{Ne} ; 11^{Na} ; 12^{Mg} ; 13^{Al} ; 14^{Si} ; citez l'élément qui a des propriétés chimiques semblables à celles du silicium ?

Réponse :

6. Compléter le tableau ci-dessous :

Élément	Numéro atomique	Nombre de particules <i>par atome</i>			Nombre de masse
		Protons	Électrons	Neutrons	
Silicium	14	—	—	—	28
Béryllium	—	4	—	—	9
Bismuth	83	—	—	—	209
Carbone	—	6	—	6	—
Brome	—	—	35	—	80
Phosphore	15	—	—	16	—
Iode	—	53	—	—	127

7. Lorsqu'un atome excité revient à son état fondamental :

– il conserve son énergie

– il perd de son énergie

– il gagne de l'énergie

8. Signification physique des nombres quantiques : on peut relier la forme, le volume et la direction d'une orbitale atomique aux 3 nombres quantiques n , l et m . Indiquez par une croix les correspondances existantes.

Nombre quantique	Forme	Volume	Direction
l			
m			
n			

9. Cocher les réponses exactes :

Si le recouvrement des orbitales atomiques est :	La liaison formée sera du type	
	σ	π
$s-s$ axial ; $s-p$ axial ; $p-p$ axial ; $p-p$ latéral.		

10. On dissout dans un volume V_1 cm³ d'eau pure 800 mg de soude en pastilles.

Quel est le volume d'une solution aqueuse normale de HCl nécessaire pour salifier (c'est-à-dire doser exactement) la solution de soude obtenue ?

On donne : H = 1 ; O = 16 ; Na = 23 ; Cl = 35,5.

11. Même question si les 800 mg de soude sont dissous dans un volume

$V_2 = 2 V_1$?

12. Indiquez le nombre (ou degré) d'oxydation du chlore dans :

a) NaCl

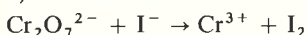
b) NaClO₃

c) Cl₂

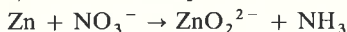
d) NaClO

13. Équilibrez les réactions d'oxydoréduction suivantes :

a) en milieu acide



b) en milieu basique



14. L'oxydation d'un atome se traduit par :

une perte d'électrons

– un gain d'électrons

une perte de protons

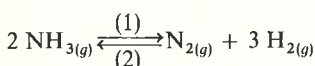
– un gain de protons

15. La mesure du pH de l'eau pure (solution neutre) à 50 °C permet de déterminer que la concentration des ions H⁺ (ou H₃O⁺) est de $2,5 \times 10^{-7}$ ion g \times l⁻¹.

Quelle est la concentration des ions OH⁻ ?

16. Une solution aqueuse d'acide sulfurique contient 1/20 de mole d'acide pur par litre. Quel est son pH en supposant la dissociation totale ?

17. Le gaz ammoniac, chauffé, se dissocie partiellement suivant l'équilibre :



l'ammoniac étant un composé dont la formation est exothermique, dans quel sens évolue l'équilibre si :

- 17-1 – on abaisse la température sens
- 17-2 – on diminue la pression sens
- 17-3 – on ajoute de l'azote à volume constant sens

17-4 Complétez le tableau suivant, l'équilibre étant atteint à 427 °C et sous une pression totale de 200 atmosphères :

	NH ₃	N ₂	H ₂	Nombre total de moles
Nombre de moles à l'état initial	0,6	0	0	A l'état initial :
Nombre de moles à l'équilibre	–	0,2	–	A l'équilibre :
Fractions molaires à l'équilibre	–	–	–	
Pressions partielles à l'équilibre	–	–	–	

- 17-5 – L'expression littérale du K_p pour cette réaction est
- 17-6 – Sa valeur numérique est
- 17-7 – K_p s'exprime en
- 18.18-1 – Écrire l'expression littérale du produit de solubilité du phosphate tricalcique $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ $K_s =$
- 18-2 – Ce K_s s'exprime en

19. Le sulfate de plomb PbSO_4 a un produit de solubilité très faible.

Parmi les réactifs suivants, quels sont ceux qui additionnés à une solution aqueuse saturée en sulfate de plomb permettront d'abaisser encore sa solubilité ?

- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ AgNO_3
- K_2SO_4 H_2SO_4 NaNO_3

20. 75 % des atomes d'un élément radioactif sont désintégrés au bout :

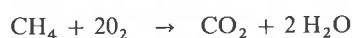
- d'1 période de 1,5 période de 2 périodes de 5 périodes

21. Nommez la particule X formée dans la réaction nucléaire suivante :



22. Peut-on dire qu'un apport de chaleur à un corps pur, à pression constante, se traduit toujours par une élévation de température ? pourquoi ?

23. L'enthalpie de combustion (à 25 °C et sous 1 atmosphère) du méthane selon la réaction :



a pour valeur $\Delta H = -212 \text{ kcal} \times \text{mole}^{-1}$.

Quelle sera la valeur du ΔH de cette réaction de combustion si les réactifs sont maintenant pris à raison de 2 moles de CH_4 pour 2 moles de O_2 ?

24. Soit la réaction $\text{A} \rightarrow \text{B}$

sachant qu'à $t = 0$ $\text{A} = a$ et qu'à l'instant t $\text{A} = a - x$.

24-1 – si le graphe $(a - x) = f(t)$ est une droite, l'ordre de la réaction sera :

- zéro un deux trois quelconque

24-2 - si le graphe $\frac{1}{a-x} = f(t)$ est une droite, l'ordre de la réaction sera :

zéro un deux trois quelconque

24-3 - si le graphe $\ln(a-x) = f(t)$ est une droite, l'ordre de la réaction sera :

zéro un deux trois quelconque

25. La présence d'un catalyseur convenable dans une réaction lente et équilibrée réalisée à pression constante fait varier (cocher les réponses exactes)

- la constante de vitesse
- la vitesse de la réaction
- la constante d'équilibre de la réaction
- l'énergie d'activation de la réaction
- l'enthalpie de la réaction.

Plus significatif encore est le fait que sur 19 étudiants ayant répondu correctement à 13 questions, nous retrouvons 15 mentions Bien ou Assez Bien.

Signalons que l'examen du DEUG ne comporte pas moins de sept matières (mathématiques, physique, chimie, biologie animale, biologie végétale, géologie, langues et options diverses).

Compte tenu de ce fait, la chimie ne serait-elle pas une discipline pédagogiquement charnière entre deux types de disciplines, l'un où la logique et le calcul sont prépondérants

(mathématiques et sciences physiques), l'autre où la mémoire et la déduction sont prépondérantes (sciences de la vie et de la terre, langues...)?

Statistiquement, de bons résultats en chimie n'indiqueraient-ils pas globalement une bonne aptitude à l'ensemble des disciplines du DEUG B ?

Parallèlement, pour ce même groupe d'étudiants, nous avons vérifié la corrélation qui existait entre le nombre de réponses exactes à ce test réduit à 18 questions et la note de chimie à l'examen.

Signalons que cette note de chimie est obtenue, à Lyon, par pondération entre des partiels effectués à Noël et à Pâques, des notes de problèmes surveillés, des interrogations écrites et l'examen de juin.

Nous avons vérifié qu'effectivement la régression était significative (11), le coefficient de régression linéaire a été trouvé égal à 0,766 ; l'écart type d'estimation, mesurant la précision d'une note isolée à partir de l'équation de régression et du nombre de réponses exactes au test étant inférieur à quatre points (sur 40).

Conclusions et bibliographie

Le test CLEREC 2, en 35 questions, nous a permis de vérifier que les lacunes les plus criantes décelées au test CLEREC 1 avaient disparu.

En ce qui concerne les connaissances acquises au cours de notre enseignement, il serait intéressant de vérifier leur permanence. En effet, si le test CLEREC 1 indique le niveau en chimie des bacheliers lors de leur entrée dans l'enseignement supérieur, c'est-à-dire après les vacances d'été, le test CLEREC 2 indique le niveau des étudiants assidus qui, au mieux de leur forme, se préparent à passer l'examen de juin. Quelles seraient les performances de ces mêmes étudiants six mois plus tard ?

Ce test CLEREC 2, pas plus que le test CLEREC 1, ne peut être utilisé pour effectuer des prédictions.

Pour le test CLEREC 1, la corrélation entre les performances à ce test et la réussite dans l'enseignement supérieur, constatée par A. Dalcq (12) n'a pas été observée dans notre enseignement.

En ce qui concerne le test CLEREC 2 réduit à 18 questions, la très bonne corrélation observée, n'existe qu'entre les résultats à ce test et la réussite à un examen qui a lieu quinze jours plus tard, examen dans lequel le contrôle continu intervient pour moitié. S'il était dans nos intentions d'effectuer une

quelconque sélection sur la base de ces tests, nous nous priverions certainement d'éléments très valables.

De plus, comme nous pensons que tout test devrait être considéré comme une évaluation formative et non pas sélective, nous continuerons à employer le test CLEREC 2 comportant 35 questions. En effet, en couvrant tout le programme du DEUG :

- ce test est un outil utile aux enseignants des deux années du DEUG qui pourront prévoir soit en première année des modifications de leur enseignement, soit en deuxième année des périodes de remise à niveau individualisées ;

- il peut également être un outil utile aux étudiants pour déceler rapidement les lacunes avant tout examen ou concours.

Enfin, nous sommes très conscients que des épreuves ou des tests de ce type, n'évaluent que l'aspect cognitif (8-9) de l'acquis des étudiants et ne rendent pas compte de leurs aptitudes psychomotrices et affectives (13). Car, bien que dans le cadre du groupe de recherche EVALENSCI, Mme S. Winsberg (14) ait prouvé, dans un contexte nord-américain, l'étroite corrélation entre les succès scolaires dans les matières scientifiques et le manque d'intérêt pour les relations humaines (15), nous pensons

que l'enseignement scientifique doit rendre l'étudiant le plus autonome possible. L'homme autonome étant selon B. Schwartz (16) « à la fois créatif et inséré socialement ».

Remerciements

Nous remercions nos collègues G. Bouysoux, A. Chalamet, G. Reymond et R. Tardivel qui ont participé à la rédaction du test ainsi que les collègues de l'équipe d'enseignement du DEUG B qui ont aidé à son dépouillement.

Bibliographie

- (1) M. Chastrette, *L'actualité chimique*, 1978, 3, mars, 46.
- (2) D. Gilles, A. Varagnat, J. Chauchard et M. Chastrette, Enquête de motivation des étudiants de première année des DEUG, Annexe au Bulletin de Liaison de l'Université Claude-Bernard, octobre 1976.
- (3) Actes du premier colloque franco-québécois, Créteil, juin 1975.
- (4) J.-Marc Gagnon, Cahier d'activité du 3^e colloque franco-québécois, Caen, juin 1978.
- (5) J.-Marc Gagnon, communication orale au séminaire du CLEREC, Lyon, juin 1978.
- (6) W. Gariépy, Guide pour identifier, spéci-

fier et expliquer les objectifs pédagogiques, Montréal, C.A.D.R.E., 1973.

(7) W. Garipey, Cahier d'activité du 2^e colloque franco-québécois, Montpellier, avril 1977.

(8) B. S. Bloom et al., Taxonomie des objectifs pédagogiques, tome 1, traduit par M. Lavallée, Montréal, Les presses de l'Université du Québec, 1975.

(9) R. W. Burns, Douze leçons sur les objec-

tifs pédagogiques, traduit et adapté par J. G. Marcoux, Montréal, A.I.E.S., 1975.

(10) H. Bernard, J. C. Lacroix, S. Normand et J. Roy, Guide docimologique, Montréal, A.I.E.S., 1973.

(11) Y. Lacroix, Interprétation des résultats par le calcul statistique, Masson, Paris, 1962.

(12) A. Dalcq, communication, congrès IUPAC-FECS, Ljubljana, 1977.

(13) D. R. Krathwohl et al., Taxonomie des

objectifs pédagogiques, tome 2 : domaine affectif, Montréal, Éducation Nouvelle, 1971.

(14) S. Winsberg, Thèse, Faculté des Sciences de l'Éducation, Montréal, 1974.

(15) G. Provost, Cahier des Sciences de l'Éducation, Montréal, volume 11, n° 4, 1976.

(16) B. Schwartz, L'éducation demain, Col. RES, Aubier-Montaigne Éd., 1977.

Nouvelles de R.E.C.O.D.I.C.

Enseignement par objectifs

Lors de la réunion Convergence-Chimie du mois de mars 1978, un nombre important de participants de R.E.C.O.D.I.C. avait souhaité être mieux informé sur la pédagogie par objectifs.

C'est pour répondre à cette demande qu'a eu lieu les 2, 3 et 4 novembre 1978 à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse, un stage d'initiation à la pédagogie par objectifs.

Ce stage a été organisé par le Groupe d'études et de recherches pédagogiques de Toulouse à l'initiative de R. Lefèvre, Maître-assistant de physique.

Il réunissait 77 stagiaires représentant une vingtaine d'Universités de France et de Belgique ainsi qu'une douzaine d'animateurs.

Durant ce stage des exposés sur : l'enseignement par objectifs, l'évaluation et la docimologie ont été présentés, en séance plénière, par des pédagogues, des psychopédagogues et des enseignants universitaires.

Les participants se sont répartis en groupe constituant les ateliers de travail avec un ou plusieurs animateurs.

Les groupes sont restés pratiquement inchangés pendant la durée du stage, les animateurs eux ont permuté de façon à ce que chaque groupe puisse travailler avec différents animateurs.

Le stage s'est terminé par une table ronde où les animateurs ont eu à répondre aux questions des stagiaires. Quelques critiques ont

été émises sur l'enseignement par objectifs, sur le principe du stage lui-même, sur la permutation des animateurs..., mais la majorité des participants était satisfaite de ce qu'elle avait appris, de la bonne organisation et de l'ambiance studieuse et agréable qui a régné pendant ces trois jours. La question s'est posée d'un stage analogue à plus ou moins brève échéance : « SIPO II ». Il ne semble pas qu'il y ait unanimité sur la reprise de la même formule.

La plupart des stagiaires initiés à l'enseignement par objectifs sont repartis convaincus qu'il fallait modifier la façon traditionnelle d'enseigner. Pour cela chacun s'instruira à l'aide de la documentation conseillée lors du stage. Une réunion de confrontation pourrait alors avoir lieu entre les stagiaires qui auront persévéré dans cette voie.

Formation des Maîtres

Le Groupe de travail 5 de R.E.C.O.D.I.C. sur la formation des maîtres de sciences physiques a commencé à fonctionner au mois d'octobre. Lors d'une première réunion, il a décidé de former trois commissions :

1. Maîtrise de sciences physiques

a) Collecter des informations sur le contenu des maîtrises de sciences physiques dans les différentes Universités et des précisions

concernant l'intégration des enseignements de physique et de chimie.

b) Collecter également des informations sur l'introduction éventuelle de la pédagogie, de psycho-pédagogie, etc... dans ces nouvelles maîtrises, et sous quelle forme.

Ces différentes informations pourraient permettre de faire des propositions à la Société Française de Physique, à la Société de Chimie Physique et à la Société Chimique de France, en vue d'une action éventuelle commune auprès des universités.

2. Préparation des concours CAPES-Agrégation

Enquête dans chaque université sur le nombre d'étudiants inscrits et sur leur cursus universitaire ; influence du cursus sur la réussite aux concours.

3. Formation permanente des Maîtres

- Recenser les actions en cours, aussi bien en physique qu'en chimie.
- Déterminer les causes de l'interruption de certaines actions entreprises précédemment.
- Définir le rôle des centres de formation permanente.

Pour tous renseignements s'adresser au responsable du Groupe : Mme Cros, Université des Sciences et Techniques, Place Eugène-Bataillon, 34060 Montpellier Cedex.

La rédaction de L'actualité chimique a décidé d'inclure périodiquement au sommaire de ses numéros de 1979, une nouvelle rubrique intitulée « Le monde de la chimie ». Les entreprises, les écoles, les instituts pourront y développer leurs activités, afin de mieux les faire connaître des lecteurs de notre publication.

L'interview, qui suit, est l'une des formes proposées pour la présentation d'un constructeur d'appareils de laboratoire

La Division « Instruments » de la Société Du Pont de Nemours France Entretien avec J.-P. Mangé

(Directeur des ventes de la Section « Analyseurs scientifiques et industriels » de la Division « Instruments »).



L'A.C. : *M. Mangé, pourriez-vous, en premier lieu, nous rappeler par un bref historique, quelles ont été les motivations qui ont décidé une grande entreprise chimique américaine et internationale à s'intéresser à l'appareillage scientifique ? Du Pont de Nemours est surtout connu par ses diverses activités chimiques. Cet exemple a-t-il fait école auprès d'autres entreprises et, si oui, pourriez-vous m'en citer les références ?*

M. Mangé : La Division Instruments est dérivée directement d'un programme que Du Pont a mis au point pour créer des appareils qui correspondraient exactement aux besoins de ses usines et de ses laboratoires.

Lorsque cette Division a été créée, en 1961, un certain nombre d'appareils, actuellement existants, n'étaient pas commercialisés et Du Pont en rassemblant les différents prototypes qui existaient déjà dans ses différents laboratoires, a sélectionné deux appareils :

- L'analyseur photométrique
- L'analyseur thermique.

En résumé, l'usage, pour les besoins internes, a débouché sur la commercialisation extérieure des deux lignes de produits mentionnés ci-dessus.

Le fait de voir une société chimique créer une Division Instruments scientifiques, à la fois pour ses besoins internes et pour un marché américain ou international est un cas unique aux U.S.A.

En effet, quelques expériences semblables ont été tentées par des firmes américaines, dont les efforts n'ont pas été couronnés de succès.

L'A.C. : *Depuis la création de cette Division, comment s'est faite l'orientation du développement des différentes lignes de produits ? Quelles sont les raisons qui ont procédé à l'expansion de l'une par rapport à l'autre ? Est-ce pour les besoins internes de Du Pont ou par rapport à la demande du marché ?*

M. Mangé : Le programme a consisté d'abord à développer les domaines extérieurs où potentiellement existait un marché important. En tenant compte de cette approche, un certain nombre d'appareils ont été créés pour répondre à la demande de la clientèle :

- en 1972 : l'ACA (Analyseur Clinique Automatique)
- en 1969 : le chromatographe en phase liquide
- en 1970 : les analyseurs de contrôle de pollution.

Par ailleurs et parallèlement, le groupe Du Pont procédait à l'acquisition de certaines sociétés d'instrumentation scientifique qui permettraient d'inclure au catalogue de la Division « Instruments » de nouvelles lignes de produits, tels que :

- en 1966 : l'analyseur d'humidité
- en 1969 : le spectromètre de masse
- en 1969 : le détecteur de fuite
- en 1973 : les centrifugeuses et ultra centrifugeuses.

L'A.C. : *Pourriez-vous nous préciser quelles ont été les raisons majeures ayant présidé à votre implantation en France ?*

M. Mangé : Cette implantation a été la suite logique des premières interventions de notre Société sur le marché européen : Il y eut d'abord une implantation en Grande-Bretagne pour des raisons de langage, puis une autre en Allemagne Fédérale pour des raisons de dimension de marché potentiel (beaucoup plus important). En ce qui concerne la France, le développement de la recherche universitaire et industrielle au cours des années 60, a incité la société Du Pont à implanter une antenne en 1970.

L'A.C. : Avez-vous lors de cette implantation commercialisé l'ensemble des lignes de produits figurant au catalogue de la maison mère ?

M. Mangé : Les différentes lignes de produits se sont intégrées à notre programme de commercialisation au fur et à mesure de leur développement technique par notre société mère ou de l'achat de différentes sociétés d'instrumentation américaines avec un décalage relativement faible.

L'A.C. : Comment vous positionnez-vous, aujourd'hui, par rapport à vos concurrents sur le marché français de l'appareillage scientifique au niveau des appareils que vous proposez à la vente ?

M. Mangé : Les positions dominantes sur le marché français se situent dans les secteurs suivants :

- analyse thermique
- analyse industrielle de traces d'humidité dans les gaz
- centrifugation.

L'A.C. : Que pensez-vous de la politique pratiquée par un grand nombre de fabricants d'appareils scientifiques qui veut qu'à intervalles réguliers de nouveaux appareils très performants soient lancés dans des gammes déjà existantes. Croyez-vous que sur le plan économique, cette politique peut-être maintenue à moyen ou à long terme ?

M. Mangé : Il faut d'abord souligner la rapidité des évolutions techniques et scientifiques dans le domaine de l'instrumentation. Si l'apparition d'une nouvelle génération d'appareil, tous les 4 ans, dans la plupart des techniques instrumentales doit être en partie expliquée par l'existence d'une concurrence



Stage de formation technique de chromatographie en phase liquide.



Vue du laboratoire d'applications d'Orsay.

internationale, il faut quand même remarquer l'importance des améliorations technologiques apportées à chaque génération au niveau des performances, de la faculté d'utilisation et d'exploitation des résultats.

L'A.C. : Cette politique actuelle, dominée par le développement de la technique, va-t-elle se maintenir dans la prochaine décennie ? Quelles seront, par ailleurs, les grandes orientations technologiques qui feront, dans cette même période, leur plus forte expansion ?

M. Mangé : Si nous raisonnons sur la prochaine décennie, les nombreux contacts que nous avons dans les milieux scientifiques nous conduisent à croire que, dans un avenir assez proche (1990) l'évolution technologique se ralentira, les utilisateurs réclamant de plus en plus souvent un service qu'un appareil. Le terme service couvrant aussi bien la mise au point des méthodes d'analyse, la qualité de l'après-vente et la formation de l'utilisateur.

Nous pensons que les types d'appareil dont l'expansion sera la plus marquée au cours de la prochaine décennie, seront les chromatographes en phase liquide, les spectromètres de masse et l'analyseur clinique automatique (A.C.A.).

En effet, nous assistons à une multiplication des besoins dans le domaine clinique, biologique et biochimique, domaine lié à la vie et à la santé des individus.

Ces domaines seront, sans doute, dans l'avenir plus prioritaires encore qu'auparavant et leur besoin en appareillage scientifique devrait croître rapidement.

L'A.C. : La politique commerciale de votre Division est-elle faite à partir de décisions globales émanant de la maison mère aux U.S.A. ou pour des raisons d'éthique commerciale, de façon plus fragmentaire, à partir des demandes des marchés nationaux ?

M. Mangé : Pour des raisons commerciales évidentes, chaque nouveau type d'appareil est diffusé sur le plan mondial. Mais la définition de chaque type est faite conjointement par les dirigeants américains et européens de notre Division.

La part de l'Europe étant de plus en plus importante dans le marché mondial, les avis des responsables européens ont évidemment un poids toujours croissant dans ces décisions.

L'A.C. : Pouvez-vous, en quelques phrases, nous présenter très rapidement les moyens dont dispose, sur le plan français, la Division Instruments pour l'ensemble des 3 sections d'appareillage, tant au niveau des interventions près de la clientèle, que de votre structure d'implantation commerciale et de vos services d'après-vente : aide à la clientèle, garantie des matériels ?

M. Mangé : Notre structure commerciale doit correspondre à l'image de marque de la Société Du Pont. Elle a été définie de façon à assurer à nos utilisateurs un service avant, pendant et après la vente qui soit de la plus haute qualité. Chacun de nos ingénieurs de vente est spécialiste d'une seule ligne de produit de même que chaque technicien d'après-vente.

Nous assurons de façon régulière des cycles de formation et des séminaires d'information dans nos bureaux d'Orsay ou dans différentes villes de province. De plus, chaque utilisateur est formé dans son laboratoire sur son propre appareil par nos spécialistes.

Les effectifs d'intervention de notre Division sur le plan français sont à ce jour d'une trentaine de spécialistes. La jeunesse de notre Division en France et la rapidité de son expansion nous permet d'envisager l'avenir avec optimisme en fonction des résultats acquis.

Un ami de la France : James Mason Crafts (1839-1917)

La Fondation Charles Friedel

par André Boullé

Dans le cadre du dernier Congrès de l'American Chemical Society (La Nouvelle-Orléans, 20-25 mars 1977) s'est tenu un symposium pour marquer le centenaire de la découverte par Friedel et Crafts de l'agent de synthèse dont l'emploi devait donner, en peu d'années, un grand essor à la chimie aromatique : le chlorure d'aluminium anhydre.

A ce symposium, organisé par deux universitaires américains les Docteurs Georges A. Olah et Royston M. Roberts, participèrent des chimistes de douze nations. La première séance fut présidée par M. le Professeur Marc Julia de l'Académie des Sciences (1).

L'existence dans les archives de la Société Chimique de France, de documents concernant J. M. Crafts * a suggéré de mieux faire connaître ce savant qui a vécu plus de vingt ans en France et a donné des preuves de son attachement à notre pays **.

Au cours de la séance du Conseil de la Société Chimique le 8 janvier 1917, le Président Haller donne lecture d'une lettre de M. Georges Friedel, Directeur de l'École des Mines de Saint-Étienne, qui a lui-même reçu une lettre d'un « ami de la France » voulant garder l'anonymat et proposant la création d'une « Fondation » qui aurait pour but de venir en aide à des familles de chimistes français victimes de la guerre ; une somme de cent mille francs serait mise à la disposition de la fondation par cet étranger facile à identifier.

En effet, d'une part il est souhaité que la fondation porte le nom de Charles Friedel, d'autre part le Président rappelle qu'il a fait part au Conseil le 7 février 1916 d'une brève missive de J. M. Crafts (écrite de Boston le 12 décembre 1915) qui, sous prétexte de devenir membre à vie de la Société Chimique, envisageait l'envoi d'une somme importante pouvant couvrir d'éventuelles dépenses occasionnées par la guerre.

** En particulier deux lettres de Crafts et une lettre de sa fille Élisabeth écrite peu après la mort de son père, toutes trois en français.*

*** L'annonce de sa mort survenue le 20 juin 1917 fut communiquée par le Président Poulenc au Conseil de la Société Chimique lors de sa séance de rentrée le 8 novembre 1917. Hanriot qui était l'auteur de la notice de Charles Friedel (parue en 1900) accepta alors de rédiger celle de J. M. Crafts mais si elle fut écrite elle ne figure pas dans le Bulletin de la Société Chimique.*

Le Conseil respecte, bien entendu, le désir d'anonymat du donateur ; la discussion qui s'engage est relative :

- aux dispositions juridiques permettant à la Société d'accepter ce don *
- aux conditions fixées par le donateur quant au fonctionnement de la future « Fondation Charles Friedel ».

La décision de principe est prise d'accepter le don et le Bureau de la Société est chargé de mettre au point un projet de règlement ; ce dernier est effectivement soumis au Conseil le 1^{er} février 1917 par le Président Poulenc qui écrit quelques jours plus tard à M. G. Friedel pour le remercier et lui rendre compte des délibérations du Conseil. Elles seront confirmées par une lettre, du Secrétaire Général A. Valeur, priant M. G. Friedel de les transmettre à son correspondant.

Le 8 mars suivant, le Président informe le Conseil que le chèque de cent mille francs a été perçu par le Trésorier ; il reçoit plus tard une lettre de J. M. Crafts (datée du 12 mai 1917) au sujet du règlement proposé. Finalement un texte comportant quatre articles est adopté au cours du Conseil du 14 juin 1917. Une commission de la Fondation est créée, elle est formée provisoirement de MM. Poulenc, Président, Hanriot, Moureu, Urbain.

Lors de cette même séance, Haller propose de nommer J. M. Crafts, Membre d'Honneur de la Société Chimique, proposition qui est acceptée à l'unanimité et qui est ratifiée par l'Assemblée générale le 13 juillet suivant.

Dans cette période particulièrement sombre de la guerre l'échange du courrier avec les États-Unis est lent, aussi ignorait-on à Paris le 13 juillet que J. M. Crafts était mort subitement le 20 juin ; il ne connaît donc pas la distinction dont la Société Chimique venait de l'honorer. C'est Georges Friedel qui prévient le Président Poulenc de la disparition brutale de Crafts ; à son tour le Président informe le Conseil (séance du 27 juillet) et écrit aussitôt à M^{lle} Élisabeth Crafts, fille aînée du disparu, pour lui présenter les condoléances de la Société chimique et lui apprendre que son père avait été nommé Membre d'Honneur quelques jours avant sa mort. La réponse très touchante de M^{lle} Crafts est lue à la

** La Société chimique comprend statutairement des Membres donateurs et elle peut recevoir, sans payer de droits, des fonds d'un Membre donateur, même anonyme.*

séance de rentrée du Conseil le 8 novembre 1917.

Dans sa dernière lettre du 12 mai (citée précédemment) J. M. Crafts parle précisément de sa fille Élisabeth qui a organisé à Boston un Comité pour venir en aide aux orphelins de guerre français : 260 000 dollars ont été collectés à cette date : il signale également que les membres de sa famille qui ont l'âge convenable se sont déjà engagés ; il décrit le cortège qui vient de passer sous ses fenêtres pour la réception du Maréchal Joffre par la ville de Boston, l'une des étapes du voyage triomphal que fit le Maréchal à travers les États-Unis du 24 avril au 14 mai 1917*.

L'attitude généreuse de Crafts envers notre pays s'explique par la sympathie que lui manifestèrent les chimistes français et l'amitié qui le liait à Charles Friedel, sentiments qui devinrent de plus en plus vifs au cours des 21 ans que Crafts vécut en France où il fit deux séjours : 1861-1865 et 1874-1891.

Quelle fut la carrière de J. Mason Crafts ainsi partagée entre les États-Unis et la France (2) ?

Il est né à Boston le 8 mars 1839 ; son père R. A. Crafts dirigeait une manufacture de vêtements de laine ; sa mère Marianne Mason était la fille d'un homme de loi éminent, sénateur du New-Hampshire. A Boston, on s'intéressait beaucoup aux questions scientifiques ; la famille Crafts était en relation suivie avec W. B. Rogers le fondateur du Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.). La nature studieuse du jeune James s'est épanouie dans un tel milieu. Après avoir fréquenté différentes écoles de la ville, il suit les cours de l'Université d'Harvard où il obtient à 19 ans son diplôme de « Bachelor of Science ». Il entre ensuite dans un établissement nouvellement créé « Lawrence Scientific School » et opte pour la préparation à une carrière d'ingénieur des mines, très recherchée à l'époque. Mais J. M. Crafts estime que pour réussir dans cette voie il doit compléter sa formation en suivant certains enseignements dispensés dans des écoles européennes : aussi le trouve-t-on en 1859 en Allemagne à Fribourg (Saxe) assistant d'un métallurgiste connu Platner et déjà il commence à s'intéresser à la chimie. L'année suivante la chance le favorise : un poste d'assistant lui est offert à Heidelberg auprès de Bunsen célèbre par ses recherches en spectroscopie. Le rubidium est découvert,

* Les États-Unis sont entrés en guerre le 2 avril 1917 ; la veille, le Gouvernement français avait convoqué le Maréchal Joffre en disgrâce depuis deux ans (victime d'intrigues parlementaires) pour lui demander de se joindre à la mission en instance de départ pour les U.S.A. ; d'après la lettre de service que lui remit Paul Painlevé, Ministre de la Guerre, le Maréchal Joffre devait, avec les autorités américaines, « déterminer sans retard et dans leurs grandes lignes les directives de coopération des forces des États-Unis et des forces alliées ». Jean d'Esme « Joffre » Ed. France Empire 1962 ; Pierre Varillon « Joffre » Ed. Foyard 1956.

grâce à son spectre de flammes (3), durant le séjour de Crafts au laboratoire de Bunsen où il fait la connaissance de Kirchoff, d'Helmholtz. Son goût pour la chimie s'affirme, aussi décide-t-il de venir à Paris en 1861 pour travailler sous la direction de Wurtz (successeur de J. B. Dumas) à l'École de Médecine ; c'est là qu'il rencontre Charles Friedel, son aîné de sept ans. Une vive sympathie s'établit spontanément entre eux et ils entreprennent en collaboration des travaux sur des composés organo-métalliques spécialement les organo-siliciques en vue, au départ, de préciser le poids atomique du silicium. Les résultats obtenus font l'objet de plusieurs publications entre 1863 et 1865.

En cette année 1865 J. M. Crafts, ayant acquis de bonnes connaissances de base, revient aux États-Unis où, pendant peu de temps, il exerce les fonctions d'ingénieur des mines.

C'est probablement en 1867 qu'il épouse Clémence Haggerty de New-York.

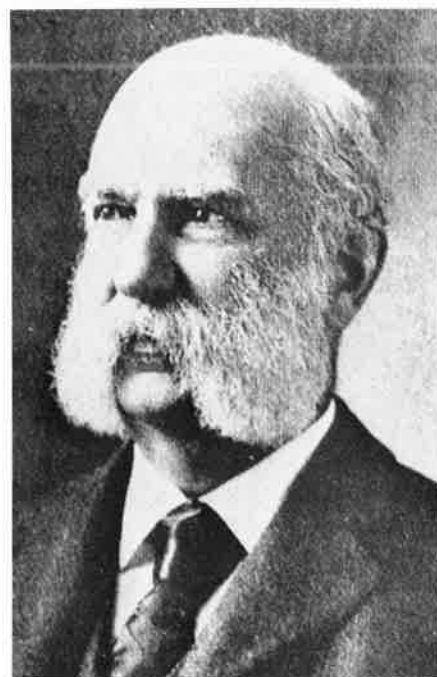
La même année un poste de professeur de chimie lui est offert à l'Université Cornell en cours d'organisation et peu après il devient « chairman » du département de chimie. Pour ses étudiants il rédige un traité d'analyse dédié à Wurtz en remerciement de l'accueil et des enseignements reçus à Paris.

En 1870 Crafts succède à Storrer dans la chaire de chimie générale et analytique du M.I.T. ; malheureusement il doit assez rapidement, pour raison de santé, réduire son activité. Finalement il quitte l'Institut tout en conservant le titre de « Professeur non résidant » et revient à Paris en 1874 au laboratoire de Wurtz (où il retrouve Friedel) avec l'intention de passer 3 ou 4 ans en France ; il devait y demeurer jusqu'en 1891.

La collaboration aussitôt reprise avec Friedel aboutit en 1877 à la rédaction des premières notes à l'Académie des Sciences (4) sur « Une nouvelle méthode de synthèse d'hydrocarbures en présence de chlorure d'aluminium » qui ouvrait de vastes perspectives.

La découverte du rôle joué par Cl_3Al résulte, ainsi que le rappelle Crafts (5), d'une « accidentale observation » lors de l'action de Al métal sur le chlorure d'amyle. Un mode de synthèse dû à Zincke (6) était déjà connu : action du zinc en poudre sur un mélange de chlorure et d'hydrocarbure aromatiques (pratiquement chlorure de benzyle en solution benzénique) ; il se forme, entre autres produits, du diphenylméthane. La réaction n'avait pas reçu d'explication satisfaisante : Zincke avait bien constaté la formation de Cl_2Zn mais sans envisager une action particulière de ce composé.

Un jour de 1873, au laboratoire de Wurtz (où travaillait Charles Friedel) un jeune chercheur reproduisait la réaction de Zincke ; celle-ci devint tumultueuse et Friedel qui assistait incidemment à l'expérience aida le jeune homme à séparer le liquide de la poudre de zinc. A leur grand étonnement la réaction se poursuivit aussi violemment dans le liquide séparé donc en l'absence de zinc.



James Mason Crafts

Aucune interprétation satisfaisante ne fut donnée sur le moment à ces observations et au bout de quelques jours il n'en fut plus question (7).

Plus tard Friedel et Crafts eurent besoin pour leurs recherches en cours, d'appliquer la méthode de Gustavson (8) permettant de transformer un chlorure organique (dans le cas indiqué : le chlorure d'amyle) en iodure par action de l'iodure d'aluminium. Mais les deux savants au lieu d'utiliser I_3Al mirent en jeu de l'aluminium en plaques et des cristaux d'iode dans les proportions correspondant à l'iodure métallique. Il se produisit une réaction extrêmement vive mais qui ne conduisit pas à l'iodure organique cherché ; les mêmes observations pouvaient d'ailleurs être faites en l'absence d'iode et il était impossible de régulariser la réaction soit en enlevant les lames d'aluminium soit en refroidissant. Friedel et Crafts constatèrent que la solution contenait du chlorure d'aluminium ; l'analogie avec les expériences antérieures était évidente mais dans le cas présent Friedel et Crafts pressentirent le rôle joué par Cl_3Al .

A l'époque la notion de catalyse était encore inconnue mais elle transparait dans la conclusion des deux savants : « si l'hypothèse est bonne, on verra une fois de plus, une de ces « actions de présence » expliquée par une réaction transitoire à laquelle le corps qui semble y assister passivement prend part, par petites fractions, en étant régénéré à mesure, de manière à se trouver à la fin en proportions à peu près égales à celles du commencement de la réaction ».

En opérant avec un mélange de chlorure d'amyle et de benzène en présence de Cl_3Al anhydre, Friedel et Crafts constatèrent que la réaction était très régulière et fournissait l'amylbenzène $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{C}_5\text{H}_{11}$; elle pouvait être suivie par dosage de l'acide HCl formé.



Charles Friedel

(Photo Nadar)

L'essentiel des recherches poursuivies par Crafts durant ce second séjour en France correspond à la généralisation du mode de synthèse que Friedel et lui avaient découvert et qui s'avérait si fécond. Leur déroulement se trouvait ralenti du fait que les locaux de l'École de Médecine étaient d'une part inadaptés et d'autre part insuffisants car Wurtz accueillait beaucoup d'élèves étrangers.

Aussi la majeure partie des travaux relatifs aux synthèses d'hydrocarbures fut-elle effectuée dans un petit laboratoire de l'École des Mines dont disposait Friedel qui depuis 1856 était conservateur des Collections de Minéralogie de cet établissement*.

Néanmoins c'est une centaine de publications qui s'échelonnent de 1877 à 1891 en collaboration avec Friedel mais aussi avec d'autres chercheurs du groupe. La valeur de ces travaux était consacrée par l'attribution à Crafts en 1887 du prix Jecker de l'Académie des Sciences et en 1885 du ruban de Chevalier de la Légion d'Honneur.

En 1891 Crafts quitte la France pour les U.S.A. où il retrouve l'année suivante un poste de Professeur de chimie organique au M.I.T. ; la responsabilité de l'ensemble du

* *La vocation initiale de Ch. Friedel était la minéralogie ; il avait suivi à Strasbourg les cours de cristallographie de Pasteur. En 1851, il vient à Paris et travaille sous la direction de Sénarmont et de Dufrenoy à l'École des Mines, mais en 1854 il entre au laboratoire de Wurtz auquel il succède en 1884. Durant ces trente années il partage son activité entre la chimie et la minéralogie ; ses travaux dans cette dernière discipline lui valent d'être nommé Maître de conférence à l'École Normale Supérieure (1871) puis Professeur à la Sorbonne (1876). Pasteur l'incitait à poser sa candidature à l'Académie des Sciences dans la section de minéralogie.*

Département de chimie lui est confiée en 1895. Deux ans plus tard il est élu à la Présidence du M.I.T. ; dans ces nouvelles fonctions l'objectif de Crafts est d'amener l'Institut au niveau des établissements analogues existant en Europe et il conçoit en conséquence l'organisation de l'enseignement destiné aux futurs ingénieurs. Quant aux recherches, il est convaincu qu'elles doivent être poursuivies à la fois dans les domaines fondamentaux et dans ceux des applications ; c'est l'orientation qu'il fixe à l'Institut et la justesse de ses vues devait être confirmée par le brillant développement du M.I.T.

Bien que très absorbé par ses tâches administratives Crafts continue néanmoins à diriger le Département de chimie mais un choix finit par s'imposer à lui et en 1900 il abandonne la présidence de l'Institut et se consacre à la recherche (catalyse en solution, thermométrie à haute température...).

L'Université de Harvard lui décerne le titre de "Doctor of Laws" en 1898 récompensant la valeur de ses travaux scientifiques et l'efficacité de ses efforts comme Président du M.I.T.

La mort de Charles Friedel le 20 avril 1899 assombrit cette période heureuse de la vie de Crafts ; évoquant les liens qui l'unissaient au grand savant français il écrivait : « *Pendant trente huit ans d'une amitié intime dont il a fait la preuve par sa conduite et par ses actes, je ne peux me rappeler une seule circonstance où j'aurais souhaité qu'il ait pensé ou agi autrement* ».

A partir de 1911, Crafts dont la santé a déjà été ébranlée à plusieurs reprises, doit cesser toute activité ; il se contente de mettre au point des publications* à partir des résultats acquis antérieurement.

Il meurt subitement le 20 juin 1917 dans sa résidence d'été de South Salem à Ridgefield (Connecticut).

Qu'advint-il de la Fondation Friedel ?

Un règlement en 4 articles précisait son fonctionnement. Les fonds disponibles correspondaient aux intérêts du capital placé en rentes ou fonds garantis par l'État (art. 1) ; leur affectation était décidée chaque année par une Commission spéciale comprenant :

- le Président et le Secrétaire général de la Société Chimique de France,
- un membre à vie : M. Georges Friedel,
- trois membres du Conseil de la Société Chimique nommés par le Conseil et renouvelables par tiers chaque année (art. 2). Les bénéficiaires seront en premier lieu « les membres de la Société Chimique et leurs familles qui auront souffert de la guerre actuelle » ; l'aide sera maintenue aussi longtemps que la commission le jugera utile (art. 3).

L'intervention de la Commission s'est manifestée en faveur de veuves (et de leurs enfants) signalées par MM. Darzens, Delepine, Hal-

* *En partie dans des périodiques français.*

ler, Matignon... ; des versements ont été effectués jusqu'en 1929, plusieurs sont destinés aux familles de victimes de la catastrophe survenue le 1^{er} mai 1916 à La Pallice dans une usine d'explosifs.

Après 1929, il ne semble pas que des secours aient été octroyés* d'ailleurs la dépréciation du franc ne permettait plus une assistance efficace. Or l'article 4 du règlement prévoyait que « lorsque la Commission de la Fondation le jugerait opportun, il sera procédé à l'affectation (en tout ou partie) des revenus à tout emploi que la Commission considérera utile pour le bien de la Société ».

La question est évoquée en 1933, lors de la réunion annuelle de la Commission des finances de la Société, sur un rapport de Jolibois ; il est décidé d'informer d'abord la famille Friedel. En effet Georges Friedel est décédé cette même année 1933 et pour le remplacer à la Commission de la Fondation c'est son frère Jean Friedel, Professeur de botanique à la Faculté des Sciences de Nancy qui est pressenti.

Finalement en 1937, après un exposé écrit de la situation par le Secrétaire général R. Delaby, la Société reprend la libre disposition des revenus de la Fondation mais en rappelant ce qui a été prévu lors de l'élaboration du règlement « quelle que soit dans l'avenir l'affectation des intérêts de la donation, la mention « Fondation Charles Friedel » y demeurera toujours attachée de manière à respecter le pieux hommage que le donateur désire rendre à la mémoire de son regretté Maître ».

Bibliographie

- (1) *Chemical Eng. News*, 1^{er} avril 1977, p. 28.
- (2) H. P. Talbot, « J. M. Crafts », *J. Amer. Chem. Soc., Proceed.*, 1917, **39**, 171.
G. A. Olah et E. A. Dear, « Friedel Crafts and related reactions », *Interscience Public. vol. 1*, 1963 (New-York, Londres).
J. M. Crafts, « Friedel Memorial lecture », *J. Chem. Soc. Transactions*, 1900, Vol. LXXVII, p. 993.
- (3) Bunsen et Kirchoff, *Liebig Ann.*, 1860, **113**, 337.
- (4) *C.R. Acad. Sci.*, 1877, **84**, 1392 et 1450 et *Bull. Soc. Chim.*, 1877, **27**, 482.
- (5) Crafts, « Friedel Memorial Lecture ».
- (6) Zincke, *Ann. der Chemie*, 1871, **159**, 374 et *Ber.*, 1873, **6**, 137 et 1191.
- (7) Hanriot, Notice Charles Friedel, *Bull. Soc. Chim.*, 1900, **23**, 1.
- (8) Gustavson, *Ann. der Chemie*, 1874, **172**, 173.

* *Il existe également une liste de 18 noms de chimistes morts victimes des préparations chimiques de guerre (produits spéciaux : chlore, ypérite...) ; pour chacun d'eux la firme et l'usine sont précisées. Cette liste sur papier sans en-tête est jointe à une lettre datée du 1^{er} mars 1920, et adressée au Secrétaire général de la Société, E. Fourneau, mais aucun document ne fait état d'une aide apportée aux familles par la Fondation Friedel.*

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.

Pollution. Environnement

W24. Mathematical models in water pollution control par A. James

Ce livre traite de façon détaillée et complète de l'utilisation des modèles mathématiques dans le contrôle de la pollution de l'eau. Une introduction présente les techniques mathématiques utilisées, et le reste du livre explique des exemples d'utilisation de ces modèles dans des secteurs comme l'organisation d'usines de traitement des déchets, ou le « management » de lacs, de rivières, d'estuaires ou même de mers.

L'ouvrage s'adresse à des ingénieurs civils ou à des chimistes et biologistes travaillant au contrôle de la pollution de l'eau, et en général à tous les scientifiques spécialistes de l'environnement.

Quelques titres de chapitres :

1. Techniques : Techniques mathématiques et informatiques...
2. Applications à des environnements pollués : Établissement de modèles pour une pollution marine...
3. Applications au traitement des ordures : Un modèle mathématique de la croissance bactérienne et de l'utilisation du substrat dans le procédé des boues activées...
4. Applications aux ressources en eau : Une approche hiérarchique des différentes manières d'établir des modèles pour la qualité de l'eau...

1978, 480 p.

W24. Potentiometric water analysis par D. Midgley et K. Torrance

La demande croissante d'eau pour des usages industriels, agricoles ou domestiques provoque une réutilisation de plus en plus intensive des ressources en eau.

Il résulte de cela que le contrôle de la pureté de l'eau doit être de plus en plus précis et approprié à l'usage que l'on en fait.

Précédemment des paramètres comme la conductivité, le pH, et l'oxygène dissous, suffisaient pour établir le degré de pureté de l'eau mais actuellement le dosage de substances chimiques spécifiques est devenu indispensable.

Les analyses potentiométriques utilisent des électrodes sélectives permettent l'observation de nombreuses substances chimiques et cette technique a l'avantage d'être facilement adaptable aux différentes circonstances : de nombreux produits peuvent être dosés avec un même équipement moyennant un minimum de changements techniques, les instruments sont portatifs et peuvent aussi être installés pour de longues périodes (mesures continues d'une pollution dans une usine, par exemple).

Le livre examine toutes les connaissances existant sur cette technique et donne suffisamment de détails pour que les chercheurs puissent l'utiliser sans problème.

Il s'adresse à des chimistes et biologistes travaillant au contrôle de la pollution de l'eau et à tous les spécialistes des sciences de l'environnement.

1978, 384 p.

W24/A. Water chlorination: Environmental impact and health effects, Volume 2

par R. L. Jolley, H. Gorchev et D. H. Hamilton

Cet ouvrage est le second volume d'une série consacrée à la chloration de l'eau, il a pour thème les effets de ce procédé sur l'environnement et sur la santé.

On y explique les avantages et les inconvénients de la chloration de l'eau pour la santé publique et pour l'environnement, on y analyse l'usage du chlore dans le traitement des eaux usées, et on y résume les dernières réglementations américaines sur la purification de l'eau potable par le chlore.

Des sujets plus spéciaux sont examinés, tels les effets du chlore sur l'eau douce et sur les systèmes marins, l'efficacité du chlore pour désinfecter les eaux sales et les effluents industriels, les effets épidémiologiques et mutagéniques des sous-produits de la chloration de l'eau, et les autres méthodes de désinfection et de traitement de l'eau qui existent.

Ce livre s'adresse aux chimistes et biochimistes qui se spécialisent dans les sciences de l'environnement ou en biologie marine.

1978, 900 p.,

E24. Phosphorus in the environment. Its chemistry and biochemistry *Ciba Foundation Symposium 57*

Le phosphore est indispensable à la vie, il est un élément constitutif de toutes les membranes cellulaires, des os et de l'ADN, il intervient dans la photosynthèse et dans le métabolisme général. On l'utilise en grande abondance aussi comme engrais.

Mais le phosphore peut être responsable de pollutions. Ce livre reprend les idées de chimistes, d'agronomes et de légistes venant d'institutions gouvernementales, d'universités et d'industries. Ils discutent des ressources en phosphore, du coût de son extraction, de sa chimie et de sa biochimie, de son rôle dans les engrais et dans les détergents, des problèmes qu'il peut provoquer dans les cours d'eau et dans les égouts, de ses effets sur l'environnement, et des manières possibles de contrôler son utilisation.

Ce livre intéressera certainement les biochimistes, les agronomes, les pédologues, les limnologues et les spécialistes de la pollution.

Extraits de la table des matières: Les ressources mondiales en phosphore. Biochimie du phosphore. Chimie organique du transfert des phosphates. Importance biologique des composés organophosphorés contenant une liaison carbone-phosphore. Le phosphore et l'eutrophisation des lacs. Bilan des phosphates dans les détergents et possibilité de remplacement de ces phosphates, etc...

1978, 300 p., 103 figures, 37 tableaux.

Polymères

A4. Organometallic polymers

par C.E. Carraher, J.E. Sheats et C.U. Pittman

Cet ouvrage reprend les communications faites au symposium organisé par l'American Chemical Society à New-Orleans (Louisiana) en mars 1977; il passe en revue une série de sujets relatifs aux polymères organométalliques: leur synthèse, leur caractérisation, et leurs applications possibles. Il s'adresse entre autres, aux chimistes des polymères, aux physiciens et aux ingénieurs.

On y trouve les résultats de recherches récentes et de recherches déjà mises en application. Les nouvelles techniques de synthèse et d'analyse sont présentées. Les auteurs proviennent tant des universités que de l'industrie.

Quelques titres de chapitres: Polymérisation « vinyl » de monomères organométalliques contenant des métaux de transition. Polymères de condensation organométallique. Polymères de coordination et coordination d'ions inorganiques à des polymères.

1978, 384 p.

E24. Dynamic mechanical analysis of polymeric material

par Takayuki Murayama

Il s'agit d'une monographie consacrée à l'analyse mécanique dynamique des matériaux polymériques.

Les chimistes, les physiciens et les ingénieurs mécaniciens spécialisés dans l'étude des polymères peuvent considérer ce livre comme un indispensable ouvrage de référence. Il peut d'ailleurs être utilisé comme livre de cours dans l'enseignement des sciences des matériaux et plus spécialement des polymères.

L'ouvrage commence par définir les principes de l'analyse mécanique dynamique des polymères, vient ensuite une discussion sur le développement des techniques de mesure des propriétés mécaniques dynamiques, puis une étude sur l'interprétation des propriétés mécaniques dynamiques au niveau moléculaire.

Une relation expérimentale entre les propriétés dynamiques et la viscoélasticité est ensuite présentée.

Les variables extérieures qui affectent les propriétés mécaniques dynamiques, dont différentes déformations, sont examinées pour terminer, dans leurs effets sur ces propriétés dynamiques des polymères.

Chapitres principaux: Introduction au comportement mécanique dynamique. Instrumentation. Interprétation moléculaire. Analyse de la géométrie de la structure. Propriétés dynamiques et viscoélasticité. Comportement anisotropique dynamique. Propriétés dynamiques dans des milieux gazeux et liquide.

1978, 232 p.

Tables de compatibilité des plastiques et caoutchoucs avec les solvants usuels

Dans ce document, 5 000 cas sont examinés, fondés sur l'expérience de plus de 50 producteurs.

Pour 35 familles de plastiques et 17 familles d'élastomères la compatibilité physico-chimique a été examinée à deux températures pour 26 solvants usuels.

Ces tables donnent également les caractéristiques des solvants utilisés et comportent les données actualisées sur les élastomères et plastiques les plus récents.

1978, 70 pages dont 50 pages de tableaux synoptiques en couleurs.

A145. Developments in polymer characterisation

par J.V. Dawkins

La caractérisation est une partie très importante des sciences des polymères et les techniques de caractérisation sont extrêmement nombreuses.

Cet ouvrage examine un petit nombre de ces techniques de façon critique et approfondie. Deux méthodes de caractérisation très récentes sont étudiées, c'est la spectroscopie par résonance magnétique nucléaire du ^{13}C , et la dispersion de neutrons dans un angle étroit.

Cinq chapitres sont consacrés aux développements importants de techniques plus anciennes et bien connues: la chromatographie par perméation de gel (servant par exemple à la détermination de poids moléculaires moyens), la dispersion de lumière, la dispersion des RX dans un angle étroit (servant à la caractérisation de systèmes polymériques à deux phases), la calorimétrie différentielle (servant par exemple, à la détermination de la chaleur de fusion et de la cristallinité), et la microscopie.

Un chapitre aussi, est consacré à la spectrométrie de masse, technique très bien connue mais qui est peu utilisée pour l'étude des polymères. Cette importante mise au point sera très utile aux spécialistes des plastiques et des caoutchoucs, et-en général à tous

ceux qui étudient les polymères et qui sont intéressés par les méthodes de caractérisation.

Extraits de la table des matières : Spectroscopie de RMN des ^{13}C pour l'étude des polymères. L'observation des dimensions moléculaires de polymères amorphes par la dispersion de neutrons. Microscopie des surfaces des polymères, etc...

1978, 283 p., 86 illustrations.

Toxicologie

W24. Disposition of toxic drugs and chemicals in man. Volume 1 : Centrally-acting drugs

par R.C. Baselt

Le but de cet ouvrage en deux volumes est de fournir une information la plus complète possible sur la disposition dans le corps, des agents chimiques et des médicaments que l'on rencontre le plus souvent dans des cas d'empoisonnement chez l'homme.

On examine par exemple les concentrations dans les fluides du corps de certaines substances, dans des cas normaux, et dans des cas thérapeutiques. Les concentrations observées dans les fluides et dans les tissus à des niveaux toxiques sont aussi étudiées, ainsi que le destin métabolique de ces substances, lorsqu'on le connaît.

Pour chaque produit, on mentionne brièvement les procédés analytiques qui permettent sa détermination ainsi que celle de ses métabolites actifs, dans les systèmes biologiques.

Ce premier volume est consacré aux médicaments qui affectent le système nerveux central.

Le second volume traitera des médicaments agissant périphériquement et de toxiques chimiques communs.

L'ensemble de l'ouvrage intéressera certainement des pharmacologues, des toxicologues et des médecins.

Titres des grandes sections : Les analgésiques. Les anesthésiants.

Les anticonvulsifs. Les ataractiques. Les hallucinogènes. Les psychostimulants. Les sédatifs-hypnotiques.

1978, 350 p.

D14. Highly hazardous materials spills and emergency planning

par J. E. Zajic et W. A. Himmelman

Ce livre est le premier volume d'une série intitulée « Substances dangereuses et toxiques ».

Des tonnes de produits toxiques sont transportées quotidiennement sur les routes, les chemins de fer ou les rivières, et les accidents résultant du maniement ou du transport de ces substances ultradangerieuses sont de plus en plus nombreux.

Malheureusement il n'existe que très peu d'informations publiées dans ce domaine, et les lois et règlements définissant le transport de ces produits sont très lâches ou inexistantes.

L'ouvrage en question veut remédier à cette situation ; il décrit de nombreux toxiques chimiques et explique les procédés et les techniques qu'il faut employer lors de leur épandage accidentel.

Il décrit aussi des cas historiques d'accidents toxiques de ce genre qui se sont passés en Amérique du Nord.

Ce livre sera certainement très utile aux ingénieurs civils, forestiers et de l'environnement, aux responsables de la réglementation du trafic routier et de l'agriculture, et aussi aux professeurs et étudiants de sciences de l'environnement...

1978, 240 p.,

W24. Effects of exposure to toxic gases : first aid and medical treatment (2^e édition)

par W. Braker, A.L. Mossman et D. Siegel

Ce livre se présente comme un guide pratique des premiers soins à donner lors d'une intoxication par des gaz asphyxiants ou toxiques.

Les gaz étudiés sont ceux que l'on trouve dans le commerce ou que l'on emploie dans les industries et dans les facultés scientifiques. Cette seconde édition de l'ouvrage envisage un plus grand nombre de gaz que la précédente, et comprend aussi des recommandations qui visent à diminuer ou à supprimer les accidents résultant de la manipulation de gaz dangereux.

De plus, des renseignements sur l'intoxication à DL 50 d'animaux sont donnés ; en effet, quoique les doses toxiques ne soient pas les mêmes pour l'homme, les symptômes de l'intoxication ont de bonnes chances d'être pareilles.

Les gaz ont été classés par groupes dans lesquels les effets produits et les soins d'urgence sont similaires, ce qui évite les recoupements et les répétitions.

Un classement alphabétique se trouve dans la table des matières. On trouve aussi dans cet ouvrage, un chapitre sur l'hygiène industrielle et des appendices consacrés à la thérapie postérieure aux soins d'urgence, aux quantités de médicaments à prendre, et aux doses toxiques.

Ce livre s'adresse à des toxicologues et à des spécialistes de la médecine du travail et de la santé publique.

1978, 172 p.

W24. Patty's industrial hygiene and toxicology. Volume 1 : General principles

par G.D. Clayton

Il s'agit de la 3^e édition d'un important ouvrage de référence consacré à l'hygiène industrielle. Le livre en question ici est le premier volume d'une série de trois, respectivement intitulés : « Principes généraux », « Toxicologie », et « Théorie et rationalisation de la pratique de l'hygiène industrielle ».

Depuis la dernière édition, le domaine s'est bien entendu élargi à des quantités de nouveaux produits et aussi à toute une série de nouvelles lois régissant la manipulation de ces produits.

Les 27 auteurs sont des autorités en la matière, et rendent ce livre indispensable aux toxicologues et aux médecins, responsables de l'hygiène industrielle ou spécialistes de la médecine du travail.

Extraits de la table des matières : Hygiène industrielle : rétrospective et perspectives. Épidémiologie. Mode d'entrée et action des matières toxiques. Effets sur les poumons de l'inhalation de poussières inorganiques. Dermatoses dues aux conditions de travail. Bruits industriels et préservation de l'ouïe. Contrôles de la pollution de l'air. La chaleur : ses effets, sa mesure et son contrôle. Risques d'incendie et d'explosion que présentent des gaz combustibles, des vapeurs et des poussières, etc...

1978, 1504 p.

C25. Suspected carcinogens : a sourcebook of the toxic effects of chemical substances

par E.J. Fairchild

Il s'agit d'un ouvrage consacré aux effets toxiques des substances chimiques.

Il présente une liste de 2 415 produits chimiques susceptibles de provoquer le cancer chez l'homme.

Les différentes opinions et tous les renseignements disponibles sur la toxicité de ces produits sont donnés.

La liste comprend des médicaments, des additifs alimentaires, des minerais, des pesticides, des colorants, des détergents, des extraits de plantes et d'animaux, des plastics, des déchets industriels, etc...

Ce livre peut être considéré comme un ouvrage de référence pour les toxicologues, les spécialistes de la pathologie professionnelle et de la médecine légale, les techniciens de l'alimentation et pour tous ceux qui sont touchés par la recherche médicale et pharmaceutique.

Extraits de la table des matières : Nom principal d'une substance. Données sur les doses toxiques. Toxicité aquatique. Normes et règlements, etc...

1978, 288 p.

Injecteur automatique pour HPLC

La société Micromeritics présente, avec l'appareil de chromatographie liquide Modèle 7000, l'injecteur Modèle 725. Cet appareil permet :

- l'opération automatique en tous points : jusqu'à 64 échantillons avec 1, 2 ou 3 injections par échantillon. Le temps entre chaque injection est variable de 1 à 99 minutes ;
- un échantillonnage donnant des volumes d'échantillons constants et réguliers, avec possibilité de rinçage entre les échantillons. Les tubes à échantillons peu coûteux, en verre, avec des bouchons en polyéthylène, ne nécessitant que 0,7 ml d'échantillon et comprenant un dispositif pour empêcher toute perte d'échantillon. Un microprocesseur contrôle avec précision les injections, le temps d'injection et le rinçage entre les échantillons. Il existe un arrêt automatique de l'opération en cas de fausse manœuvre, et au passage du dernier échantillon. Une vanne d'injection à moteur effectue une opération fiable jusqu'à 6 000 psi. Boucle standard : 10 μ l (ou toutes autres boucles). La position « by-pass » permet le changement rapide du solvant.



Cet injecteur d'échantillons automatique peut être utilisé avec n'importe quel système de chromatographie liquide à haute performance. On peut aussi le contrôler extérieurement avec un intégrateur-computeur.

Renseignements : 14, rue Eugène-Legendre, Margency, 95580 Andilly. Tél. : 416.10.30.

Réfractomètres différentiels

Deux nouveaux réfractomètres différentiels sont proposés aux utilisateurs de chromato-

graphie en phase liquide (analytique ou préparative) et de la centrifugation zonale. Caractéristiques principales de ces réfractomètres :

- sensibilité : $1 \cdot 10^{-8}$ ($1 \cdot 10^{-6}$ modèle « préparatif ») ;
- cellules : 2×8 μ l, 2×38 μ l ou 2×60 μ l ;
- gammes de mesure : $1 \cdot 10^{-5}$ à $1,6 \cdot 10^{-4}$ et $3 \cdot 10^{-4}$ à $5 \cdot 10^{-3}$;
- temps de réponse inférieur à 1 seconde ;
- débit maximal (modèle préparatif) : $\times 100$ ml/mn sans dérivation).

A ces deux réfractomètres, on peut joindre divers accessoires parmi lesquels on note un régulateur de température, une remise à zéro automatique, un compteur de gouttes.

Renseignements : Instrulab, 13, rue d'Artagnan, 13014 Marseille. Tél. : (91) 50.84.96.

pH-mètre portable à affichage

Le pH-mètre portable 609 LCD présente deux nouveautés :

- l'affichage à cristaux liquides,
- et la résolution de 0,01 pH.

L'ensemble se présente dans une mallette de transport, avec des pH-tampons de 4, 7 et 10 et une électrode 150 C scellée, en polymère, combinée. L'alimentation est par piles ou par l'intermédiaire d'un transformateur 220-9 V.

- Le pH-mètre est de dimensions : $137 \times 92 \times 48$ mm.

Une correction en température est prévue jusqu'à + 100 °C.



Renseignements : Oriol, 7, rue Titon, 75011 Paris. Tél. : 371.00.60 et 371.01.27.

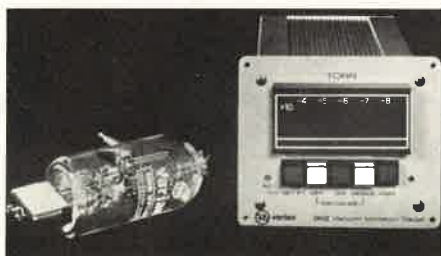
Jauge à vide compacte à ionisation de Varian

La Division Vide de Varian vient d'introduire sur le marché un système compact ($13 \times 15 \times 27$ cm) de jauge à vide à ionisation avec commande numérique, conçu pour la simplicité opérationnelle et doté d'un dispositif automatique de protection. Ce système est celui qui a les plus faibles dimensions sur le marché.

Désignée par l'appellation Varian 862, la nouvelle jauge est destinée à être utilisée pour la fabrication de semi-conducteurs, dans les opérations de revêtement et de pulvérisation (« sputtering »), ainsi que dans la recherche et le développement, les accélérateurs à vide moyen et les applications en chambre de mesure.

Les modèles de la commande numérique de jauge à ionisation Varian 862, montés sur tableau, permettent de mesurer les pressions dans les plages de 2×10^{-3} à 1×10^{-7} ou 2×10^{-4} à 1×10^{-8} millibars.

Les circuits de protection contre la surpression empêchent la mise en œuvre de la jauge sous la pression atmosphérique et assurent le dégazage du tube seulement à basse pression. Toutefois, les caractéristiques de la commande de la jauge rendent possible la lecture de la pression même pendant le dégazage de la jauge. Tous les modèles sont pourvus d'une sortie pour enregistreur. Quatre versions de la jauge Varian 862 sont actuellement disponibles ; ce sont des modèles avec ou sans l'option BCD, dans les deux plages de pression.

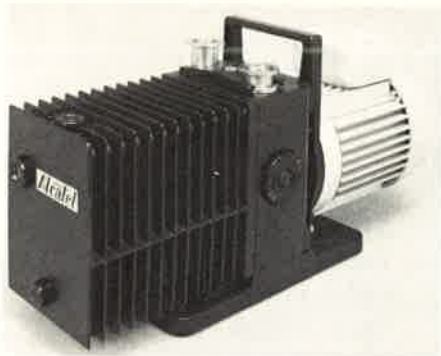


Renseignements : Varian SA, quartier de Courtabœuf, B.P. 12, 91401 Orsay. Tél. : 907.78.26.

Pompes à vide spéciales pour atmosphères corrosives

Ces pompes à vide dites « série C » sont des pompes à palettes et joint d'huile à un ou deux étages et permettent d'obtenir un vide poussé (10^{-2} mbar pour les pompes à un étage, 10^{-4} mbar pour les pompes à deux étages).

De nombreux processus industriels nécessitent un tel vide qui ne peut être obtenu que par des pompes à palettes. Or, dans certaines opérations (distillation, dépôts sous vide), les pompes sont amenées à véhiculer des gaz corrosifs qui peuvent à la longue nuire au bon fonctionnement de la pompe. Les pompes de la série C sont dotées de



perfectionnements qui leur assurent une excellente résistance aux agents corrosifs. Cuve et bâti sont recouverts intérieurement et extérieurement de PTFE bien connu pour sa résistance aux agents chimiques. Les rotors ainsi que la visserie sont en acier inoxydable à basse teneur en carbone ; tous les joints sont en Viton.

La gamme comprend 5 modèles dont les débits s'échelonnent de 4,5 à 60 m^3/h . Les pompes 30 et 60 m^3/h peuvent être équipées d'un filtre à huile dans les cas de forte pollution. Les pompes série C sont très largement utilisées dans l'industrie chimique et la fabrication de semi-conducteurs où elles ont fait la preuve de leur exceptionnelle longévité dans le pompage de circuits pollués conduisant à une attaque soit chimique, soit mécanique, par abrasion, des pompes conventionnelles. Une gamme d'accessoires proposés avec ces pompes permet de les adapter à la plupart des problèmes particuliers.

Renseignements : CIT-Alcatel, Division Vide et mécanique, 33, rue Émeriau, 75725 Paris Cedex 15. Tél. : 578.61.65.

Nouvelles pompes d'Atlas Copco

Avec ces trois nouveaux modèles (DIP 25, 35 et 65) qui remplacent les modèles DIP 30 et 60, Atlas Copco renouvelle sa gamme de pompes centrifuges pneumatiques destinées au pompage de liquides de faible viscosité. D'un poids modeste (23 kg) et d'un encombrement réduit, les DIP 25, 35 et 65 peuvent être manipulées et transportées par un seul opérateur. Leurs débits sont respectivement de 1 700, 1 300 et 650 l/mn et leurs hauteurs de refoulement de 25, 35 et 60 mètres. Munies de turbines et de bagues d'admission interchangeables, ces nouvelles pompes permettent de réaliser des économies au niveau de la gestion du stock machines et pièces. Il suffit en effet de disposer d'un jeu de turbines et de bagues pour obtenir une pompe polyvalente de débit et hauteur de refoulement variables.

Pour les applications qui requièrent une hauteur de refoulement importante, plusieurs pompes peuvent être montées en série.

● Utilisant l'air comprimé comme source d'énergie, les pompes DIP garantissent une sécurité d'emploi absolue et peuvent être utilisées sans risque en atmosphère explosive



ou pour le pompage de liquides inflammables. De plus, elles ne nécessitent aucun refroidissement et leur mise en marche est très rapide.

Parallèlement aux pompes DIP, conçues pour le pompage de liquides de faible viscosité, Atlas Copco fabrique et commercialise une pompe à membrane, la DOP 10, particulièrement adaptée au pompage de liquides très pollués et visqueux.

Renseignements : Atlas Copco France, 326, rue du Général-Leclerc, 95130 Franconville. Tél. : 413.54.54.

Les cartouches filtrantes Sartobran

Sous l'appellation Sartobran, est proposée une gamme complète de cartouches filtrantes plissées ;

Les « Sartobran » sont construites à partir de véritables membranes filtrantes en dérivés de cellulose ; elles apportent de ce fait, à l'échelle industrielle, la finesse et la sécurité de la filtration sur membranes.

Les garanties, quant à la qualité du filtrat, peuvent être obtenues par réalisation du test de point de bulle.

Des stérilisations répétées par autoclave, vapeur fluante ou par voie chimique peuvent être supportées sans dommage par ce matériau.

Ces cartouches existent en différentes porosités, comprises entre 0,2 et 1,2 μm et pour des modules de 0,4, 0,8, 1,2 et 1,6 m^2 de surface. En outre, dans le cas de solutions chargées ou visqueuses, la possibilité d'intégrer dans une même Sartobran plusieurs membranes de porosités décroissantes permet de bénéficier, à moindre frais, de hauts rendements obtenus par la technique de la filtration étagée.

Renseignements : Sartorius France, 11, avenue du 1^{er}-mai, Bp. 27, 91122 Palaiseau Cedex. Tél. : 920.93.11.

<p>Abrasion 8 Biochimie, biologie 2, 11 Catalyse 13 Chimie analytique, analyse 3, 9, 15 Chimie physique 5, 10, 11 Chimie thérapeutique 2, 11 Colloïdes 10 Énergie 6</p>	<p>Enseignement 12, Expositions 1, 7, 14 Formation continue 17 Industrie 4, 6, 7, 8, 12 Interfaces 10 Nutrition 16 Publications 15, 16, Sécurité 4</p>
--	---

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

1. Everest 78

Kodak-Pathé a offert, l'été dernier, 250 pellicules photographiques en couleur à l'expédition Everest 78 dirigée par Pierre Mazeaud. Le résultat est présenté, depuis le 21 décembre 1978 (sauf samedis, dimanches et jours fériés), au Centre Kodak d'information, 38 avenue George V, Paris 8^e.

2. Cours de perfectionnement scientifique de P.I.C.S.N.

Le département de chimie organique, biologique et thérapeutique de l'Institut de Chimie des Substances Naturelles organise les cours suivants qui auront lieu de 10 h 30 à 11 h 30, généralement le mercredi, dans l'amphithéâtre de l'Institut :

Perspectives nouvelles en neurochimie et en neurobiologie

- 21 février, H. Gerschenfeld (ENSCP, Paris) : *Introduction à la structure et à la fonction de la synapse chimique.*
- 28 février, J. P. Changeux (Institut Pasteur) : *Transmission synaptique cholinergique : propriétés structurales de la protéine réceptrice de l'acétylcholine.*
- 7 mars, J. C. Schwartz (INSERM, Paris) : *Les endomorphines.*
- 14 mars, R. Michelot (CNRS, Gif) : *Peptides et neurologie.*
- 21 mars, J. P. Henry (Institut de Biologie Physico-Chimique, Paris) : *La médullo-surrénale comme modèle de système nerveux.*
- 28 mars, J. Glowinski (Collège de France) : *Systèmes dopaminergiques centraux.*
- 4 avril, R. Naquet (CNRS, Gif) : *Utilisation des différents peptides et l'épilepsie chez le singe.*

En mai-juin le thème suivant sera traité : Perspectives nouvelles en pharmacologie et en chimie thérapeutique.

Pour tous renseignements s'adresser à M. A. Picot, laboratoire 226, ICSN, 91190 Gif sur Yvette. Tel. : 907.78.28 (489).

3. Séminaires de chromatographie en phase liquide de Du Pont Instruments

Du Pont Instruments présentera le modèle 850 à microprocesseur ainsi que le modèle 860 de routine dans les séminaires suivants :

- A Nancy, le 1^{er} mars 1979 (Hôtel Frantel, Place Thiers).
- A Bron, le 6 mars 1979 (Novotel, Lyon aéroport).
- A Bordeaux, le 13 mars 1979 (Novotel, Bordeaux le lac).

Le programme est le suivant :
 9 h 30-10 h 45 : Évolution technologique récente en chromatographie liquide à haute performance.
 11 h-12 h : Les colonnes de C.L.H.P. leurs nouvelles applications.
 12 h-14 h : Déjeuner.
 14 h-17 h : Démonstration et manipulations sur les chromatographes en phase liquide modèle 850 et 860.

Pour tous renseignements : Du Pont De Nemours, Division Instruments, avenue du Pacifique, ZI de Courtabœuf, 91403 Orsay. Tél. : 907.78.72.

4. Journées techniques de sécurité

Les mercredi 7 et jeudi 8 mars 1979 se tiendront, au Novotel de Lille-Lesquin, les Journées techniques de sécurité organisées à l'occasion des 27^e Journées de liaison de l'A.I.N.F.

Cette manifestation est ouverte à tous les responsables des problèmes de sécurité dans les entreprises industrielles et commerciales, les collectivités locales, et les établissements recevant du public (Hôpitaux et Établissements d'enseignement). Ces Journées sont placées sous la présidence de Monsieur Morin, Président de la Commission de Prévention de la F.I.M.T.M. (Fédération des Industries Mécaniques et Transformatrices des Métaux), elles seront consacrées à l'étude des problèmes récents posés par la prévention des accidents du travail et la lutte contre les nuisances.

Pour renseignements et inscriptions s'adresser au Secrétariat des Relations Extérieures de l'AINF, B.P. 159, 59113 Seclin Tél. : (20) 97.93.26.

5. Conférences du Groupe des laboratoires de Vitry-Thiais

Les conférences ont lieu à 10 h 30, dans l'auditorium, 2, rue Henri-Dunant, 94320 Thiais (Tel. : 687.48.40).

Lundi 19 mars 1979, J. J. Delpuech (Nancy) :

Quelques aspects de la relaxation nucléaire de solutions paramagnétiques ; complexation cationique ; associations cations/acides aminés ; solubilité de l'oxygène moléculaire dans des solvants perfluorés.

Lundi 2 avril 1979, Pr C. Floriani (Pise) : *Model compounds for the stoichiometric activation of CO, CO₂ and CO₂-like molecules.*

6. Formation des ingénieurs et meilleure gestion de l'énergie et des matières premières

Le Comité d'études sur les Formations d'Ingénieurs (C.E.F.I.) organise les 21 et 22 mars 1979, à l'École Centrale, un colloque sur les formations d'ingénieurs et la meilleure gestion de l'énergie et des matières premières.

Renseignements : Comité d'Études sur les Formations d'Ingénieurs, 4, rue Cambon, 75001 Paris. Tél. : 261.51.45.

7. Inova 79, 4^e Semaine de l'innovation

Comme lors des précédentes éditions, un nombre important de professionnels et de personnalités concernés par les problèmes de la technologie, de la recherche technique, des brevets et des licences, comme de tous problèmes de conception de matériaux nouveaux et enfin, d'une façon plus générale, par tous problèmes de déploiement industriel, visitera les expositions et participera au programme des colloques de la 4^e Semaine

de l'innovation, ou Inova 79, qui se déroulera du 2 au 7 avril 1979.

Renseignements : Inova 79, Technoexpo, 8, rue de la Michodière, 75002 Paris.

8. Quatrième colloque international de l'abrasion

Ce Colloque, placé sous le patronage de la Société de l'Industrie Minérale, du Syndicat des Industries M.T.P.S. et de la Chambre Syndicale des Aciers Fins et Spéciaux, fait suite aux congrès d'avril 1969 et d'avril 1972 (Paris) et de mai 1975 (Marseille). En 1979, il se tiendra à Grenoble, du 9 au 11 mai 1979.

Les sujets traités concernent :

- les processus physiques de l'usure abrasive ;
- les matériaux résistant à l'abrasion ;
- l'usure abrasive dans l'industrie minérale (mines, carrières, cimenterie), la sidérurgie, les travaux publics ;
- l'abrasion à chaud et en milieu agressifs ;
- les rechargements durs.

Langues : français et anglais (traduction simultanée).

A l'issue du Congrès, le samedi 12 mai, une visite sera organisée au Chantier du tunnel routier du Fréjus (Montcenis) (Vallée de la Haute-Maurienne).

Inscriptions et renseignements pratiques : Grenoble Accueil, av. d'Innsbruck, 38029 Grenoble Cedex. Tél. : 09.61.63. Le secrétariat du Colloque est assuré par M. J. Chenais, Chemin des Arriots, Montbonnot 38330 Saint-Ismier (Tél. : (76) 90.01.64) et par M. F. Maratray, Climax Molybdenum S.A., 61, avenue Victor-Hugo, 75116 Paris (Tél. : 502.17.10).

9. Stages de chromatographie de Hewlett-Packard

Comme chaque année, Hewlett-Packard organise des stages de chromatographie :

- en phase gazeuse : du 12 au 15 juin 1979, à Orsay et du 19 au 22 juin 1979, à Toulouse ;
- en phase liquide, d'une durée de 5 demi-journées (3 pour la partie théorique, 2 pour les travaux pratiques) du 15 au 18 mai 1979, à Genève et du 20 mai au 1^{er} juin 1979, à Lyon.

Renseignements : Hewlett-Packard, Z.I. Courtabœuf, B.P. 70, 91401 Orsay Cedex. Tél. : 907.78.25.

10. Second symposium international sur la résonance magnétique dans la science des colloïdes et des interfaces

Le second symposium international sur l'application de la résonance magnétique à l'étu-

de des colloïdes et des interfaces se déroulera, à Menton, du 2 au 7 juillet 1979. Ce symposium est parrainé par la Division Chimie des colloïdes et des surfaces de l'American Chemical Society, la Société Chimique de France, la Société de Chimie Physique, l'Université Pierre et M. Curie, la Société Internationale de résonance magnétique et le C.N.R.S. Toutes les études d'interfaces et de colloïdes à l'aide des résonances magnétiques, quadrupolaire ou Mössbauer entrent dans le cadre de ce symposium.

Pour illustration, citons par exemple les thèmes suivants : adsorption, catalyse hétérogène catalyseur supporté, mouillage, colloïdes, flottation, agrégats amphiphiles, microémulsions, catalyse micellaire, interfaces biologiques, etc...

Les études comparatives avec d'autres techniques seront appréciées. Les conférences plénières, les présentations orales des travaux originaux et les discussions seront publiées dans les actes du symposium. Les personnes désirant présenter leurs travaux devront soumettre un résumé (300 mots au maximum) avant le 15 février 1979.

Pour tout renseignement, s'adresser à : Pr J.P. Fraissard, Université Pierre et Marie Curie, Laboratoire de chimie des surfaces, 4, Place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05.

11. XV^{es} Rencontres internationales de chimie thérapeutique

Organisées sous l'égide de la Société de Chimie Thérapeutique, les XV^{es} Rencontres internationales de chimie thérapeutique se dérouleront à Bordeaux (Université de Bordeaux II, Domaine de Carreire) du 4 au 6 juillet 1979.

Parmi les thèmes principaux retenus pour cette manifestation, figurent :

- Action thérapeutique d'inhibiteurs d'enzymes.
- Radiocristallographie et relations structure-activité.

Des informations plus complètes seront diffusées ultérieurement.

Pour tout renseignement, s'adresser au Secrétariat des XV^{es} Rencontres internationales de chimie thérapeutique (Pr Devaux et Pr Dupin) Faculté de Pharmacie, 91, rue Leyteire, 33000 Bordeaux.

12. Le 1^{er} Cycle des études d'ingénieur (Conférence SEFI)

Sous ce titre, l'Université Catholique de Louvain organise une conférence qui se tiendra du 29 au 31 août 1979.

Pour tous renseignements : Secrétariat général SEFI, Professeur J.-P. Issi, 1, rue Archimède, B. 1348 Louvain-la-Neuve (Belgique) Tél. : (010) 41.81.81, poste 35.63.

13. Symposium international sur la désactivation des catalyseurs

Un symposium international sur la désactivation des catalyseurs sera organisé à Anvers (Belgique) du 13 au 15 octobre 1980. Les thèmes retenus sont les suivants :

*Empoisonnement,
Formation de coke,
Transformation à l'état solide.*

On cherchera tout particulièrement à mettre en évidence les relations entre les aspects fondamentaux et appliqués de ces phénomènes. Le programme comprendra des mises au point par des spécialistes et des communications. La langue du symposium sera l'anglais ; la traduction simultanée n'est pas prévue.

Renseignements : Professeur B. Delmon, Université Catholique de Louvain, Groupe de physico-chimie minérale et de catalyse, place Croix-du-Sud, 1348 Louvain-La Neuve Belgique.

14. 68^e Exposition de physique

La 68^e Exposition de physique se tiendra, du 10 au 15 décembre 1979, à Paris, au Parc des Expositions de la Porte de Versailles. Elle aura lieu en même temps que l'Exposition Internationale Mesucora avec laquelle elle sera jumelée.

L'exposition de physique est un salon spécialisé à caractère scientifique, organisé régulièrement par la Société Française de Physique. Au cours de cette manifestation sont présentés, d'une part les résultats des travaux des grands Laboratoires nationaux et des Services de recherche de l'industrie, et, d'autre part, les matériels les plus récents mis au point par l'industrie dans tous les secteurs de la physique et de l'instrumentation scientifique en général.

Le jumelage de Mesucora et de l'Exposition de physique en 1979 donnera aux visiteurs la possibilité de découvrir le panorama très large des techniques françaises et étrangères proposées à la recherche et à l'industrie dans l'ensemble des domaines couverts par les deux manifestations. Aux mêmes dates aura lieu l'Exposition internationale de l'équipement électrique, ELEC'79.

Renseignements : Société Française de Physique. Comité d'Exposition : 33, rue Croulebarbe, 75013 Paris. Tél. : 707.32.98.

15. Manuels techniques Millipore

La souplesse d'utilisation des membranes filtrantes dans les analyses qualitative et quantitative de la contamination particulière est bien connue et se trouve particulièrement bien explicitée dans une série de nouveaux manuels techniques publiés par Millipore et que l'on peut obtenir en s'adressant auprès de cette firme :

- Nécessaire pour analyses colorimétriques.

- Analyses gravimétriques.
- Nécessaire d'échantillonnage sous pression pour analyses colorimétriques et gravimétriques.
- Analyses par comptage de particules.

Ces manuels couvrent des sujets aussi variés que l'analyse et le contrôle des particules dans les fluides hydrauliques, les carburants, les eaux (naturelles ou traitées), les huiles lubrifiantes et autres fluides industriels.

Pour recevoir ces brochures techniques veuillez contacter : Millipore S.A., 19, rue Yves du Manoir, 92420 Vaucresson. Tél. : 970.69.99.

16. La chimie contre la famine et la malnutrition

Dans le cadre d'un cycle consacré aux rapports entre la chimie et l'homme, la Société des Ingénieurs et Scientifiques de France vient d'organiser, sous la présidence de M. J.C. Achille, Président de l'Union des Industries Chimiques, une journée d'études consacrée à « *La chimie contre la famine et la malnutrition* ».

Nul ne peut nier le rôle de plus en plus essentiel joué par la chimie pour assurer aux hommes, en quantité et en qualité, les produits nécessaires à leur subsistance. Il n'est évidemment pas question, pour elle de se substituer à l'agriculture, à l'élevage, à la pêche, mais son action permet à la fois d'augmenter les rendements et de réduire les pertes.

Concluant une réunion fort animée, par le nombre et la qualité des interventions des participants, J.C. Achille a très brièvement souligné que la France, comme tout grand pays industriel, se devait d'avoir une industrie chimique forte, diversifiée, et « humaine », qui n'oublie jamais que son rôle essentiel est de satisfaire les besoins des hommes et, en particulier, d'aider constamment la nature à les mieux nourrir.

Pour toutes précisions complémentaires relatives aux différentes communications qui ont été faites au cours de cette journée d'études I.S.F., prière de s'adresser à Mme Blumenthal, Tél. : 874.83.56.

17. Stages de formation continue

Centre d'étude des matières plastiques

- Contrôle de fabrication : 6, 7 et 8 mars 1979.
- Renseignements : CEMP, 65, rue de Prony, 75854 Paris Cedex 17. Tél. : 763.12.59.

Université de Haute Normandie

- Analyse des effluents ; aspect chimique, aspect bactériologique : 88 heures à raison de 8 h par semaine, de février à mai 1979.

- Titrages potentiométriques ; 35 heures ; une semaine en mars 1979.
- Electrochimie : 70 heures à raison de 7 heures par semaine, d'avril à juin 1979.

Ces trois stages auront lieu dans les locaux de l'I.U.T. de Rouen.

Renseignements : Formation continue, rue Thomas-Becket 76130 Mont-Saint-Aignan. Tél. : (35) 98.12.48.

Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires.

- Radioprotection dans les laboratoires de faible et de moyenne activités : du 18 au 22 juin 1979, à Saclay.
- Renseignements : Secrétariat de l'INSTN, Radioprotection, BP 6, 91190 Gif-sur-Yvette. Tél. : 941 80.00, poste 23.57.
- Hydrométallurgie appliquée au traitement des matières premières nucléaires : 5 au 16 novembre 1979 à Saclay.
- Renseignements : Secrétariat de l'INSTN, Hydrométallurgie de l'uranium, BP6, 91190 Gif-sur-Yvette. Tél. : 941.80.00, poste 54.59

Université de Saint-Etienne

- Connaissances générales de rhéologie et mise en œuvre des matières plastiques : du 12 au 14 juin 1979.
- Rhéologie des matières plastiques à l'état fondu du 2 au 4 octobre 1979.

Renseignements : M. J. F. May ou M. R. Genillon, Laboratoire de rhéologie des matières plastiques, U.E.R. des sciences, 23, rue du Dr Paul Michalon, 42100 Saint-Etienne. Tél. : (77) 25.38.97.

Faculté des sciences du Mans

- Initiation à la chromatographie par perméation de gel : le 9 mars 1979.
- Renseignements : M. J.-P. Busnel, Laboratoire de physico-chimie macromoléculaire, Faculté des sciences, Route de Laval, 72017 Le Mans Cedex. Tél. : (43) 24.72.36, poste 362.

École supérieure d'Application des Corps Gras

- Stages d'enseignement théorique : janvier-novembre 1979.
 - Stages d'enseignement théorique et pratique : janvier-février 1979.
 - Stages d'enseignement pratique : avril-septembre 1979.
- Renseignements : ESACG, 8, boulevard de Latour-Maubourg, 75007 Paris. Tél. : 555.07.73.

Université René Descartes

Résonance Magnétique Nucléaire appliquée à la biologie : 26 février-3 mars 1979 au Département de chimie organique.

-Renseignements : Formation continue de l'Université René Descartes, 44, rue de la Tour, 75016 Paris. Tél. : 504.83.47.

Le stockage longue durée des combustibles irradiés aux États-Unis *

A la suite de la décision du Président Carter de différer, pour une durée indéterminée, le retraitement des combustibles irradiés, conférences, rapports d'experts et déclarations politiques se sont multipliés, en particulier aux États-Unis, sur les options envisageables pour la fin du cycle des combustibles nucléaires, sans qu'il soit toujours possible d'y voir très clair. Les questions fondamentales telles que les effets d'un stockage longue durée sur la tenue des combustibles ou la sûreté du stockage définitif en couches géologiques demeurent encore sans réponse. La préoccupation principale semble plutôt être de parer au plus pressé, c'est-à-dire de gérer des tonnages considérables de combustibles irradiés.

Il y a un an un groupe de travail, constitué à l'initiative de la Délégation aux matières nucléaires et du Département des programmes, procédait à l'examen des problèmes soulevés par le stockage à très long terme des combustibles irradiés des réacteurs à eau ordinaire. Le compte rendu des travaux du groupe soulignait les incertitudes d'un tel stockage au regard de la sûreté.

Dans la continuité de l'effort de ce groupe de travail, le Commissariat à l'Énergie Atomique a profité d'une pause toute relative dans le flot de déclarations et de publications Outre-Atlantique, pour réaliser une synthèse partielle des informations diffusées et il a publié une note d'information sur les propositions américaines pour le stockage longue durée des combustibles irradiés, d'après une étude réalisée par Annie Sugier (DPg). Nous en avons extrait le résumé suivant :

Dès à présent, il apparaît pour l'essentiel que :

1. Le Department of Energy (DOE) n'est pas en mesure actuellement, de prendre en charge le stockage des combustibles irradiés, qu'il s'agisse du stockage provisoire ou du stockage définitif.

Dans un premier temps, tout le poids de la gestion des combustibles irradiés reposera donc sur les compagnies d'électricité qui sont d'ailleurs tenues de refroidir leurs combustibles au moins cinq ans.

2. Le Department of Energy (DOE) envisage l'installation d'un centre de stockage provisoire des combustibles irradiés susceptible de recevoir 5 000 à 10 000 t au début de la décennie 1980. Une étude technico-économique du projet a été réalisée à la demande du DOE, par le Savannah River Lab (SRL). La Nuclear Regulatory Commission (NRC) n'a cependant pas encore publié les recommandations relatives aux installations de stockage provisoire.

* Notes d'information du CEA ; septembre 1978.

Les prix de stockage provisoire estimés (y compris un surcoût en cas de prise en charge par l'État ou un bénéfice en cas de prise en charge par le secteur privé) s'échelonnent entre environ 89 et 113 \$/kg d'U pour une durée de stockage de 10 ans. Le C.E.A., dans ses études préliminaires, compte un coût de l'ordre de 440 F/kg pour la même durée de stockage. L'étude du Savannah River Lab (SRL) constitue une solide base de référence pour ce type d'estimation.

3. Le premier centre de stockage définitif en couches géologiques, ne sera pas mis en service avant 1988 (ou même 1993 selon certaines hypothèses) alors que, jusqu'à présent, l'on envisageait 1985.

4. Des estimations du montant probable de la taxe totale de stockage des combustibles irradiés (stockage provisoire + stockage définitif) ont été publiées par le DOE. Il ne s'agit, cependant, encore que de données indicatives, aucune étude sérieuse sur les modes de stockage définitif des combustibles irradiés n'ayant encore été réalisée ou, en tout cas, diffusée.

Le montant de la taxe annoncée atteint 278 \$/kg d'U, dont 144 \$/kg pour le stockage provisoire, soit environ 50 % en plus que le prix estimé par le Savannah River Lab, prix qui comprend lui-même un surcoût supérieur à 50 %. Ces ajouts successifs au résultat de l'étude économique traduisent la prudence du DOE, prudence justifiée lorsqu'on se souvient, qu'il y a à peine deux ans l'ERDA (Energy Research and Development Administration), qui dans la nouvelle organisation du nucléaire aux États-Unis a donné naissance au DOE, estimait le coût du stockage provisoire à 20 \$/kg d'U pour 10 ans.

Dans ces conditions, les compagnies d'électricité américaines, acculées à accroître leurs capacités de stockage, font leurs comptes. Elles se demandent s'il n'est pas, finalement, plus sûr et plus économique de se charger elles-mêmes du stockage provisoire des combustibles irradiés tant qu'elles pourront se contenter de réaménager leurs piscines de stockage. Le coût d'accroissement de la capacité des piscines ne s'élèverait en effet qu'à 8 \$/kg d'U.

En conclusion, devant la lenteur des réalisations du DOE en matière de stockage, certains s'interrogent sur sa volonté réelle d'offrir à temps ses services. Il est vrai qu'un virage tel que celui pris par les Américains dans le domaine complexe de la fin du cycle du combustible, implique le lancement d'un programme lourd, dont on peut imaginer les difficultés de mise en œuvre.

L'industrie chimique néerlandaise en 1977

L'Association néerlandaise de l'industrie chimique à La Haye signale dans son rapport annuel pour 1977 que l'industrie chimique néerlandaise a atteint un chiffre d'affaires de 20,7 milliards de florins, ce qui correspond au chiffre d'affaires de 1976. Le montant des exportations a été de 17,9 milliards, en précisant qu'une partie de celles-ci était transitaire.

L'effectif a diminué de 2 000 personnes tombant à 9 600.

Les investissements se sont élevés à 2 379 millions de florins, contre 1 383 millions en 1976. La hausse des investissements n'a pas été pour autant la conséquence logique de certaines perspectives favorables, mais plutôt de la longue durée des projets démarrés au cours des années de pointe 1973/1974.

Le commerce extérieur de l'industrie chimique suisse

Selon des données relatives au commerce extérieur pour le premier semestre de 1978, l'industrie chimique suisse présente la structure suivante : au chapitre des importations, 6 % du total ont été absorbés par les matières colorantes, 14,7 % par les produits pharmaceutiques, 15 % par les matières plastiques non moulées, 3,7 % par les huiles essentielles, substances odoriférantes et aromatiques, 2,9 % par les produits cosmétiques et de parfumerie, 1,8 % par les produits pour la protection des plantes et antiparasitaires et 55,9 % par les autres produits chimiques. Au chapitre des exportations, dont les composants ont des poids relatifs très différents, les matières colorantes ont représenté 14,7 %, les produits pharmaceutiques 40,2 %, les matières plastiques non moulées 4,4 %, les huiles essentielles, substances odoriférantes et aromatiques 5,3 %, les produits cosmétiques et de parfumerie 1,3 %, les produits pour la protection des plantes et antiparasitaires 6,4 % et enfin les autres produits chimiques 27,7 % du total exporté.

En ce qui concerne les autres produits chimiques, les importations de produits inorganiques se sont élevées à 8,1 % et à 29,5 % pour les à produits organiques et à respectivement 1,8 et 17,9 % pour les exportations.

Les neuf premiers mois 1978 des I.C.I.

Le Conseil d'Administration d'Imperial Chemical Industries Limited a annoncé les résultats d'exploitation du Groupe pour les neuf premiers mois 1978.

La société a vendu sa participation de 63 % dans Imperial Metal Industries Limited (I.M.I.) au début de novembre 1977. Les résultats de I.M.I. sont inclus dans les résultats du Groupe jusqu'au 31 octobre 1977. Cependant, dans le paragraphe ci-après,

leurs ventes ne sont pas comprises dans les résultats de 1977 en comparant ceux-ci à l'année 1978.

Le chiffre d'affaires du Groupe pour les neuf premiers mois 1978 s'est élevé à 3 341 millions de livres (neuf premiers mois 1977 : 3 225 millions de livres). Les ventes dans le Royaume-Uni ont augmenté de 110 millions de livres à 1 326 millions de livres, et celles sur les autres marchés à l'étranger de 6 millions de livres à 2 015 millions de livres. La valeur FOB des exportations du Royaume-Uni pour les neuf premiers mois 1977 a été de 641 millions de livres (neuf premiers mois 1977 : 664 millions de livres).

La baisse de volume au cours du troisième trimestre, un élément principalement saisonnier, a provoqué une réduction de la valeur des ventes du Groupe, y compris des exportations du départ du Royaume-Uni. Le bénéfice s'est contracté non seulement à cause du volume plus faible, mais aussi à cause du coût plus élevé par employé spécialement dans le Royaume-Uni, et par la hausse du coût des matières premières ; celles-ci continuent à augmenter alors que les prix mondiaux restent faibles. De plus, la faiblesse du dollar U.S. et de quelques autres monnaies au cours du troisième trimestre, a eu pour conséquence une perte substantielle (22 millions de livres) dans la conversion des actifs nets réalisables des filiales à l'étranger.

Rapport provisoire de l'exercice 1977/1978 de la Degussa

Un aperçu provisoire de l'exercice commercial 1977/1978 de la Degussa est donné par le rapport intermédiaire pour les mois d'avril à septembre 1978 de l'exercice commercial qui a pris fin le 30 septembre dernier.

Avec un accroissement de 13,1 %, le chiffre d'affaires pour le second semestre de la société-mère (qui s'est élevé à 2 164 millions de DM) a été à nouveau considérablement supérieur à celui qui avait été atteint pendant la période comparable de l'exercice précédent. Ceci est dû à une augmentation de la valeur et, notamment, à un accroissement quantitatif des chiffres d'affaires des métaux précieux. Si l'on élimine les recettes provenant des métaux précieux, on enregistre une régression de 1,1 % du chiffre d'affaires. Pendant le second semestre de l'exercice commercial 1977/1978, le Groupe Degussa a enregistré, avec une augmentation de 14,4 %, un plus fort accroissement de son chiffre d'affaires (2 608 millions de DM) que la société-mère. Ceci est dû au fait que l'on a incorporé pour la première fois les résultats des sociétés en participation qui ont été récemment acquises.

Pour l'ensemble de l'exercice commercial 1977/1978, le chiffre d'affaires de la société-mère s'est accru de 12,7 % mais a régressé de 4,3 % si on ne tient pas compte des recettes provenant des métaux précieux. Le chiffre d'affaires du Groupe a augmenté de 13,8 %. Les apports aux biens investis pendant l'exercice commercial 1977/1978 se sont élevés à 92 millions de DM et ont donc été

considérablement supérieurs, comme on s'y attendait, aux rapports de l'exercice précédent qui avaient atteint un total de 79 millions de DM. Les investissements en question ont porté, pour une part très prépondérante, sur le secteur produits chimiques. Dans une large mesure les opérations de rationalisation dans le domaine des noirs ont été achevées et les installations de production de cyanates alcalins et d'acide méthacrylique ont été mises en service.

Groupe de L'Air Liquide

Acquisition dans le secteur pharmaceutique

LIPHA S.A. (Lyonnaise Industrielle Pharmaceutique) vient d'acquérir une majorité des actions de la holding A. Rolland S.A. LIPHA et Rolland, sociétés pharmaceutiques françaises, tout en conservant leur autonomie, complètent ainsi leurs moyens de recherche, de production et de commercialisation. Elles disposent de deux centres de recherche et de moyens de productions chimiques et pharmaceutiques compétitifs. Les produits qu'elles mettent en vente en France et sur le marché mondial sont souvent les leaders dans leur classe thérapeutique.

L'ensemble représente, sur les bases de l'activité de 1978, un chiffre d'affaires de 600 millions de francs environ. L'exportation atteint 30 % de ce chiffre grâce aux licences accordées dans le monde par LIPHA S.A. et Rolland S.A. et aux filiales d'exploitation que la LIPHA S.A. possède, en particulier, dans les pays de la C.E.E.

Résultats partiels du Groupe de L'Air Liquide

L'Air Liquide S.A.

Le chiffre d'affaires hors taxes — non consolidé — de la société L'Air Liquide, pour l'ensemble de ses établissements, est estimé, pour les trois premiers trimestres 1978, à 1 850 millions de francs contre 1 503 millions de francs pour la période correspondante de 1977. Il comprend le chiffre d'affaires :

- du Département français des Gaz et divers, qui s'élève à 1 448 millions de francs en 1978, contre 1 321 millions de francs en 1977,
- du Département Construction, qui est de 401 millions de francs, contre 181 millions de francs en 1977. Il est rappelé que le chiffre d'affaires de ce département qui a en carnet plusieurs commandes très importantes varie plus ou moins fortement d'un trimestre ou d'une année sur l'autre en fonction des dates de facturation des grosses unités de production. La construction de celles-ci peut exiger, en effet, plusieurs années de réalisation.

La Soudure Autogène Française (SAF)

Le chiffre d'affaires de la Soudure Autogène Française (SAF), pour les trois premiers trimestres 1978, s'est monté à 391 millions de

francs contre 363 millions de francs pour la période correspondante de l'année précédente.

L'activité soudage, qui représente la plus grande partie de ce chiffre, s'élève à 369 millions de francs contre 337 millions en 1977.

Société Chimique de la Grande Paroisse

Le chiffre d'affaires de la Société Chimique de la Grande Paroisse, pour les trois premiers trimestres 1978, s'élève à 411 millions de francs contre 340 millions de francs pour la période correspondante de 1977.

Les ventes d'ammoniac, engrais et divers, représentent 402 millions de francs contre 322 millions en 1977.

Société d'Oxygène et d'Acétylène d'Extrême-Orient (S.O.A.E.O.)

Le chiffre d'affaires de la Société d'Oxygène et d'Acétylène d'Extrême-Orient, pour les trois premiers trimestres 1978, est estimé à 4,8 millions de francs contre 3,9 millions pour la période correspondante de 1977. Ce chiffre ne concerne pratiquement que la Division Polynésie, l'essentiel des activités de la société étant réalisé par l'intermédiaire de filiales dont les plus importantes sont celles de Singapour, Malaisie et Hong-Kong.

Hoechst-Behring

Société d'applications pharmaceutiques et biologiques Hoechst-Behring est une société anonyme en cours de formation, au capital de 1 million de F (siège social 10, rue Clément-Marot, Paris 8^e).

Cette société, fondée par l'Union Chimique Continentale, elle-même filiale de Hoechst-AG (R.F.A.), la Société française Hoechst et Roussel-Uclaf, est destinée à regrouper les activités parapharmaceutiques des filiales d'U.C.C. Ces activités sont actuellement la division « Behring Biologie » des Laboratoires Hoechst et l'activité « Conditionnements plastiques pharmaceutiques » de la Société Chimique Aiglone, qui ont représenté en 1978 un chiffre d'affaires global de près de 30 millions de F.

Spectra-Physics rachète Laser Analytics

Spectra-Physics Inc. a annoncé l'acquisition du capital de la société Laser Analytics.

Laser Analytics Inc. (Lexington, Massachusetts) s'occupe de diodes lasers fabriquées à base de sels de plomb, ainsi que d'instrumentation destinée à la spectroscopie infrarouge.

Spectra-Physics Inc. fabrique et commercialise des systèmes lasers à gaz pour des applications médicales et industrielles, des lasers d'alignement et des systèmes de contrôle destinés aux travaux publics et à l'agriculture, et des appareils de chromatographie pour l'analyse chimique.

Nouvelles de Stauffer

Énergie solaire pour usages industriels

La société Stauffer Chemical travaille à la première phase d'un projet approuvé par le Ministère américain de l'énergie. Le but de ce projet est de produire de la vapeur à haute température à l'aide de l'énergie solaire. Ce projet, qui sera réalisé à l'usine de la division de Chimie industrielle de Stauffer à Henderson (Nevada), est l'une des sept études mises en œuvre pour démontrer la possibilité de produire de la vapeur pour des usages industriels.

Stauffer est le maître d'œuvre de ce projet. Chilton Engineering (Nevada), l'Institut de recherches du désert de l'Université du Nevada et Pacific Sun Inc. sont les sous-traitants.

Le système de transformation de l'énergie solaire qui sera utilisé à Henderson doit permettre de produire de la vapeur saturée à 187 °C qui, elle, servira à retirer le chlore des effluents de l'usine. Une telle utilisation de la vapeur est un procédé très répandu dans la fabrication du papier, des solvants et des hydrocarbures chlorés ainsi que dans le traitement des eaux.

Si ce système pouvait être appliqué avec succès à toutes ces industries aux États-Unis, il a été calculé qu'on économiserait de la sorte 105 000 m³ de gaz naturel chaque année.

La société Stauffer Chemical applique un programme très strict d'économie de l'énergie dans toutes ses usines et mines. L'usine de Henderson, par exemple, a réduit sa consommation totale d'énergie de 36 % depuis 1972, ce qui a coûté environ 36 millions de dollars U.S.

Les produits Stauffer sont commercialisés en Europe par la Division Europe de Stauffer à Genève.

Coopération Stauffer Chemical-U.R.S.S.

Le Comité d'État d'U.R.S.S. pour la science et la technologie et la société Stauffer Chemical ont conclu un accord portant notamment sur un programme de coopération scientifique et technique.

Cet accord, dont la durée initiale est de cinq ans, prévoit en particulier une coopération dans des domaines tels que produits phytosanitaires, produits chimiques industriels, plastiques et spécialités chimiques. Pour commencer, des consultations vont permettre d'établir la liste des sujets scientifiques et des problèmes de développement technique, d'intérêt commun. C'est à partir de cette liste que seront rédigés des protocoles plus précis en vue de la mise en œuvre des efforts communs.

Au cours de ces dix dernières années, Stauffer a noué des relations commerciales actives avec l'Union Soviétique, lui vendant des licences de technologie pour l'industrie chimique et fournissant à l'agriculture soviétique une grande quantité de produits phytosanitaires.

Contrat de Speichim avec l'U.R.S.S. pour une unité de production d'insecticide

Speichim a signé le 15 décembre 1978, un nouveau contrat avec la Centrale d'achats v/o Techmashimport-U.R.S.S.

Ce contrat porte sur la fourniture d'une installation de production d'insecticide Phosalone à partir d'*o*-nitrophénol ainsi que les installations de production de ce produit, de traitement des effluents et de fabrication des tonnelets pour le conditionnement du produit fini.

Les procédés mis en œuvre pour fabriquer la Phosalone sont ceux de la société Rhône-Poulenc.

La production annuelle sera de 7 000 tonnes sous forme de poudre mouillable et 3 000 tonnes sous forme de concentrat émulsionnable.

Le contrat s'élève à 443 000 000 F, y compris la licence de la société Monsanto, U.S.A., pour la production d'*o*-nitrophénol.

La concession de licence de Phosalone est la 20^e concession de licence du Groupe Rhône-Poulenc en U.R.S.S.

C'est le 30^e contrat signé par Speichim avec les organismes du Commerce extérieur de l'U.R.S.S.

Nouvelles de Du Pont

Implantation d'une nouvelle unité à Cernay

Du Pont de Nemours (France) S.A. implantera une nouvelle usine sur son site industriel à Cernay (Haut-Rhin). Destinée à la fabrication de fongicides, cette unité de production alimentera les marchés français et étrangers. Elle sera gérée pour le compte de Du Pont (France) par SEPPIC (Société d'Exploitation de Produits pour les Industries Chimiques).

Ce nouvel investissement porte le total des investissements de Du Pont (France) (y compris la moitié des investissements réalisés par Butachimie dont Du Pont (France) possède la moitié du capital) à plus de 400 millions de francs.

Le chiffre de vente pour 1977 a été de 700 millions de francs dont 12 % à l'exportation.

Du Pont (France) vend une gamme étendue de produits Du Pont comprenant : les produits phytosanitaires, les instruments, les produits photographiques, les films plastiques et les résines, les produits chimiques industriels, les revêtements et les fibres textiles. D'autre part, la Société assure le fonctionnement d'un Centre de formation technique pour les produits photographiques, à Orsay, près de Paris.

Extension de la capacité de production du Mylar

Du Pont de Nemours a achevé un important projet d'extension destiné à accroître sa capacité de production du film polyester « Mylar » étiré dans son usine de Florence, en Caroline du Sud, aux États-Unis.

Du Pont de Nemours a également annoncé la réalisation prochaine d'une nouvelle chaîne de production qui permettra d'accroître de 9 000 tonnes la capacité annuelle de fabrication des autres types de « Mylar » dans cette même usine. Ces projets s'inscrivent dans le cadre d'un plan à l'échelle mondiale visant à accroître le potentiel productif du « Mylar » et qui comprendra des extensions dans les usines que Du Pont de Nemours exploite à Circleville (Ohio) et à Contern-Hespérange (Luxembourg).

Du Pont de Nemours aurait apporté d'importantes améliorations techniques au procédé de fabrication à l'usine de Florence, ce qui a permis de supprimer un goulot d'étranglement qui affectait la production et donc d'augmenter la capacité de fabrication du film T (film étiré) de plus de 50 %. L'entreprise se prépare ainsi à faire face à une importante expansion du marché offert au film T par l'emploi croissant des cassettes vidéo au cours des années 80, expansion annoncée par le niveau actuel de la demande. Le film T est déjà adopté par l'industrie comme support standard dans les cassettes de magnétophones et l'on prévoit qu'il sera également utilisé comme produit standard dans les cassettes vidéo.

L'établissement du projet de la nouvelle ligne de fabrication d'une capacité de 9 000 tonnes et les études techniques actuellement en cours permettront d'entreprendre sa construction en février 1979. On estime que cette installation pourra être mise en route au quatrième trimestre de 1980.

La société a lancé le film polyester « Mylar » en 1952. Les installations de ce programme d'extension sont destinées à permettre un approvisionnement sans problème du marché, au moins jusqu'au milieu des années 80. Le « Mylar » est produit en 14 types de films bruts ou enduits, et la gamme comporte au total 227 produits différents. Outre son emploi dans le domaine de l'enregistrement, le film polyester est également utilisé dans les secteurs des microfilms, des arts graphiques, des ordinateurs et des industries électriques.

Usine de bromobutyle à Zwijndrecht

La Polysar Belgium n.v. a confié à McKee-Tractionel Petrochem Engineers (MTP), à Bruxelles, filiale belge de Arthur G. McKee, un contrat pour la construction d'une usine de bromobutyle de plusieurs millions de dollars.

MTP fournira les services de procédé, d'ingénierie, d'approvisionnement et la supervision du chantier. L'usine sera située à Zwijndrecht. Le démarrage de l'installation est prévu pour la fin de l'année 1979.

Le caoutchouc bromobutyle a été lancé par Polysar en 1971. Il est devenu aujourd'hui l'élastomère le plus utilisé pour le recouvrement intérieur des pneus sans chambre à air (tubeless). Ce produit a trouvé également un grand nombre d'applications industrielles allant des flancs de pneus aux fermetures de flacons pharmaceutiques en passant par les courroies industrielles, les amortisseurs de vibration et les chambres à air.

Nouvelle usine pharmaceutique en Belgique

Continental Pharma S.A. créera à Mont-Saint-Guibert un nouveau complexe pharmaceutique représentant un investissement de l'ordre de 600 millions de FB.

Pour la réalisation de ce projet, la société d'ingénierie S.A. Coppée-Rust et une entreprise suisse ont été chargées d'une mission couvrant l'architecture, les études, les services d'approvisionnement et la supervision des travaux de construction.

Le complexe comprendra un centre de recherche et une usine de conditionnement, ainsi que les services annexes. La mise en marche est prévue pour fin 1980.

Continental Pharma a terminé la construction à Landen d'une usine de synthèse pour produits pharmaceutiques pour laquelle Coppée-Rust a également réalisé une mission complète d'ingénierie. Cette usine a entraîné un investissement de l'ordre de 550 millions de FB.

Constituée en 1947, Continental Pharma S.A. s'est spécialisée dans la chimiothérapie de la tuberculose, les anti-inflammatoires, la dermatologie et principalement les produits cardiovasculaires.

Usine de chlore aux Pays-Bas

Akzo Zoutchemie a l'intention de construire, près de Rotterdam, une nouvelle usine de chlore travaillant selon le procédé à membrane. L'usine serait dotée d'une capacité de production de 250 000 tonnes de chlore par an et exigerait des investissements de l'ordre de 200 à 250 millions de florins.

L'« Esso Westernport », navire transporteur de gaz de pétrole liquéfié

Commandé par le groupe Exxon, construit en France aux Chantiers de La Ciotat, le navire transporteur de gaz de pétrole liquéfié « Esso Westernport » est en service entre le Golfe Persique et le Japon depuis un an. D'une capacité de transport de 101 000 m³ de gaz liquéfié, il est le septième navire-citerne de la flotte de transport de gaz à très basse température, qui comprend deux autres transporteurs de gaz de pétrole et quatre transporteurs de gaz naturel. En outre, deux autres navires, l'un de 100 000 m³ « Esso Fuji » et l'autre de 61 000 m³ « Izumisan Maru » transportent également des gaz de pétrole pour le compte d'Exxon.

Les gaz de pétrole liquéfié, propane et butane, ont des points d'ébullition se situant respectivement à - 42,1 et - 0,6 °C. Réfrigérés, ils peuvent être transportés sous forme liquide à la pression atmosphérique. Depuis la crise pétrolière de 1973, le renchérissement du pétrole (alors que les gaz liquéfiés sont des combustibles appréciés en raison de leur pouvoir calorifique et du fait qu'ils ne sont pas polluant) a rendu leur récupération,

liquéfaction, stockage, transport et distribution attrayants économiquement, notamment dans les pays gros consommateurs d'énergie tels que les États-Unis, l'Europe Occidentale et le Japon. Dans ce dernier pays, par exemple, les gaz de pétrole sont largement utilisés pour le chauffage et l'eau chaude domestiques, par l'industrie chimique, la plupart des taxis roulent déjà avec ce produit.

La cargaison de l'« Esso Westernport » est transportée dans 4 citernes-réservoirs autoporteurs indépendants de la coque du navire. Leur isolation est assurée par un revêtement de perlite d'une épaisseur de 76 cm et de laine de verre. L'acier utilisé pour la construction des réservoirs a été étudié pour résister à des températures de - 46 °C. En cours de voyage, des transferts de température étant inévitables, une petite partie de la cargaison se vaporise. Celle-ci est récupérée et envoyée dans l'une des trois unités de réfrigération, compression, condensation, puis réintroduite à l'état liquide dans la cargaison.

Le navire peut charger et décharger du propane et du butane simultanément. Au déchargement, la cargaison est pompée par des pompes électriques immergées installées au fond des citernes. Chaque citerne est équipée de deux pompes principales ayant une capacité de transfert de 500 m³ par heure et d'une pompe complémentaire de 50 m³. En outre, un équipement de pompage mobile de même capacité que les pompes principales peut être installé en cas de défaillance de l'équipement fixe. Après chaque opération de déchargement, il reste normalement une faible quantité de cargaison liquide (environ 1 %) dans chaque citerne. Celle-ci est conservée pour maintenir la température basse requise lors du voyage de retour sur ballast du navire vers le port de chargement. Les opérations sont contrôlées et commandées à partir d'une console installée dans une salle à air conditionné, comprenant également un équipement analyseur de gaz capable de détecter toutes fuites survenant dans la zone des réservoirs. L'« Esso Westernport » est équipé de deux générateurs de gaz inerte, l'un de 2 500 m³ par heure, l'autre de 100 m³ destiné à la purge des citernes et des canalisations.

Les caractéristiques de l'« Esso Westernport » sont les suivantes :

- capacité de transport : 101 000 m³ de gaz liquéfié,
- port en lourd : 65 000 t,
- longueur hors tout : 225 m,
- largeur : 35,5 m,
- moteur diesel de : 23 450 CV,
- vitesse aux essais : 16,8 nœuds.

La cigarette et le cancer

Le Professeur Harry Bloom, chef du département de chimie de l'Université de Tasmanie, à Hobart, vient d'établir un nouveau lien entre la cigarette et le cancer. Ses expériences lui ont en effet permis de déterminer que des

particules de cadmium et de plomb radioactif (substances connues pour propager le cancer du poumon) sont absorbées par les poumons lors de l'inhalation de la fumée de cigarettes. On savait déjà que les trichomes des feuilles de tabac contiennent du cadmium et du plomb, mais on ignorait si ces substances étaient inhalées dans la fumée ou restaient dans la cendre des cigarettes. M. Bloom, grâce à une « machine qui fume » de son invention, a trouvé en moyenne 0,85 milligramme de plomb et 0,52 milligramme de cadmium dans un paquet de vingt cigarettes de fabrication australienne. Quand on ajoute que les isotopes de plomb radioactif « vivent » vingt ans, on voit que le fumeur qui cesse de fumer n'en est pas pour autant quitte avec les risques de cancer du poumon.

Échanges et Consultations Techniques Internationaux

L'ECTI (Échanges et Consultations Techniques Internationaux) est un organisme dont les membres sont des retraités qui font bénéficier de leur expérience professionnelle les hommes du Tiers-monde.

A ce jour, l'ECTI compte environ 800 adhérents. En 1978, quelque 80 missions ont été réalisées. La probabilité annuelle de mission est de 1/10 pour chaque Ectien.

Parmi les spécialités qui sont demandées nous relevons : la chimie, le pétrole et dérivés, l'écologie et traitement des eaux, les industries alimentaires et agronomiques, la formation, la documentation, les plastiques, la verrerie, l'informatique, etc.

La connaissance nécessaire des langues étrangères fait apparaître une nette prépondérance de l'anglais sur l'allemand et l'espagnol d'après le dernier recensement des 787 adhérents.

Échanges et Consultations Techniques Internationaux, 23, rue de la Sourdière, 75001 Paris. Tél. : 261.18.80 et 261.03.79.

L'Assemblée générale de l'Institut Mondial du Phosphate

A l'invitation de la C.T.M.B. (Compagnie Togolaise des Mines du Bénin), l'Institut Mondial du Phosphate a réuni son Assemblée générale 1978, à Lomé, du 14 au 16 novembre.

Comme chaque année, cette session a été l'occasion pour les présidents et les spécialistes des compagnies-membres de confronter leurs vues, enregistrer les progrès accomplis et définir les orientations.

Se félicitant du succès rencontré par le

1^{er} Congrès international sur les composés phosphorés, réuni, il y a un an, à Rabat, l'Assemblée générale a enregistré l'intérêt des milieux scientifiques pour cette manifestation qui a incontestablement relancé les travaux de recherche sur la chimie du phosphore.

La publication des Actes du Congrès, dans les semaines qui ont suivi, a rencontré un accueil chaleureux auprès de la communauté scientifique internationale qui considère désormais ce document comme un ouvrage de référence.

Les Congrès périodiques qui seront organisés après cette 1^{re} manifestation scientifique (qui se voulait le panorama des utilisations du phosphore dans les domaines autres que les engrais) tenteront au contraire d'approfondir un domaine particulier d'application ou de faire progresser la technologie.

C'est ainsi que le prochain Congrès, organisé en 1980 à Boston aux U.S.A., sera consacré à la séparation des éléments accompagnant le phosphore dans les phosphates naturels et dans l'acide phosphorique.

Pour prolonger l'écho de ces manifestations scientifiques, l'Assemblée générale a adopté le règlement du Prix scientifique IMPHOS dont la création avait été annoncée à l'issue du Premier Congrès, et qui sera décerné en alternance avec les Congrès.

Ce prix sera attribué pour la première fois en 1979, sur recommandation d'un Jury composé de spécialistes de réputation internationale.

Dans le domaine agronomique, l'Assemblée générale a pris note des résultats fort encourageants déjà enregistrés, notamment en ce qui concerne l'évaluation de la carence en phosphore dans les sols intertropicaux. Cette étude, qui porte actuellement sur plus de 300 sols, sera élargie à un échantillonnage de 500.

Elle ouvre d'importantes perspectives pour une meilleure connaissance des mécanismes de la nutrition phosphatée des sols et pourra également aider les chercheurs à définir les doses de P_2O_5 les plus valables pour l'agriculteur.

Les essais qui se poursuivent par ailleurs en matière de fertilisation des forêts, des pâturages et parcours, des légumineuses tropicales, de l'alimentation animale, serviront de base pour une extension des programmes aux zones de conditions climatiques similaires : méditerranéenne, sub-sahélienne ou tropicale.

Enfin, ces réunions ont été l'occasion pour les délégués venus à Lomé d'apprécier les nouvelles réalisations techniques mises en œuvre par la Compagnie togolaise pour l'exploitation de son minerai de phosphate. La présence des spécialistes togolais de l'agriculture a en outre permis d'étudier les formules originales adoptées pour la mise en culture du sol togolais et de lancer de

nouvelles formes de collaboration entre les experts de l'Institut et ceux de la République Togolaise.

Institut Mondial du Phosphate, Secrétariat permanent, 8, rue de Penthièvre, 75008 Paris. Tél. : 266.05.62.

Nouvelles des Communautés européennes

Les risques de l'amiante

La Commission européenne a entrepris une évaluation objective des risques que fait peser l'amiante sur la santé humaine. Les résultats en ont été publiés dans un rapport technique. Il en ressort qu'il existe encore relativement peu de données sur les niveaux d'amiante mesurés dans l'environnement. Des informations supplémentaires sont actuellement recherchées sur les relations entre les doses et les effets, et sur les niveaux d'exposition de la population.

La Commission envisage de rendre prochainement public, sur la base des études en cours, une information vulgarisée sur les avantages et les inconvénients de l'amiante. Cette action est l'une de celles prévues dans le programme sur l'amiante, que la Commission a l'intention de transmettre au Conseil de ministres de la Communauté.

Pour tenter de mieux cerner ces risques et de préciser les actions à mener, la Commission a organisé récemment une rencontre sur le problème de l'amiante, réunissant des représentants du gouvernement et de l'industrie du Canada, ainsi que des représentants de l'industrie des neuf pays de la Communauté, et des fonctionnaires des différents services de la Commission européenne.

Après avoir échangé toutes leurs informations, les participants ont dressé la liste des domaines dans lesquels une coopération entre la Communauté et le Canada peut accélérer l'adoption de décisions fondées sur des bases scientifiques solides.

La consommation pharmaceutique

Entre 1966 et 1975, la consommation totale de produits pharmaceutiques a augmenté d'environ 156 % en France, 135 % en Italie, 80 % en Allemagne, 69 % aux Pays-Bas, 67 % au Royaume-Uni et 41 % au Danemark.

Jusqu'à présent, la Communauté a adopté les directives uniformisant, dans les neuf pays, les contrôles qui empêchent que soient mis sur le marché des médicaments qui n'offrent pas toutes les garanties pour la santé publique. Mais aucune action directe n'a encore été entreprise au niveau européen ni sur les prix, ni sur les pratiques médicales, ni sur le comportement des consommateurs.

Bourses de docteur-ingénieur

Les bourses de docteur-ingénieur (B.D.I.) ont pour but de contribuer, par la recherche, à la formation d'ingénieurs destinés à faire carrière dans l'industrie. Ces bourses sont réservées aux élèves des écoles d'ingénieur agréées, qui doivent en outre pouvoir justifier d'une bonne scolarité. Les laboratoires d'accueil dans lesquels les candidats peuvent être intégrés doivent pour leur part avoir des contacts avec le secteur industriel. Ils sont en outre tenus de proposer au boursier un sujet susceptible de lui donner une qualification supplémentaire dans le domaine choisi. Dans le secteur de la chimie, un certain nombre de laboratoires sont prioritaires quant à l'attribution de ces B.D.I. (voir liste ci-jointe). Toutefois, la moitié des postes reste disponible ; aussi les laboratoires non affichés et présentant les critères énumérés ci-dessus peuvent-ils présenter un candidat, avec des chances non négligeables d'acceptation du dossier.

Laboratoires propres et formations du C.N.R.S.

Laboratoire de spectrochimie infrarouge et Raman (Lille, M. Delhaye).
Laboratoire de chimie du solide (Bordeaux, M. Hagenmuller).
Centre d'Études et de Recherches de Chimie Organique Appliquée (Thiais, M. Le Goffic).
Institut de Chimie des Substances Naturelles (Gif-sur-Yvette, Sir Derek Barton).
Laboratoire des matériaux organiques (Solaize), M. Guyot).
Centre de Recherches sur les Macromolécules (Strasbourg, M. Wippler).
Laboratoire des ultra-réfractaires (Font Romeu, M. Urbain).

Institut de Recherches sur la Catalyse (Villeurbanne, M. Imelik).
Physique des liquides et électrochimie (Paris, M. Epelboin).

Formations associées au C.N.R.S.

LA Laboratoire de chimie organique et de pétrochimie (Marseille, M. Metzger).
LA Thermodynamique et physico-chimie métallurgiques (Saint-Martin-D'Hères, M. Bonnier).
LA Laboratoire de synthèse organique (Marseille, M. Bertrand).
LA Laboratoire de chimie organique des substances naturelles (Strasbourg, M. Ourisson).
LA Catalyse appliquée et cinétique hétérogène (Villeurbanne, MM. Germain et Teichner).
LA Physico-chimie des polymères (Paris, M. Monnerie).
ERA Laboratoire d'étude des mécanismes de réactions catalytiques (Strasbourg, M. Gault).
ERA Réactions radicalaires et photochimie (Nancy, M. Niclause).
ERA Laboratoire des composés azotés polyfonctionnels (Toulouse, M. Lattes).
ERA Laboratoire de matériaux de haute température et désordres structuraux (Paris, M. Collongues).

Les autres formations C.N.R.S. ou formations associées au C.N.R.S. du secteur chimie sont également habilitées à recevoir des boursiers docteur-ingénieur. La liste de ces formations peut être consultée auprès des Administrateurs Délégués du C.N.R.S.

École d'été : Matériaux composites à hautes performances

Cette école d'été aura lieu, du 18 au 28 septembre 1979, à Bombannes Carcans (Gironde). Elle est organisée avec le concours de l'ADER Aquitaine. Elle est destinée aux chimistes, mécaniciens ou physiciens travaillant dans le domaine des matériaux composites à hautes performances désirant approfondir leurs connaissances en physico-chimie ou en mécanique des solides, ainsi qu'aux chercheurs compétents en physico-chimie des solides ou en mécanique souhaitant s'orienter vers des recherches sur les matériaux composites. L'objectif de cette école d'été est en effet de permettre aux participants d'acquérir ou d'approfondir les bases fondamentales nécessaires aux recherches sur les matériaux composites à haute

performances, l'accent étant mis sur les matériaux à matrice métallique ou minérale et à applications mécaniques, physiques ou thermiques. L'école est ouverte aux chercheurs du C.N.R.S. et des laboratoires publics de recherche (30 participants) ainsi qu'à un certain nombre de chercheurs du secteur industriel (10 participants). Le contenu détaillé du programme des enseignements sera publié ultérieurement. La participation de spécialistes étrangers est envisagée. Des renseignements complémentaires peuvent être obtenus auprès de M. R. Naslain, Laboratoire de chimie du solide du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, 351 cours de la Libération, 33405 Talence Cedex ; Tél. (56) 80.76.94 ou 89.69.50.

FÉDÉRATION

FRANÇAISE

DE

CHIMIE

Réunion commune aux Commissions de chromatographie et de spectrométrie moléculaire

Séance du 21 mars 1979

Cette séance se tiendra à l'École de Physique et de Chimie Industrielles, Amphithéâtre Paul-Langevin, 10, rue Vauquelin, Paris (5^e) sur le thème :

Investigation qualitative en aval de la colonne de chromatographie en phase liquide.

1. *Dérivation en aval de la colonne de chromatographie en phase liquide*, par le Pr Frei (Université Libre d'Amsterdam).
2. *Utilisation de la transformée de Fourier en*

spectrométrie infrarouge et possibilités de la méthode en couplage direct avec la chromatographie, par M. Fournier (Société Nicolet Instrument GmbH, Versailles)

et exemples d'application, par M. Vaupré (Société Rhône-Poulenc Industries, Vitry).

3. *Liaison chromatographie en phase liquide-spectrométrie de masse. État de l'avancement des travaux*, par M. Arpino (École Polytechnique, Palaiseau).

Pour tous renseignements, s'adresser au G.A.M.S., 88, boulevard Malesherbes, 75008 Paris. Tél. : 292.20.41 +.

Prix du G.A.M.S. (Prix Bardet)

Prix du G.A.M.S. 1978

Le Prix du G.A.M.S. 1978 a été décerné à M. R. Hagemann, Chef du Laboratoire de spectrométrie de masse au Centre d'Études Nucléaires de Saclay, pour l'ensemble de ses travaux parmi lesquels on peut citer : *La conception et la réalisation d'un double spectromètre de masse automatique, de haute sensibilité et haute précision, destiné à l'analyse simultanée du deutérium et de l'oxygène-18 aux teneurs naturelles dans des échantillons d'eau de très faible volume.*

Le Prix lui sera remis lors d'une réunion de la commission de spectrométrie de masse.

piques et physicochimiques d'analyse, notamment dans les domaines suivants :

- *Spectrométrie d'émission,*
 - *Spectrométrie de flamme, d'absorption ou de fluorescence atomiques,*
 - *Spectrométrie moléculaire (absorption IR, visible, effet Raman, RMN, ...),*
 - *Fluorimétrie,*
 - *Spectrométrie X (émission X, fluorescence X, diffraction X),*
 - *Spectrométrie de masse,*
 - *Spectroscopie photoélectronique (ESCA), spectroscopie Auger,*
 - *Chromatographie,*
- sans que cette énumération soit limitative.

Prix du G.A.M.S. 1979

Le G.A.M.S. décerne chaque année un prix, le Prix Bardet, du nom de son premier Président, destiné à récompenser un travail expérimental d'appareillage ou de méthode présentant un incontestable caractère novateur et ayant fait l'objet d'une publication en langue française. Le montant en sera, pour 1979, de 3 000 F.

Le travail doit s'inscrire dans le cadre des activités du G.A.M.S., c'est-à-dire *concourir au perfectionnement des méthodes spectroscopiques*

Il peut s'agir d'un travail de thèse, ou d'une recherche effectuée dans des laboratoires universitaires, industriels ou d'administration, que ces laboratoires soient adhérents ou non au G.A.M.S.

Les travaux publiés devront être adressés, en trois exemplaires, au Secrétariat du G.A.M.S., 88, boulevard Malesherbes, 75008 Paris, et postés au plus tard le 31 mai 1979 (le cachet de la poste faisant foi). Joindre un curriculum vitae.

Bilan de deux années de changement

Notre société a sensiblement évolué depuis deux ans, tant pour ses activités de rencontre qu'en ce qui concerne le Journal de Chimie physique.

Ceci correspond au souci de mieux servir la communauté des physico-chimistes, d'une part en suscitant les occasions de rencontres (petits colloques nationaux, et aussi réunions internationales), de l'autre en recherchant systématiquement une amélioration qualitative de notre Journal. Notre objectif est que ce dernier devienne le support efficace des publications des physico-chimistes travaillant en France.

Les nombreuses réunions que nous avons ainsi organisées depuis la fin de 1976 ont connu un succès certain, qui montre bien qu'elles répondaient à un besoin. Ce succès est le résultat de l'activité des nouvelles Divisions de la Société.

Il semble approprié de dresser un premier bilan de ces activités et orientations nouvelles, et d'en tirer les conclusions qui conduiront, nous l'espérons, à des actions encore plus efficaces.

Les Divisions de la Société de Chimie Physique

Domaines de travail, animateurs

Notre société possède depuis longtemps une structure par sections. A l'exception de la section de biophysique, ces sections correspondent à une répartition géographique. La mise sur pied de Divisions thématiques, en dépit des inévitables difficultés liées à un démarrage, s'est tout de suite révélée plus payante que l'ancienne structure géographique.

La composition actuelle de ces Divisions est la suivante :

Division I. Propriétés électroniques et moléculaires

Nature et propriétés des états fondamentaux et excités de atomes et molécules. Chimie quantique. Interactions rayonnement-matière. Spectroscopies optiques.

L. Salem avec le concours de Mmes Belloni, Bernas, Marx et de MM. Becker, Daudel, Evleth, Faure, Gilles, Sutton.

Division II. Propriétés structurales des systèmes simples

Stéréochimie dans les solides. Liquides moléculaires, spectroscopies, transitions de phase, plasmas.

MM. Dupeyrat et Perchard avec le concours de MM. Bernard, Lascombe, Pick, Potier, Roncin.

Division III. Propriétés structurales des systèmes organisés

Biomolécules, membranes, biophysique. Polymères de synthèse, colloïdes, interfaces, cristaux liquides.

G. Weill avec le concours de Mmes Dupeyrat et Taupin, MM. Badiali, Garnier, Hélène, Quivoron, Thiéry.

Division IV. Transformations physico-chimiques

Aspects dynamiques, cinétiques et thermodynamiques, électrochimie.

R. Ben Aim avec le concours de MM. Badiali, Naccache, Villermaux.

Division V. Informatique et instrumentation

MM. Mouvier et Delhaye avec le concours de M. Thiéry.

Division VI. Enseignement

Programmes et didactique des enseignements supérieurs et secondaires. Problèmes de la formation permanente.

M. Rivail avec le concours de M. Bourdon.

Esprit de l'activité entreprise

Il nous paraît important d'apporter plusieurs précisions concernant ces Divisions :

1. Dans notre esprit, il ne s'agit certainement pas de fragmenter notre société en groupes, mais au contraire d'apporter à tous nos membres des occasions de rencontres en recherchant les interfaces entre des domaines de recherches divers.

En conséquence, les animateurs de différentes Divisions peuvent très naturellement être amenés à préparer en commun une rencontre donnée.

2. Les Divisions sont en fait, des groupes d'animation. Leurs responsables sont destinés à être assez fréquemment renouvelés, les anciens animateurs travaillant ainsi avec les nouveaux et le renouvellement assurant, dans ces conditions, à la fois la variété et la continuité de l'action ainsi qu'un maintien constant au cœur de l'actualité scientifique.

3. Les initiatives ne sont en aucun cas le privilège des collègues qui animent nos Divisions. Nous sommes toujours heureux, et désireux, d'accueillir toutes les bonnes volontés et toutes les suggestions.

Commentaires sur le bilan d'activités des Divisions

La dernière conférence « traditionnelle » de la S.C.P. ayant eu lieu le 17 juin 1976, les Divisions ont organisé vingt-et-une rencontres depuis cette date.

Ces réunions ont rassemblé en moyenne une cinquantaine de personnes, et la participation a quelquefois atteint la centaine. De l'avis de tous les participants, le niveau a été bon ou très bon.

Il a été possible de constater que :

- sur 21 réunions, 9 ont été organisées par des Parisiens (Orsay et Saclay faisant partie de Paris),
- en regard, 17 de ces réunions ont eu ou auront lieu dans la région parisienne,
- les réunions tenues en province ont duré deux jours ou plus. Les réunions parisiennes ont en général été d'une journée.

Journées de chimie physique

La plus grande partie des activités de rencontres de la Société de Chimie physique, bien que souvent pluridisciplinaires, portent en général sur des sujets assez spécialisés qui n'intéressent qu'une fraction limitée de la communauté des physicochimistes. La création de « Journées de Chimie physique » est apparue au Conseil comme le moyen de réunir une fois par an une grande partie des physicochimistes dans la mesure où les thèmes de discussion choisis seraient suffisamment élargis.

Comme vous le savez, les premières journées de chimie physique devaient avoir lieu les 21,

Paris demeure le lieu privilégié des rencontres courtes, tous les chercheurs de province étant assez souvent amenés à se rendre à Paris. Une petite réunion peut ainsi être groupée avec d'autres engagements. En revanche, la province se prête bien aux rencontres de deux ou trois journées (biophysique à Roscoff, cinétique hétérogène et neutronique à Grenoble).

On a pu relever que la seule Division II a organisé dix rencontres. Ceci est sans doute lié au dynamisme de ses animateurs, joint au fait que ces domaines très riches semblent comporter très peu de groupes structurés. C'est là que notre intervention peut être particulièrement utile. Pour prendre un exemple opposé, la physico-chimie analytique, sous ses divers aspects, a certainement beaucoup moins besoin de notre éventuel soutien.

Notre action doit, nous semble-t-il, se manifester de préférence là où n'existent pas encore de groupes actifs, et partout où une telle action peut conduire à des contacts entre des groupes de chercheurs qui se rencontrent trop rarement, alors que leurs

travaux présentent des domaines de recouvrement ou de convergence.

Cette action s'est révélée, en grande partie, spontanée, et environ la moitié des réunions ont résulté d'initiatives extérieures.

Nous trouvons ceci particulièrement heureux. Nous souhaitons à la fois que ces initiatives extérieures se multiplient, et que les Divisions continuent à être, de plus en plus, de bons catalyseurs d'organisation de rencontres. Mais les initiatives et l'animation qui nous sont proposées par des chercheurs de toutes régions et de toutes disciplines nous paraissent la marque même d'une société vivante. Si le Conseil et le Bureau peuvent et doivent certainement donner l'impulsion initiale à certaines activités, celles-ci doivent par la suite être l'œuvre de tous.

Nous pensons donc que le but visé par notre Société en créant les Divisions a été dans l'ensemble atteint : l'importance, le rythme et la qualité des activités, ainsi que la mobilisation manifeste d'une partie de nos membres, sont conformes à nos vœux. Nous espérons pouvoir étendre encore ces activités, avec l'aide de tous.

22 et 23 mars 1978 à Paris. Le thème en était « *Évolution des espèces moléculaires excitées ou ionisées* ». Ces journées avaient été organisées en hommage à Michel Magat qui a apporté au cours de toute sa carrière, une contribution considérable à la chimie physique et un concours sans prix à notre Société. Sa longue maladie, suivie de son décès a obligé à annuler ces journées.

Nous préparons pour avril 1979 une manifestation en sa mémoire. Nous reprendrons les thèmes qui étaient prévus pour les journées de mars 1978, auxquels s'ajouteront des contributions sur les polymères et les relaxa-

tions en phase condensée. Par ailleurs, une série de huit conférences, faites par des personnalités françaises et étrangères marquantes, passera en revue les principaux domaines de la chimie physique. Cet ensemble se conclura par une table ronde sur le présent, les perspectives et les problèmes majeurs de la physico-chimie.

Outre son caractère d'hommage, cette rencontre sera la première de la série des « Journées de Chimie physique », dont le principe reste acquis, et qui seront à l'avenir organisées annuellement.

Réunions internationales de la Société

Alors que notre trente-et-unième réunion internationale vient de se dérouler, dans le cadre exceptionnel de l'abbaye de Fontevraud, il est certainement opportun de rappeler (ou de signaler) que notre première réunion internationale, qui ne figure pas dans nos listes, a été organisée par Jean Perrin, il y a juste un demi-siècle.

Le sujet était d'actualité, et n'a peut-être pas cessé de l'être : « *Activation et structure des molécules* ».

Les congrès étaient plus rares alors qu'aujourd'hui, et cette réunion rassembla une assistance qu'il serait difficile d'égalier en qualité, aujourd'hui, sur une seule rencontre : de Mme Curie à Norrish, de Langevin à Brønsted, de Lowry à Grignard, de Perrin et Pascal à Heyrovsky, Polanyi et Sidgwick, etc...

Mais, si l'on ne peut plus escompter regrouper 10 à 20 % de prix Nobel parmi les

participants à une rencontre, nos réunions ont pourtant acquis une excellente audience internationale, et contribuent certainement au prestige de la Société.

Elles sont également une occasion de promouvoir la coopération des scientifiques à travers les frontières puisque, sur notre initiative, les quatre Sociétés européennes collaborent, une année sur deux, à l'organisation d'une rencontre internationale commune, dont chaque pays est l'hôte à tour de rôle.

La diversité de la chimie physique a évidemment eu pour corollaire la diversité des thèmes de discussion retenus pour ces réunions. Rappelons ici ceux des plus récentes années :

- 1971, Les phénomènes critiques (Lindau),
- 1972, Aspects dynamiques des changements de conformations dans les macromolécules biologiques,
- 1973, Mouvements moléculaires dans les liquides,

- 1974, Cinétique des réactions dans les systèmes chimiques hétérogènes, Effets photophysiques et photochimiques dans les espèces adsorbées (Cambridge),
- 1975, Les lasers en chimie physique et en biophysique,
- 1976, Transferts d'énergie en phase gazeuse (Königstein), Phénomènes électriques au niveau des membranes biologiques,
- 1977, Protons et ions dans les phénomènes dynamiques rapides,
- 1978, Comportements non-linéaires des molécules, atomes et ions dans les champs électriques, magnétiques ou électromagnétiques.

Pour 1979, nous discuterons des « *Croissance et propriétés des petits agrégats métalliques. Applications à la catalyse et au processus photographique* ». En 1980, c'est à Pise que nous nous réunirons, sur le thème « *Dynamique des états excités : durées de vie et phénomènes de relaxation* ».

Ces réunions internationales sont intégralement publiées y compris les discussions. Depuis la réunion de 1970, la publication ne consiste plus en un numéro spécial du J.C.P., mais est faite sous forme de livre. Cette solution présente des intérêts multiples :

- elle évite d'imposer à tous nos membres la fourniture d'un fascicule volumineux, qui ne

peut intéresser (vu son orientation) que 10 à 15 % d'entre eux,

- et, la publication étant assurée par une maison d'édition internationale, la diffusion bénéficie des ressources d'un réseau commercial efficace et rapide (6 mois après la réunion).

Par ces journées de rencontre, ces réunions internationales, et par les larges réunions nationales que constitueront à l'avenir les « Journées de Chimie physique », notre Société manifeste sa vitalité, et surtout assure aux chercheurs les différents types de rencontres qui peuvent leur être profitables.

Le Journal de Chimie physique

La vie d'un Journal scientifique français est devenue difficile à une époque où il est de bonne politique pour tout chercheur désireux de se faire connaître de publier en langue anglaise dans des journaux anglosaxons à large diffusion.

L'équipe du Journal de Chimie physique, autour de son directeur scientifique, M. Barrère, s'est attachée avec vigueur à valoriser le journal sur deux plans :

- assurer progressivement une meilleure représentation des divers domaines de la chimie physique en France,
- accroître la qualité des mémoires publiés par une sélection plus sévère.

Les résultats acquis montrent que les laboratoires et leurs chercheurs ont conservé leur confiance dans notre journal, en attendant

une clarification souhaitée de la politique des publications chimiques en France.

Ce que nous souhaitons actuellement pour le Journal :

- c'est la publication de mémoires dans les domaines actuellement peu couverts par le Journal de Chimie physique, polymères, cristaux liquides, biophysique...
- c'est la publication de mises au point et aussi des comptes rendus des réunions et des rencontres organisées par la Société,
- c'est aussi une proportion un peu plus grande de mémoires en langue anglaise, ce qui permettrait une plus grande diffusion internationale.

Ces différentes actions, pour l'instant, relèvent autant des projets que des réalités concrètes.

Il est important que la chimie physique, vivant au carrefour de la physique, de la chimie et des sciences de la vie, trouve dans un journal commun son moyen d'expression. Il est également important que les physico-chimistes prennent pleinement conscience de la communauté d'esprit et de méthode qu'ils constituent.

Sur un autre plan, vous avez observé que nous avons récemment, pour nous conformer à des dispositions légales, séparé la cotisation de nos membres, de leur abonnement au Journal. Une telle mesure aurait pu créer une grave menace pour l'équilibre budgétaire de notre journal. En fait, elle nous a permis de constater la fidélité de la très large majorité de nos membres.

La coopération entre Sociétés savantes

Depuis plusieurs années de nombreux chimistes et physiciens souhaitaient voir une meilleure coopération entre les sociétés scientifiques. En effet, l'accroissement du nombre des chercheurs, et la multiplication du nombre des rencontres, imposent une bonne coordination de ces diverses activités, et une bonne information mutuelle de tous les groupements concernés.

Sur le plan international, notre coopération avec les autres sociétés (Division Faraday de la Chemical Society, Deutsche Bunsengesellschaft, Associazione Italiana di Chimica Fisica) s'est considérablement développée depuis quelques années. Elle est aujourd'hui régulière et suivie, et nous entretenons des contacts et des échanges d'informations constants, au niveau de nos bureaux et de nos conseils. D'autre part, notre appartenan-

ce à la Fédération Européenne des Sociétés de Chimie a permis notre association à diverses activités organisées à l'échelle européenne.

Au niveau des sociétés françaises, un rapprochement a été opéré entre la Société Chimique de France et nous. Il s'est traduit par une meilleure répartition des spécialités entre le Bulletin de la Société Chimique et le J.C.P., ainsi que par une coopération étroite de nos divisions « Enseignement ». Nous comptons bien poursuivre et étendre cette coopération. Par ailleurs, la récente constitution de la Fédération Française de Chimie réalise le regroupement de toutes les sociétés dont la chimie est la préoccupation majeure. Outre une coordination des activités de nos différents groupes, cette Fédération doit aussi pouvoir être, auprès des pouvoirs publics,

l'interlocuteur qui représentera valablement l'ensemble de notre communauté.

Nous envisageons aussi de rechercher une collaboration au niveau des publications avec la Société Française de Physique.

Ces coopérations, certaines développées, d'autres amorcées ou envisagées, sont souhaitables et importantes. Elles doivent conduire à une bonne coordination des actions de nos divers groupes, et à un certain nombre d'opérations communes. Elles ont toujours été conduites avec un minimum de formalisme et de protocole, et nous entendons les poursuivre dans le même esprit : nous pouvons ainsi espérer développer les liens entre scientifiques, tout en préservant la personnalité de notre société, et sans alourdir inutilement son fonctionnement.

67 Réunions

Division Chimie organique :
Séminaire du jeudi 15 février 1979, à Paris
Journée parisienne du jeudi 8 mars 1979

Division Chimie de coordination : Atelier « Spectrométrie vibrationnelle » ; Journées des 1^{er} et 2 mars 1979, à Paris.

67 Communiqués

Prix de la S.C.F. 1979

Division Chimie analytique :
Journées d'étude sur les sels fondus
Journées d'électrochimie 1979

Division Chimie organique :

Journées de chimie organique 1979

Division Chimie de coordination : Assemblée générale 1979 de la S.C.F.

Séminaires « Horizon 80 »

69 Sections régionales :

Section de Caen-Le Mans
Section de Mulhouse
Section de Rouen

70 Plis cachetés

70 Nécrologie :

Le Président Jacques Duclaux

Règles de nomenclature pour la chimie organique

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

Section E : Stéréochimie.

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

Membres de la S.C.F. 50 F

Non membres de la S.C.F. 90 F

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

Un livre édité par la Société Chimique de France

Réunions

Division Chimie organique

Séminaire du jeudi 15 février 1979

Le séminaire du mois de février 1979, organisé par la Division Chimie organique, aura lieu le jeudi 15 février, à 14 h 30, à l'E.N.S.C.P. (Amphithéâtre A), 11, rue Pierre-et-Marie-Curie, Paris (5^e).

Les deux conférences suivantes seront présentées :

Structure et réactivité d'ylures du phosphore et de réactifs apparentés. Données récentes sur la réaction de Wittig, par Mme J. Seyden-Penne, Directeur de Recherches, à Thiais.

Structure et réactivité ambidente d'énoles β -dicarbonylés, par M. G. Bram, Maître-Assistant à l'Université d'Orsay.

Journée parisienne du jeudi 8 mars 1979

La journée parisienne de la Division se tiendra dans l'Amphithéâtre A de l'École Nationale Supérieure de Chimie, 11, rue Pierre-et-Marie-Curie, Paris (5^e).

Division Chimie de coordination

Atelier « Spectrométrie vibrationnelle »

Le programme de la prochaine réunion de cet Atelier, qui aura lieu à l'École Nationale Supérieure de Chimie, 11, rue P.-et-M.-Curie, Paris (5^e), les 1^{er} et 2 mars 1979, est le suivant :

Judi 1^{er} mars

14 heures, Présentation des participants.

14 h 30, Pr R. J. H. Clark (University College, Londres) :

A general introduction to the vibrational and electronic resonance Raman effects in inorganic chemistry.

16 heures, Pause.

16 h 30, J. Derouault (Bordeaux) :

Interaction BF_3 -méthanol : analyse vibrationnelle et comparaison avec les résultats de conductimétrie.

17 heures, C. Kappenstein (Reims) :

Les cyanures complexes de cuivre (I) : données vibrationnelles et structurales.

17 h 30, M. Dalibart (Bordeaux) :

Étude par IR, Raman et RX des composés $AlX_3 \cdot 2 CH_3CN$ ($X = Cl$ ou Br).

Vendredi 2 mars

9 heures, R. J. H. Clark :

The electronic and resonance Raman spectra of one-dimensional mixed-valence compounds.

Sur le thème Synthèse organique, seront présentées les quatre conférences suivantes :

9 h 30, J. d'Angelo (Université P.-et-M.-Curie, Paris) :

Développements récents dans la chimie des ynamines : nouvelles cycloadditions de type (2 + 2).

11 heures, H. Prinzbach (Université de Fribourg, Allemagne) :

From orbital symmetries to antibiotics.

14 h 30, J. M. Surzur (Université d'Aix-Marseille) :

Additions radicalaires intramoléculaires en synthèse organique.

16 heures, G. Stork (Columbia University, New York) :

Total synthesis of cytochalasin B.

Rappel : Les Journées de chimie organique auront lieu les 11, 12, 13 septembre.

10 h 30, Discussion.

11 heures, Pause.

11 h 30, J. Rozière (Montpellier) :

Étude vibrationnelle de la liaison métal-hydrogène-métal dans les complexes du type HM_2CO et $HM_2CO)_9NO$ ($M = W, Cr, Mo$).

12 heures, R. Pince (Toulouse) :

Interprétation du spectre IR de complexes dinucléaires de l'iridium à l'état solide.

14 heures, P. V. Huong (Bordeaux) :

Structures et spectres Raman de résonance des métallocorrines et métalloporphines.

14 h 30, T. Méjean (Bordeaux) :

Étude par Raman de résonance de l'ion $FeBr_4^-$ dissous dans quelques solvants.

15 heures, L. Tosi (Paris) :

Spectre Raman résonnant du chromophore CuS dans différents complexes.

15 h 30, Pause.

16 heures, Discussion.

Pour tout renseignement complémentaire s'adresser à M. C. Sourisseau L.A.S.I.R., 2, rue Henri-Dunant, 94320 Thiais. Tél. : 687.33.55, poste 221 ou Mme J. Zarembowitch, E.N.S.C.P., 11, rue P.-et-M.-Curie, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : 336.25.25, poste 38.25.

Communiqués

Prix de la S.C.F. 1979

Conformément au règlement en vigueur (voir *L'actualité chimique*, 1977, 1, janvier, p. 64) les prix suivants seront décernés par la S.C.F. en 1979 :

- Prix Le Bel (5 000 F)
- Prix Süe (5 000 F)
- Cinq Prix de Division (2 000 F).

Les dossiers devront parvenir avant la mi-mars aux Présidents des Divisions :

Chimie analytique et chimie des solutions

M. J.-C. Merlin, Chimie analytique I, 43, boulevard du 11-Novembre-1918, 69100 Villeurbanne.

Chimie de coordination :

M. R. Poilblanc, Laboratoire de chimie de coordination du C.N.R.S., B.P. 42.42, 31030 Toulouse Cedex.

Chimie du solide et métallurgie

M. Deschanvres, Université de Caen, 14032 Caen Cedex.

Chimie organique

M. P. Potier, Institut de Chimie des Substances Naturelles, 91190 Gif-sur-Yvette.

Enseignement de la chimie

M. R. Viovy, École Normale Supérieure, 92211 Saint-Cloud.

Division Chimie analytique et chimie des solutions

Journées d'étude sur les sels fondus, 1979

Les prochaines Journées d'Étude sur les Sels Fondus (J.E.S.F.), qui se tiennent chaque année alternativement en France et en Belgique, se tiendront en 1979, les 6, 7 et 8 juin à l'Université de Liège, au campus du Sart Tilman.

Les personnes intéressées qui n'avaient pas reçu le formulaire d'inscription peuvent s'adresser au Pr G. Duyckaerts, Journées des Sels Fondus, Université de Liège, Institut de Chimie, Bât. B 6, B-4000 Sart Tilman par Liège 1.

Les aspects fondamentaux et les applications diverses des sels fondus seront comme de coutume envisagés. Une large participation d'industriels intéressés par ce domaine est donc très vivement souhaitée aux côtés des chercheurs universitaires.

Division Chimie organique

Journées de chimie organique 1979

11-13 septembre 1979

La liste des conférenciers est actuellement la suivante :
Pr D. H. R. Barton (I.C.S.N.).

Division Chimie de coordination

Assemblée générale 1979 de la Société Chimique de France

Conformément à l'annonce parue dans le numéro de décembre, l'Assemblée annuelle qui se déroulera à Nice les 1, 2 et 3 octobre 1979 sera organisée par la Division Chimie analytique et chimie des solutions, par la Division Enseignement de la chimie et par la Division Chimie de coordination.

Le Bureau de notre Division s'est donc proposé de privilégier le thème « *Catalyse homogène par complexes de coordination* ». Par ailleurs, un premier appel de communications a été adressé aux membres inscrits à la Division et a permis d'en rassembler un nombre important sur les thèmes « *Synthèse et réactivité* », « *Chimie bio-inorganique* », « *Composés à liaison métal-métal et agrégats moléculaires* » qui pourront faire par conséquent, comme le premier, l'objet de micro-symposiums. Le dernier de ces micro-symposiums, consacré essentiellement aux composés à liaisons métal-métal, devra en fait être considéré comme le troisième « atelier » relatif à ces questions.

Séminaire « Horizon 80 »

Comme en 1977, la Société Chimique de France a organisé, les 7 et 8 décembre 1978, avec la collaboration du Penta Hôtel de Courbevoie, un séminaire réservé aux étudiants des années terminales des Écoles Supérieures de Chimie ou de maîtrise des U.E.R. de Sciences. Accueillis par le Président Fernand Gallais, environ 120 étudiants ont participé activement, durant les deux matinées, aux discussions sur les deux thèmes qui avaient été retenus :

- *Des chimistes dans toutes les industries ?*
- *Le chimiste dans la vie moderne.*

Les séances de travail étaient animées par les personnalités suivantes :

- M. Michel Ansart, Président de l'Union Nationale des Associa-

Journées d'électrochimie 1979

Les Journées d'électrochimie 1979 se dérouleront les 6, 7, 8 juin 1979, à Strasbourg, sous l'égide de la Division Chimie analytique de la Société Chimique de France, de la Section Française de la Société Internationale d'Électrochimie, et de la Société des Électriciens, des Électroniciens et des Radioélectriciens.

Pour toute information, s'adresser au : Pr Maurice Gross, Laboratoire d'électrochimie, Institut Le Bel, Université Strasbourg I, B.P. 296, 67008 Strasbourg Cedex.

- Pr R. H. Schlessinger (Université de Rochester).
- Pr E. Winterfeldt (Université d'Hanovre).
- Pr W. N. Speckamp (Université d'Amsterdam).
- Pr P. D. Magnus (Université de Columbus).
- Pr B. Castro (Université de Nancy I).
- Pr M. Lazdunski (Université de Nice).
- Pr J. Schwartz (Université de Princeton).

Un petit nombre de communications peut encore être pris en considération. Les personnes désireuses d'en présenter sont priées d'envoyer leurs propositions comportant un résumé d'environ 1/2 page, avant le 28 avril 1979, aux secrétaires de la Division M. E. Samuel, Laboratoire de chimie organique industrielle, E.N.S.C.P., 11, rue Pierre-et-Marie-Curie, 75231 Paris Cedex 05 et M. G. Balavoine, Laboratoire de synthèse asymétrique, Université Paris XI, 91405 Orsay

et, en ce qui concerne l'« Atelier métal-métal », à MM. R. Mathieu et D. Labroue, Laboratoire de chimie de coordination CNRS, BP 4142, 31030 Toulouse Cedex.

D'autre part, selon le vœu exprimé par le Conseil de la Société Chimique de France, il serait, dans toute la mesure du possible, souhaitable que ces communications soient présentées par de jeunes chimistes dont le nom sera, suivant l'usage, souligné dans les résumés.

tions d'Anciens élèves des E.N.S., Directeur technique et scientifique des Établissements P. Doitteau.

- M. Michel Bignon, Directeur du Groupe Hurtey, Conseiller scientifique du Président du Groupe Hurtey.
- M. Marcel Bohy, Directeur du plan à CdF Chimie.
- M. Claude Fréjacques, Directeur de la Division Chimie au Commissariat à l'Énergie Atomique, Vice-Président de la Société Chimique de France.
- M. Robert Lichtenberger, Directeur de la recherche des Produits Ugine-Kuhlmann.
- M. Dominique Magnant, Délégué aux affaires scientifiques et universitaires de l'Union des Industries Chimiques.

● M. Georges Maire, Directeur scientifique Rhône-Progil puis Directeur des relations scientifiques de Rhône-Poulenc.

Les deux après-midi étaient réservés pour les visites des laboratoires et usines suivantes :

1. Laboratoire Kodak, à Vincennes.
2. Centre d'informatique de S.A. Heurtey : Informatique et génie chimique.

3. Station d'épuration des eaux de la Ville de Paris, à Achères.
4. C.E.A., Fontenay-aux-Roses.
5. C.E.A., Saclay.

La Société Chimique de France espère continuer dans cette voie en 1979 ; elle se propose de faire coïncider le Séminaire avec l'exposition Mesucora (10-13 décembre 1979).

Sections régionales

Section de Caen-Le Mans

Séance du mardi 14 mars 1978

Au cours de cette réunion les conférences suivantes ont été présentées :

M. N. Sheppard (Université d'East Anglia) : *Vibrational spectroscopy of CO on metal surfaces*
et M. V. Mathieu (Institut de Recherche sur la catalyse, Villeurbanne) : *Les effets électroniques et géométriques dans les catalyseurs bimétalliques.*

Séance du lundi 24 avril 1978

Au cours de cette réunion M. R. K. Harris (Université d'East Anglia) a prononcé la conférence suivante : *Chemical applications of ^{29}Si NMR.*

Séance du jeudi 27 avril 1978

Au cours de cette réunion les communications suivantes ont été présentées :

MM. R. Chaussin, P. Leriverend et D. Paquer : *Action de l'ozone sur des vinylsulfures, mise en évidence de réactions conservant l'enchaînement carboné.*

MM. D. Lagain, P. Beslin et J. Vialle : *Synthèse d'énethiones conjuguées acycliques par réaction de rétro-Diels-Alder en thermolyse éclair.*

Section de Mulhouse

Séance du mercredi 22 mars 1978

Présidence : M. R. Wey.

Au cours de cette réunion les communications suivantes ont été présentées :

Synthèses hydrothermales de silicates de cuivre,
par MM. J. L. Guth, A. Kalt et Mlle B. Perati (École Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse, Laboratoire de chimie minérale générale).

Étude de l'effet de charge sur échantillons isolants en spectroscopie de photoélectrons,

par MM. A. Jaegle, G. Nansé, J. C. Peruchetti et A. Kalt (Institut des Sciences Exactes et Appliquées, Mulhouse, Laboratoire de spectroscopie électronique).

Sur le polymorphisme de K_2O et de Rb_2O . Étude par radiocristallographie à température variable,

par MM. F. Chastagner, M. Soulard, H. Kessler et A. Hatterer (E.N.S.C.M., Laboratoire de chimie minérale appliquée, E.R.A.-C.N.R.S. 681).

Sur les domaines d'existence des chloramines et des bromamines en solution aqueuse,

par MM. M. Soulard, F. Bloc et A. Hatterer (E.N.S.C.M., Laboratoire de chimie minérale appliquée, E.R.A.-C.N.R.S. 681).

MM. C. Alexandre et F. Rouessac : *Condensation aldolique avec une cétone après addition conjuguée d'un organométallique sur une énone.*
MM. D. Paquer et M. Vazeux : *Préparation de la cyclobutane thione et étude de ses spectres.*

MM. F. Osterstock, G. Vadam et J. L. Chermant : *Ténacité des matériaux fragiles : $\text{K}_{1\text{C}}$ et diagrammes $\text{K}_{1\text{V}}$.*

MM. O. Saur, J. Travert, J. Lamotte et J. C. Lavalley : *Étude infrarouge de l'adsorption de quelques composés sulfurés sur alumine.*

MM. P. Beslin et J. Vialle : *Étude de l'ouverture en milieu acide de bis-alkylthio-2,2 cyclopropanols.*

M. P. A. Albrecht (Université Louis-Pasteur, Strasbourg) a prononcé une conférence intitulée : *La matière organique sédimentaire : origine et évolution.*

Séance du vendredi 26 mai 1978

Au cours de cette réunion M. S. Oae (Université de Tsukuba) a prononcé une conférence intitulée : *The chemistry of elemental sulfur.*

Séance du vendredi 2 juin 1978

Au cours de cette réunion M. J. Gurland (Université Brown Providence) a présenté la conférence suivante : *Déformation et fractures d'aciers sphéroïdés.*

Séance du mercredi 31 mai 1978

Présidence : M. H. Kessler, Secrétaire.

Au cours de cette réunion, les communications suivantes ont été présentées :

Influence des cations échangeables d'une zéolite du type faujasite sur l'adsorption de mélanges de xylènes,

par MM. F. Stoessel, J. L. Guth et R. Wey (École Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse, Laboratoire de chimie minérale générale).

Sur les vermiculites alkylammonium à chaîne linéaire C_6 et C_8 ,

par MM. L. Gruner, R. Le Dred et R. Wey (E.N.S.C.M., Laboratoire de chimie minérale générale).

Photochimie de dérivés de benzoïne en milieu polymérique,
par MM. J. A. Bousquet, J. P. Fouassier et J. Faure (E.N.S.C.M., Laboratoire de photochimie générale, E.R.A.-C.N.R.S. 386).

Étude par R.P.E. de la réactivité d'une famille d'amorceurs photochimiques,

par MM. A. Merlin, J. P. Fouassier et J. Faure (E.N.S.C.M., Laboratoire de photochimie générale, E.R.A.-C.N.R.S. 386).

Étude de l'influence des conditions de mercerisage sur les propriétés des fibres cellulosiques,
par MM. L. Almeida et R. Freytag (Centre de Recherches Textiles, Mulhouse).

Contribution à l'étude du mécanisme de teinture du polyamide 6-6 en milieu de solvants organiques à l'aide de colorants anioniques,
par MM. J. M. Kieffer et R. Freytag (Centre de Recherches Textiles, Mulhouse).

Section de Rouen

Séance du mardi 7 mars 1978

Présidence : M. Duhamel, *Président*.

Au cours de cette réunion, Sir Derek Barton a prononcé la conférence suivante :
P.S.A., un oxydant pas ordinaire.

Séance du vendredi 31 mars 1978

Présidence : M. Duhamel, *Président*.

Au cours de cette réunion, Mme J. Seyden-Penne, Directeur de Recherches au CNRS, a prononcé la conférence suivante :
Réactivité de carbanions en α du chlore et du phosphore.

Séance du vendredi 2 juin 1978

Présidence : M. Duhamel, *Président*.

Au cours de cette réunion, les conférences suivantes ont été présentées :

Synthèse de la cytochalasine, par M. G. Stork (Columbia University, New York).

Nouveaux réactifs électro et radicophiles, par M. H. G. Viehe (Université de Louvain, Belgique).

Séance du vendredi 30 juin 1978

Présidence : M. Duhamel, *Président*.

Au cours de cette réunion, le Professeur J. M. Lehn (Université de Strasbourg) a prononcé la conférence suivante :
Les cryptates : la chimie des complexes d'inclusion.

Séance du vendredi 27 novembre 1978.

Présidence : M. Duhamel, *Président*.

Au cours de cette réunion, les conférences suivantes ont été présentées :

Énolates β -dicarbonylés : structure et réactivité en présence de polyéthers couronnes et cryptates, par M. G. Bram (Université d'Orsay).

Aspects récents du comportement thermique d'hétérocycles vinyliques et acétyléniques,

par M. J. Chuche (Université de Reims).

Céto-sucres. Chimie et biochimie,

par M. C. L. Stevens (Wayne State University, Detroit, Michigan, USA).

Plis cachetés

La S.C.F. a enregistré :

• Un pli cacheté de M. Ch. Eyraud, le 23 octobre 1978, sous le n° 1911.

• Un pli cacheté de MM. L. Viniot, J.-C. André, M. Niclaux, le 18 décembre 1978, sous le n° 1912.

Nécrologie

Le Président Jacques Duclaux (1877-1978)

Le 13 Juillet 1978, Jacques Duclaux, Membre de l'Institut, s'éteignait au début de sa 102^e année. Il restait probablement l'un des seuls qui pouvaient encore, en faisant appel à de lointains souvenirs, se remémorer une rencontre avec Louis Pasteur. Peut-être fut-elle à l'origine de la vocation qui le conduisit ensuite à créer la Physico-chimie biologique. Elle permet surtout de situer aisément, dans le temps, une vie exemplaire et attachante qui mérite d'être relatée.

Jacques Duclaux est né à Lyon, le 14 mai 1877, dans une famille d'enseignants. Il est le second fils d'Émile Duclaux, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon. Sa mère, née Mathilde Briot, est la fille du Professeur C. Briot. Elle meurt deux ans plus tard et les Duclaux quittent Lyon pour Paris où Émile Duclaux vient d'être nommé Professeur de physique à l'Institut National Agronomique. Il y poursuivra une rapide et brillante carrière qui le conduira à occuper la Chaire de chimie biologique nouvellement créée à la Sorbonne (1885), puis à succéder à Louis Pasteur (1895) à la direction de l'Institut que celui-ci a fondé. Entre temps, il sera consacré par l'Académie des Sciences qui l'accueillera parmi ses membres en 1888.

Pendant toute cette période, Jacques Duclaux et son frère sont confiés aux soins de gouvernantes et sont élevés sous la direction de leur grand-mère maternelle. Après de sérieuses études secondaires au lycée Montaigne, puis au Lycée Louis-le-Grand, Jacques Duclaux, bachelier à 15 ans, commence à manifester un vif intérêt pour la chimie et prouve ses dispositions en remportant le premier prix, dans

cette discipline, au Concours général. Il est admis à l'École Normale Supérieure en 1895 et s'y distingue en étant reçu premier à l'agrégation de sciences physiques en 1898.

L'attribution d'une bourse de voyage lui donne alors l'occasion d'une expérience assez exceptionnelle pour l'époque à laquelle elle se situe. Pendant deux ans (1898-1900), J. Duclaux parcourt le Nouveau Monde. Il visite les régions andines, le Mexique, la Californie, réside à San Francisco, séjourne en Nouvelle Zélande.

A son retour rue d'Ulm (1900), une situation de préparateur lui permet de mener à bien une thèse de Doctorat ès sciences physiques qu'il soutient en 1904. Celle-ci lui ouvre les portes de l'Institut Pasteur au moment même où son père décède (1904). Jacques Duclaux restera 27 ans (1904-1931) dans le prestigieux établissement où il exercera successivement les fonctions de préparateur, puis de chef de laboratoire. Pour le chercheur confirmé qu'il est déjà, cette période est celle du plein épanouissement. Le 14 juin 1905, J. Duclaux épouse Berthe Appell, fille du mathématicien Paul Appell, Membre de l'Institut, recteur de l'Académie de Paris. Celle-ci lui donnera deux filles et un fils. Sur le plan scientifique, les années passées à l'Institut Pasteur seront entièrement consacrées à résoudre le problème qui restera, pendant toute sa vie, au centre de ses préoccupations : jeter un pont entre la physico-chimie de la matière inanimée et la biologie, en s'attachant à saisir les particularités que présente le comportement de ces systèmes complexes que sont les milieux colloïdaux.

Cette recherche ne sera interrompue que par les 5 années que J. Duclaux sacrifiera à son pays pendant la première guerre mondiale. Sergent de territoriale, il est décoré de la croix de guerre en 1915. Il assure ensuite le commandement d'une section de repérage par le son

dans un secteur vosgien et, après 3 ans de front, il termine les hostilités comme lieutenant au laboratoire de chimie de guerre de L. J. Simon.

En 1930, J. Duclaux s'est fait une renommée mondiale dans le domaine de la physico-chimie des colloïdes. L'originalité de ses travaux est unanimement reconnue et Paul Langevin en souligne la grande portée fondamentale dans un rapport de présentation qui aboutit à la nomination de J. Duclaux comme professeur au Collège de France. Il y dirigera pendant 17 ans (1931-1948), le Laboratoire de biologie générale. Simultanément, il assurera les fonctions de Directeur de Laboratoire à l'École pratique des Hautes Études.

L'Académie des Sciences a déjà honoré le chercheur en lui attribuant le prix Guzman en 1924 et le prix Wilde en 1927. En 1939, elle le consacre définitivement en l'accueillant parmi ses membres. Il y succède à Maurice d'Ocagne. L'année suivante (21 mars 1940), il épouse, en secondes noces, Madame A. Dobry, avec qui il collabore, au Collège de France, depuis 1930.

A sa fondation, en 1929, l'Institut de Biologie Physico-Chimie avait tenu à réserver, à Jacques Duclaux, un poste de Chef de laboratoire. En 1948, lorsque celui-ci quitte le Collège de France, c'est bien naturellement dans ce lieu consacré à la discipline qu'il a tant contribué à développer, qu'il se rendra pour poursuivre son inlassable activité. C'est dans le petit laboratoire qui a été laissé à sa disposition et qu'il occupe avec M^{me} Dobry-Duclaux que les chercheurs de la génération d'après-guerre auront l'occasion de le rencontrer pour commenter des Notes qu'ils lui soumettent en vue de leur présentation à l'Académie des Sciences. Entouré de la respectueuse sollicitude de tous, J. Duclaux continuera encore, pendant de nombreuses années, à apporter sa contribution à la connaissance scientifique en publiant régulièrement des mémoires éclairés par un esprit critique toujours en éveil.

L'œuvre scientifique de J. Duclaux a été principalement consacrée à la physico-chimie des systèmes colloïdaux. Dès sa thèse, il a abordé ce sujet qu'il a délibérément choisi seul. L'intérêt qu'il a porté peut vraisemblablement s'expliquer par l'excellente formation qu'il avait reçue dans le domaine des sciences exactes associée à l'environnement familial qui lui réservait le contact avec la biologie. Ainsi est probablement née cette ambition d'aborder les fascinants problèmes de la vie avec les moyens du physico-chimiste. Toutefois, l'homme était trop réaliste pour penser que le but était proche et que les spectaculaires progrès de la synthèse organique permettraient de l'atteindre rapidement. Ainsi qu'il l'écrit lui-même dans sa notice de titres et travaux, il avait pleinement conscience que « *la matière vivante est, au plus haut degré, une matière douée de structure et que, pour définir le microorganisme le plus petit et en prévoir les réactions les plus simples, il est nécessaire de connaître plus de grandeurs qu'il n'en faut pour définir le système solaire et en prévoir les mouvements cent ans à l'avance* ». Il s'agissait donc d'abord d'analyser en détail les phénomènes très spécifiques qui sont à l'origine de la remarquable organisation de la matière vivante et qui rassemblent entre elles, dans des arrangements bien définis, les multiples substances colloïdales qui la constituent. C'est à cette tâche de longue haleine qu'il décide de se consacrer. Dans ce domaine, il fera œuvre de pionnier puisque, au début du siècle, la chimie colloïdale n'est pas encore enseignée en France.

Les premiers travaux de J. Duclaux mirent rapidement en évidence les rôles importants joués, dans la stabilisation des systèmes colloïdaux, par la pression osmotique et par la conductibilité électrolytique. Sans employer le terme, qui ne fut créé que plus tard, il parvint à une conception précise de ce que nous appelons aujourd'hui les polyélectrolytes et il montra que la nature polyélectrolytique des colloïdes est principalement responsable de leur charge électrique, ce qui explique certaines des particularités de leur comportement.

Doué d'une remarquable adresse expérimentale, J. Duclaux fut l'un des premiers à maîtriser les techniques permettant de former des membranes permselectives artificielles dont il se servait en osmométrie et en ultrafiltration. C'est ainsi qu'il décrit, dès 1935, un procédé original pour préparer des membranes d'acétate de cellulose à partir

d'un collodion chargé en perchlorate de magnésium, selon une méthode qui est très proche de celle à laquelle on a aujourd'hui recours pour confectionner les pellicules utilisées en osmose inverse pour dessaler les eaux saumâtres. On lui doit aussi les techniques qui permettent de transformer en membrane de cellulose, un film d'ester cellulosique, et de disposer ainsi de barrières permselectives qui demeurent inaltérées dans tous les solvants organiques usuels. Dans le domaine de l'ultrafiltration, il entreprend les premières études systématiques sur l'hydrodynamique des écoulements dans des couches microporeuses calibrées obtenues en laissant sédimenter des suspensions de carborandum, ce qui l'amène à constater que la masse moléculaire n'est pas la seule caractéristique qui conditionne la diffusibilité d'un soluté à travers une telle paroi. La parfaite connaissance des lois du transfert transmembranaire lui permettra ultérieurement de se servir efficacement de l'osmose et de l'ultrafiltration pour mener à bien des études fondamentales sur les systèmes colloïdaux et les équilibres sol-gel. Il montrera que la pression osmotique et la conductibilité électrolytique des sols s'annulent toutes deux au moment de la coagulation et il établira un lien entre la pression osmotique d'une solution et le mouvement brownien des molécules de soluté qu'elle renferme et tel que celui-ci est mis en évidence par des expériences fondées sur l'observation de la diffusion thermique. Il décrira avec précision de curieuses observations faites après addition de divers sels minéraux. Elles le conduiront à s'interroger sur la signification physique de la classification lyotrope initialement proposée par Hoffmeister pour rendre compte de l'influence qu'exercent les électrolytes sur la solubilité, le gonflement, l'hydratation et le potentiel de surface des colloïdes.

C'est en 1930, au moment où Jacques Duclaux prend la direction du Laboratoire de biologie générale du Collège de France, que l'existence des macromolécules se trouve définitivement établie par les travaux conduits, à Fribourg-en-Brisgau, par le groupe animé par H. Staudinger. Bien qu'il lui apparaisse clairement que l'état colloïdal n'est pas réductible à l'état macromoléculaire, J. Duclaux prend pleinement conscience du brillant avenir qui s'ouvre devant la science des macromolécules et il incite vivement ses collaborateurs à participer activement à son développement. De cette époque datent les travaux qui, sous sa direction, sont consacrés au polystyrène et aux dérivés cellulosiques. Ils conduiront à mettre au point des techniques de fractionnement et de caractérisation par coacervation, qui seront utilisées ultérieurement dans des opérations de contrôle industriel. Ils feront aussi apparaître les anomalies que présente le comportement osmotique des solutions macromoléculaires et aboutiront à préciser la notion de densité d'énergie cohésive.

Il serait impensable de s'attacher à analyser, sur des bases physico-chimiques, les phénomènes fondamentaux qui régissent le comportement de la matière vivante en faisant abstraction des singularités du milieu aqueux dans lequel agissent la plupart de ses constituants. Il est donc naturel que J. Duclaux ait été préoccupé par tous les problèmes relatifs à la structure de l'eau liquide. Il consacra de nombreux mémoires à l'activité de l'eau dans les solutions aqueuses, à son état d'autoassociation, aux notions d'eau libre et d'eau liée ainsi qu'à la diffusion des solutés dans ce liquide dont le comportement très particulier l'a toujours vivement intéressé. C'est là un des sujets auxquels il resta profondément attaché dans ses dernières années d'activité ainsi qu'en témoigne la Note à l'Académie des Sciences qu'il consacra encore à cette question en 1972.

C'est manifestement en généralisant les considérations qu'il avait antérieurement retenues pour rendre compte de l'autoassociation de l'eau que J. Duclaux a été conduit, à partir de 1950, à se pencher sur la théorie des gaz réels. Dans ce domaine, sa contribution est une approche phénoménologique qui tend à interpréter le comportement de ces milieux en se fondant sur l'existence d'agrégats moléculaires dont la concentration obéit à la loi d'action de masse. Le développement de cette analyse aboutit, pour chaque gaz, à une fonction d'état qui dépend de deux paramètres caractéristiques. Toutes sont réductibles à une seule forme si l'on ramène les gaz considérés dans un état isocondensé, c'est-à-dire associé à une même distribution de taille des agrégats.

Bien qu'il ne se soit donc pas refusé aux analyses conceptuelles et qu'il ait lui-même apporté, à la physico-chimie, une importante contribu-

tion théorique, J. Duclaux a toujours conservé, dans ce domaine, un sens critique très aigu et a mis en garde, à maintes reprises, les jeunes chercheurs, contre la séduction qu'exercent des analyses mathématiques prématurées. Ainsi trouve-t-on, sous sa plume, cette phrase révélatrice : « *Un point sur lequel je me trouve en désaccord avec la majorité est l'usage (pour moi l'abus) de formes mathématiques dans des sujets insuffisamment mûrs* ».

Rien ne serait plus inexact que de considérer J. Duclaux comme un homme de science uniquement attaché aux grands objectifs qu'il s'est lui-même fixés et indifférent aux sollicitations venues de l'extérieur. En fait, le grand intérêt qu'il portait à l'expérience l'a conduit à résoudre, de façon remarquablement ingénieuse, de nombreux problèmes concrets et il s'est souvent préoccupé de mettre ces solutions à la disposition de l'industrie. Pour apprécier cet aspect inventif de l'esprit de J. Duclaux, il suffit de se remémorer quelques-unes des innovations qui lui sont dues et dont certaines ne sont pas sans rappeler quelques objectifs considérés aujourd'hui comme prioritaires.

- Caractérisation des nitrocelluloses et des esters cellulosiques par précipitation fractionnée.
- Mise au point du verre Triplex.
- Procédé de détection par le son.
- Production d'eau chaude par captation du rayonnement solaire.
- Utilisation de l'eau et des solutions aqueuses pour constituer des prismes dispersifs utilisables dans l'ultraviolet.
- Procédé de sensibilisation des émulsions photographiques à la lumière ultraviolette par enduction avec une fine couche d'huile fluorescente.

J. Duclaux laisse aujourd'hui derrière lui une œuvre considérable dont on peut suivre la progression dans les quelque trois cents mémoires qu'il a publiés dans des périodiques scientifiques français (*J. Chim. Phys.*, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, *J. Phys.*, *Rév. génér. Colloïdes*, *Compt. rend. Acad. Sci.*, *Rev. Opt.*, ...) ou étrangers (*Bull. Soc. Chim. Belg.*, *Compt. rend. Lab. Carlsberg*).

Toutefois, c'est surtout par la lecture de ses ouvrages que l'on peut apprécier la profonde personnalité de l'homme et du chercheur et saisir l'originalité de ses conceptions.

- La chimie de la matière vivante (Alcan, 1910).
- Les colloïdes (Gauthier-Villars, 1920).
- Viscosité et rigidité des liquides (Gauthier-Villars, 1930).
- L'homme devant l'univers (Flammarion, 1949).
- Macromolécules et matières plastiques (Presses Universitaires, 1950).
- Chimie populaire à l'usage des curieux (Gauthier-Villars, 1952).
- Colloïdes et gels (Gauthier-Villars, 1953).
- La science de l'incertitude (Flammarion, 1959).
- Du chaos à l'homme (Albin Michel, 1969).
- Cellulose et dérivés (avec G. Champetier), dans le traité de chimie organique de V. Grignard.

Je mentionnerai à part son œuvre la plus importante que constitue le « *Traité de chimie-physique appliquée à la biologie* » qui fut d'abord édité sous forme de fascicules séparés dans la collection « *Actualités Scientifiques et Industrielles* » (Hermann Ed.). Il s'agissait d'une entreprise ambitieuse qui aurait dû être finalement rassemblée en une dizaine de volumes dont les deux premiers tomes ont seulement pu être réalisés :

Tome 1 :

Étude de l'eau et des solutions. Azéotropisme. Démixtion.

Viscosité.

Rigidité, thixotropie, coacervation.

Capillarité.

Suspensions et émulsions.

Tome 2 :

Diffusion dans les liquides.

Diffusion dans les solides et les gels.

Pression osmotique. Expérience et théorie.

Mouvement brownien. Expérience et théorie.

Loin d'être présentées sous forme d'une compilation extensive, les questions traitées sont exposées de façon critique et l'auteur est présent à chaque page de l'ouvrage par ses commentaires, ses réflexions et des références à sa longue expérience personnelle.

Pendant toute sa vie, J. Duclaux fut, en France, un ardent défenseur de la physicochimie dont il avait, le premier, saisi les implications dans le domaine biologique, par l'intermédiaire de la chimie colloïdale.

En 1908, il fut l'un des fondateurs de la Société de Chimie-Physique avec P. Langevin, J. Perrin, G. Urbain, L. Lapique, A. Mayer, M. de Broglie, V. Henry, P. Guye, E. Terroine et E. Bauer. Il fit partie du Conseil de cette Société de 1913 à 1919, en fut le Vice-Président en 1929 et le Président en 1930. En 1958, à l'occasion du cinquantenaire de la Société, J. Duclaux en fut nommé Président d'Honneur.

Les autres sociétés scientifiques françaises tinrent aussi à l'accueillir parmi elles. Il fut membre fondateur de la Société de Chimie Biologique et Président d'Honneur de la Société Chimique de France. En 1923, il participa au lancement de la *Revue générale des colloïdes* qui fut réunie, quelques années plus tard, au *Journal de chimie-physique*.

Bien qu'initialement rédigées en français, les publications de J. Duclaux ont retenu l'attention de l'étranger. Plusieurs de ses ouvrages ont été traduits en espagnol, en hollandais, en russe et en japonais. Membre permanent du Conseil de l'Institut International de Chimie Solvay de 1924 à 1930, il sera aussi honoré du grade de Docteur Honoris Causa par l'Université Libre de Bruxelles.

Aujourd'hui que J. Duclaux n'est plus, les chimistes et physicochimistes français sont profondément attristés par sa disparition. Ils perçoivent qu'un lien avec un passé qui leur est cher vient de se rompre. Chacun de nous conserve le souvenir du membre de l'Institut et de la personnalité que la nation distingua en le faisant officier de la Légion d'Honneur, mais nous gardons encore plus précieusement la mémoire de l'homme bienveillant et affable qui savait accueillir et conseiller. A l'Institut de biologie physico-chimique, les entretiens avec J. Duclaux se terminaient souvent par une démonstration dans le laboratoire. Nombreux sont ceux d'entre nous qui en sont revenus enrichis d'un tour de main pour confectionner une membrane ou étirer un fil de polyacrylonitrile. Tels sont les souvenirs très directs que nous évoquerons avec émotion quand nous parlerons de J. Duclaux.

Nous saluons aujourd'hui respectueusement sa mémoire et nous nous associons au deuil de sa compagne, Madame A. Dobry-Duclaux, en lui exprimant toute notre sympathie dans l'épreuve qu'elle traverse.

J. Néel

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

DEMANDE D'ADHÉSION

Reconnue d'utilité publique par décret du 27 novembre 1864

Je demande mon admission au titre de Membre de la Société Chimique de France.

Nom et prénom : M., Mme, Mlle * (en capitales) _____

Adresse : _____

Titres ou profession : _____

A _____ le _____ 197 _____

Signature du demandeur :

Je désire adhérer :

- * 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.

* Rayez la mention inutile.

Cette demande d'adhésion doit être envoyée au Secrétariat de la S.C.F., 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris, accompagnée du règlement correspondant aux options choisies.

M _____

Adresse _____

Désire s'inscrire à la Section régionale de :

- | | | | | | |
|------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Bordeaux-Pau | <input type="checkbox"/> | Marseille-Nice | <input type="checkbox"/> | Ouest (Rennes-Nantes-Angers-Brest) | <input type="checkbox"/> |
| Caen-Le Mans | <input type="checkbox"/> | Montpellier | <input type="checkbox"/> | Poitiers-Limoges-Tours | <input type="checkbox"/> |
| Clermont-Ferrand | <input type="checkbox"/> | Mulhouse | <input type="checkbox"/> | Reims | <input type="checkbox"/> |
| Dijon-Besançon | <input type="checkbox"/> | Nancy | <input type="checkbox"/> | Rouen | <input type="checkbox"/> |
| Grenoble | <input type="checkbox"/> | Nord | <input type="checkbox"/> | Strasbourg | <input type="checkbox"/> |
| Lyon | <input type="checkbox"/> | Orléans | <input type="checkbox"/> | Toulouse | <input type="checkbox"/> |

A – PERSONNES PHYSIQUES (*)

- | | | | |
|---|---------|--------------------------|--|
| – Cotisation simple | F 70 | <input type="checkbox"/> | (**) |
| – Cotisation et abonnement préférentiel à <i>L'actualité chimique</i> | F 220 | <input type="checkbox"/> | |
| – Cotisation complémentaire pour les couples | F 25 | <input type="checkbox"/> | |
| – Abonnement préférentiel au B.S.C.F. (réservé aux Membres de la Société) | | | |
| Série A (partie Chimie physique, minérale et analytique) | F 85 | <input type="checkbox"/> | } à ajouter
au montant
de la
cotisation |
| Série B (partie Chimie moléculaire) | F 85 | <input type="checkbox"/> | |
| Série C (ensemble des deux parties A et B) | F 170 | <input type="checkbox"/> | |
| – Abonnement préférentiel au J.C.R. (Réservé aux Membres de la Société) | | | |
| Partie S (abrégés) | F 150 | <input type="checkbox"/> | } à ajouter
au montant
de la
cotisation |
| Partie S (abrégés) et Partie Mf (microfiches) | F 400 | <input type="checkbox"/> | |
| Partie S (abrégés) et Partie Mp (mini-impression) | F 400 | <input type="checkbox"/> | |
| Carnet(s) de 10 coupons | F 150 x | <input type="checkbox"/> | |

B – PERSONNES MORALES (Sociétés, Laboratoires, Centres de documentation)

- | | | | |
|--|-----------------|-------|--------------------------|
| – Cotisation | | | |
| – Abonnement à <i>L'actualité chimique</i> | | | |
| – Abonnement au <i>Bulletin de la S.C.F.</i> (Série C) | | | |
| | <u>France</u> | F 600 | <input type="checkbox"/> |
| | <u>Étranger</u> | F 825 | <input type="checkbox"/> |
| – Abonnement au <i>Journal of Chemical Research</i> | | | |
| Partie S et Mf ou Partie S et Mp | | F 850 | <input type="checkbox"/> |
| – Carnet(s) de 10 coupons | F 150 x | F | <input type="checkbox"/> |
| Cette souscription au J.C.R. permet, en outre, de prendre un (des) abon-
nement(s) supplémentaire(s) aux diverses parties de cette revue dans les
conditions suivantes : | | | |
| – Partie S | F 150 x | = F | <input type="checkbox"/> |
| – Partie Mf | F 150 x | = F | <input type="checkbox"/> |
| – Partie Mp | F 150 x | = F | <input type="checkbox"/> |

SUPPLÉMENT POUR LES MEMBRES RÉSIDANT A L'ÉTRANGER

(frais d'envoi des périodiques) F 50

TOTAL A VERSER

F

VERSEMENT

- par chèque bancaire joint à l'ordre de la Société Chimique de France
- par chèque ou virement postal, pour le compte 280-28 PARIS

(*) Mettre une croix au niveau de chaque option choisie.

(**) Pour les étudiants préparant une thèse de 3^e cycle ou de Docteur-ingénieur : cotisation et abonnement à *L'actualité chimique* gratuits.
Pour les étudiants préparant un doctorat d'État : cotisation demi-tarif (35 F) ou cotisation + abonnement préférentiel à *L'actualité chimique* à demi-tarif (110 F). Dans les deux cas, fournir annuellement une attestation de l'Université.

76 Colloque « La couleur et la chimie », 8-9 mars 1979, Lyon.

77 Colloque « Apport de l'informatique à l'analyse industrielle pour le contrôle et la conduite des procédés », 19-20 septembre 1979, Lyon-Villeurbanne.

77 Fédération Européenne du Génie Chimique.
Rappel des manifestations.

78 Fédération Européenne de la Corrosion.
Assemblée générale de la FEC.
Médaille Cavallaro 1979.
Rappel de manifestation.

78 Sommaire de la revue *Analisis*.

● Recueils des sections et colloques,

XI^e Conférence internationale des Arts Chimiques,

6-9 décembre 1977, Paris.

Section 1 à 7 : Le génie chimique et le traitement des déchets. (1 : Études générales, économie et statistiques. 2 : Traitement des déchets minéraux et miniers. 3 : Boues et déchets urbains et industriels. 4 : Déchets organiques et végétaux. 5 : Déchets d'hydrocarbures et de solvants. 6 : Traitement et récupération des déchets de plastiques. 7 : Traitement de résidus toxiques).

Prix de chaque recueil : 80 F. 7 recueils (les recueils 5 et 6 sont épuisés) .

● Recueils des communications (en anglais) des 6 sections. A. Recherche fondamentale et appliquée, B. Séparation et mélanges, C. Réacteurs et ateliers, D. Contrôle et automatisation, E. Exploitation des données techniques et aspects humains, F. Problèmes numériques et optimisation,

Congrès international sur la « Contribution des calculateurs électroniques au développement du génie chimique et de la chimie industrielle »

7 - 10 mars 1978, Paris.

Prix du recueil : 100 F.

● Recueil des conférences,

Colloque sur l'analyse des gaz en continu et progrès des capteurs,

19-21 avril 1978, St-Etienne.

Prix du recueil : 100 F. En voie d'épuisement.

● Recueils des conférences (vol. 1 : sections 1, 2 et 3; vol. 2 : sections 4 et 5),

5^e Conférence européenne des plastiques et des caoutchoucs,

12 - 15 juin 1978, Paris.

Prix de chaque recueil : 150 F.

● Monographies de la Société de Chimie Industrielle,

Le noir d'acétylène. Fabrication. Propriétés. Applications, par Yvan Schwob,

Prix de la monographie : 150 F.

S'adresser à la Société de Chimie Industrielle,
28, rue Saint-Dominique,
75007 Paris.

Tél. 555.69.46

Colloque « La couleur et la chimie »

8-9 mars 1979, Lyon

Dans le cadre des conférences du cycle « La couleur et la vie », et de l'exposition, de la Fondation Scientifique de Lyon et du Sud-Est, la Section Centre-Est de la Société de Chimie Industrielle organise les 8 et 9 mars 1979, à Lyon, un colloque sur « La couleur et la chimie ».

Ce colloque se tiendra à l'amphithéâtre de l'École Supérieure des Industries du Cuir et des Peintures, 181-203, avenue Jean-Jaurès, 69007 Lyon.

Programme provisoire

Jeudi 8 mars 1979

Matinée : *La teinture des textiles*, sous la présidence de M. P. Rochas, Directeur de l'Institut Textile de France.

9 h 30 : Allocution de bienvenue par M. C. Long, Président de la Section Centre-Est de la Société de Chimie Industrielle.

9 h 45 : Ouverture du Colloque par le Professeur L. Denivelle, Président de la Société de Chimie Industrielle.

10 heures : *Les économies d'énergie et d'eau dans la teinture des textiles. Recherches de nouvelles techniques non polluantes*, par M. Simonet, Ingénieur Conseil de la Société de Promotion d'Études et de l'Ennoblement des Industries Textiles.

10 h 45 : Discussion.

11 heures : *L'impression textile par transfert à l'aube des années 1980*, par M. Deplace et Ch. Serex (Établissements Alltransfer « Sublistatic » SA).

11 h 45 : Discussion.

12 heures : Présentation audio-visuelle réalisée par la Société des Produits Chimiques Ugine-Kuhlmann.

« *Lumières et couleurs* », film réalisé par la Société St-Gobain Industries.

13 heures : Repas pris en commun

Après-midi : *Les matières colorantes*, sous la présidence de M. A. Halna du Fretay, Président-Directeur-général des Produits Chimiques Ugine-Kuhlmann.

14 h 30 : *Comment la chimie a résolu certains problèmes récents de coloration*,

par X. Lejeune, Chef du laboratoire de Rueil-Malmaison des Établissements Ciba-Geigy.

15 h 15 : Discussion.

15 h 30 : *L'industrie des matières colorantes et ses marchés dans le monde*,

par A. Vidart, sous-Directeur de la Division Colorants, Produits Chimiques Ugine-Kuhlmann.

16 h 15 : *Évolution prévisible des matières colorantes*, par A. Arzac, Ingénieur en chef, Recherche et Développement, Produits Chimiques Ugine-Kuhlmann, Saint-Clair-du-Rhône.

17 heures : *La reproduction des couleurs par les nouvelles techniques de photographie instantanée*,

par P. Clément, Directeur des recherches, Kodak-Pathé.

Vendredi 9 mars 1979

Matinée : *Peintures et pigments*, sous la présidence de M. Guillemot, Président de la Chambre Syndicale Lyonnaise des Fabricants de Peintures et Vernis.

9 heures : *Aspects économiques présents et futurs de l'industrie des peintures*,

par M. Lehmann-Lefranc, Délégué général de la Fédération des Peintures et Vernis.

10 heures : *Actualité et avenir de l'industrie des encres*,

par Mme Mouillade, Établissements Brancher, Vélizy.

11 heures : *Évolution des revêtements de surface dans l'industrie des peintures*,

par P. Bechet, Directeur des études à l'École Supérieure des Industries du Cuir et des Peintures.

12 heures : *Pigments luminescents. Applications aux tubes de télévision*,

par M. Ph. Poirier, Rhône-Poulenc Industries, Directeur du développement des terres rares.

13 heures : Repas

Après-midi (Salle de conférences* de la Chambre de Commerce): Séance plénière organisée avec le concours de la Fondation Scientifique de Lyon et du Sud-Est sous la présidence de J. Fontanet, ancien ministre, Président de la Fondation.

14 h 30 : *La couleur, un monde*,

par le Pr J. Meybeck, ancien Directeur de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse.

15 h 30 : *A la découverte de la peinture par les méthodes psychophysiques*,

par Mme M. Hours, Conservateur en Chef des Musées nationaux, Chef du Laboratoire de Recherche des Musées de France.

16 h 30 : *Les verres colorés*,

par St. de Lajarte, ancien Directeur des laboratoires technologiques de la Compagnie de Saint-Gobain.

17 h 30 : Conclusions par M. le Pr L. Denivelle, Président de la Société de Chimie Industrielle.

17 h 45 : Clôture du Colloque.

Renseignements

Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris, tél. : 555.69.46, ou Section Centre-Est de la Société de Chimie Industrielle, 20/C, boulevard Eugène-Deruelle, 69432 Lyon Cedex 3, tél. : 62.75.31.

Inscriptions

Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris.

Droits d'inscription : 150 F. Cette participation aux frais comporte : l'accès aux salles de conférences, les résumés, les déjeuners, le transport de l'École Supérieure des Industries du Cuir et des Peintures à la Chambre de Commerce. (Bulletin d'inscription en fin de revue.)

* Un car conduira les participants de l'École Supérieure des Industries du Cuir et des Peintures à la Chambre de Commerce.

Apport de l'informatique à l'analyse industrielle pour le contrôle et la conduite des procédés

19-20 septembre 1979, Lyon-Villeurbanne

Dans le cadre de la Semaine scientifique du CAST (Centre d'Actualisation Scientifique et Technique) de l'Institut National des Sciences Appliquées, les Groupes « Chimie analytique » et « Informatique et automatisation en génie chimique » de la Société de Chimie Industrielle organisent, les 19 et 20 septembre 1979, à Lyon-Villeurbanne, un colloque consacré à l'apport de l'informatique à l'analyse industrielle pour le contrôle et la conduite des procédés.

Les thèmes retenus pour ce colloque sont les suivants :

I. Prise de l'informatique. Analyse automatique en laboratoire et en ligne.

1. Conception et modification des capteurs et analyseurs en fonction des possibilités offertes par l'informatique.
2. Automatisation d'un laboratoire de contrôle. Analyse. Mesure. Gestion.
3. Fiabilité. Autocontrôle des appareils d'analyse. Maintenance.

II. L'analyse et la conduite des procédés. Chaîne du contrôle automatique.

1. Liaison analyseurs/ordinateurs.
2. Microprocesseurs. Ordinateur central.
3. Expériences concrètes dans divers procédés industriels.

III. Formation du personnel.

Laboratoire. Analyse en ligne. Contrôle et régulation.
Exploitation des unités.

1. Enseignement théorique.
2. Stages pratiques.

Les personnes qui désirent présenter une communication doivent remplir un bulletin d'inscription (en y indiquant le titre et le résumé de l'exposé) et le faire parvenir au secrétariat de la Société de Chimie Industrielle avant le 31 mars 1979.

Le comité scientifique, composé du bureau du Groupe « Chimie analytique » (Président : M. D. Coutagne) et du bureau du Groupe « Informatique et automatisation en génie chimique » (Président : M. H. Brusset) fera connaître sa décision pour le 15 mai. Le texte définitif devant être envoyé avant le 30 juin 1979.

Renseignements

Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. : 555.69.46.

Exposition

Le CAST organisera, du 18 au 21 septembre 1979, à Lyon-Villeurbanne une exposition de matériel de laboratoire. Renseignements et inscriptions : CAST, 20, avenue Albert-Einstein, 69621 Villeurbanne.

Fédération Européenne du Génie Chimique

Rappel de manifestations

3^e Symposium international de la distillation

3-6 avril 1979, Londres (Angleterre)

(*L'actualité chimique*, décembre 1978, n° 10, p. 78).

Renseignements : S.A.E. Buxton, Senior Assistant Secretary, Institution of Chemical Engineers, George E. Davis Building, 165/171 Railway Terrace, Rugby, Warks CV21 3HQ, Angleterre.

12^e Symposium sur les applications des ordinateurs au génie chimique

8-11 avril 1979, Montreux (Suisse)

(*L'actualité chimique*, janvier 1979, n° 1, p. 95).

Renseignements : ACM (Association and Convention Management), P.O. Box 158, avenue Général-Guisan, 1800 Vevey, Suisse.

3^e Symposium international sur la prévention des pertes et l'amélioration de la sécurité dans les industries de transformation

15-19 septembre 1980, Bâle (Suisse).

(*L'actualité chimique*, janvier 1979, n° 1, p. 96).

Renseignements : P.O. Box 141, CH-4007, Bâle, Suisse.

Fédération Européenne de la Corrosion

Assemblée générale de la Fédération Européenne de la Corrosion
8 mai 1979, Paris

Médaille Cavallaro

Le Jury de la Médaille Cavallaro s'est réuni à Königstein (R.F.A.), le 12 décembre 1978. Il a décerné la Médaille Cavallaro pour 1979 au Professeur E. Mattsson, du Korrosionsinstitutet de Stockholm. La médaille sera remise au récipiendaire à l'occasion de l'Assemblée générale de la Fédération Européenne de la Corrosion, le 8 mai 1979, à Paris.

Rappel de manifestation

Symposium international de corrosion et de protection offshore

7-11 mai 1979, Paris

(*L'actualité chimique*, octobre 1978, n° 8, p. 100).

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

Sommaire de la revue *Analisis*

Vol. 6, n° 10, décembre 1978

Analyse isotopique de l'azote au niveau des abondances naturelles, par A. Mariotti, R. Letolle et la collaboration technique de J. Guillemot. Description d'une méthode d'analyse d'abondance isotopique de ^{15}N aux teneurs rencontrées dans les systèmes naturels, proches de celle de l'azote de l'air. On utilise la spectrométrie de masse à double collection et double introduction. On peut ainsi déceler des variations de l'ordre de $7 \cdot 10^{-5}$ atome %.

Application de l'atomisation électrothermique à la détermination de As, Sb, Se et Hg par spectrométrie d'absorption atomique, par P. Hocquellet.

Une séparation chimique préalable des éléments permet de reconsidérer l'opportunité d'utiliser l'atomisation électrothermique. Les auteurs étudient les conditions optimales d'atomisation. Application au dosage de As, Sb et Se dans les aliments (jusqu'à $0,01 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) et de Hg dans les eaux de mer (jusqu'à $0,03 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$).

Atomisation sous pression en spectrométrie d'absorption atomique sans flamme, par M. Hoenig, R. Vanderstappen, P. van Hoeyweghen. Vérification de l'effet de la pression ambiante sur l'absorption du cadmium, du plomb et du cuivre.

Identification des N-nitrosamines par spectrométrie de masse. Étude des spectres de leurs dérivés d'oxydation, par M. Castegnaro, E. A. Walker.

Ce travail présente les spectres de masse des dérivés d'oxydation des N-nitrosamines les plus couramment recherchées ainsi que quelques considérations sur le processus de fragmentation de ces composés.

Titration des acides dialkyldithiophosphoriques, par J.-L. Sabot, D. Bauer.

Le titrage s'effectue en présence d'un mélange de solvant. Le titrage par l'argent (I) est suivi par potentiométrie.

Étude du partage de la dichloro-5,7 hydroxy-8 quinoléine entre le chloroforme et les milieux aqueux (H^+ , Li^+ , Cl^- , ClO_4^-) de force ionique comprise entre 1 et 10, par J. Duplessis, F. Nasr, R. Guillaumont.

Mesure du coefficient de la chloroquine entre des solutions aqueuses de force ionique comprise entre 1 à 10 et le chloroforme. Utilisation de la spectrophotométrie d'absorption.

Contribution à l'étude du problème du dosage de l'oxygène dans l'aluminium, en utilisant l'activation par les tritons, par M. Valladon, A. Giovagnoli, J.-L. Debrun.

Utilisation de la réaction absolument sélective $^{16}\text{O}(\text{T},n)^{18}\text{F}$. Résultats obtenus pour l'aluminium industriel : 99,5 %. Meilleure limite de détection : 15 ppb/poids.

Stœchiométrie d'oxydes supérieurs, par H. N. Migeon, G. Demoisson, M. Zanne, J. M. Lecuire.

Le dosage chimique de l'oxygène formé par hydrolyse acide des dérivés des métaux de transition aux degrés d'oxydation supérieurs est mis à profit pour déterminer le degré d'oxydation du métal de transition.

Dosage simultané par spectrométrie d'émission de Ti, Fe, Al et Mn dans les ilménites naturelles ou traitées au four solaire, par K. Kovindaraju, M. B. Ouaida.

L'application d'une source à plasma micro-onde pour analyse des ilménites est décrite. La haute précision des résultats et la possibilité du dosage simultané de plusieurs éléments sont les avantages majeurs de la méthode spectrochimique proposée.

Demandes et offres diverses

Soc. chim. recherche n° 1/2 du B.S.C.F. (1977).

A vendre les revues suivantes : (les années entre parenthèses indiquent les années disponibles, incluses), J. Amer. Chem. Soc. (1965 à 1975), J. Org. Chem. (1965 à 1975), Chem. Abstr. Org. Chem. Sect. (1965 à 1975), J. Chem. Educ. (1963 à 1977), Acc. Chem. Res. (1969 à 1975), Chem. Astr. Phys. Chem. Sect. (1970 à 1975), Macromolécules (1973 à 1975), Annual Reports (1965 à 1977), Chem. Soc. Rev. (anc' Quart. Rev.) (1965 à 1977), Chem. Comm. (1965 à 1975), Ann. Rev. of Phys. Chem. (1967 à 1976), Chem. in Brit. (1965 à 1977).

Écrire à A. Coulombeau, 2, rue du Champ-du-Loup, La Roche Blanche, 63670, Le Cendre. Tél. : (73) 79.40.75.

A vendre :
Chemical abstracts

- Biochemistry sections (1 à 20).
- Organic chemistry sections (21 à 34) années 1975, 1976 et 1977.

Écrire à Mlle Hotellier, Faculté de Pharmacie, Laboratoire de matière médicale, 4, avenue de l'Observatoire, 75006 Paris. Tél. : 329-12-08 (poste 205).

Traducteur chimiste expérimenté : anglais, japonais, chinois. Tarif modéré. S'adresser à M. Howard R. Natley, 3, rue des Fossés-Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : 325.36.79.

J.F. 28 ans, maîtrise biochimie (Paris VI), DEA biologie (Paris Sud, Orsay) expérience laboratoire biochimie médicale. Recherche poste dans laboratoire recherche. Écrire à

F. Bouchardeau, 18, rue Rubens, 75013 Paris.

Recherche chimistes portant intérêt au génie chimique mettant à contribution les propriétés de l'hélium liquide 4_2 aux très basses températures. Écrire à M. G. Angerand, 76, rue Lecourbe, 75015 Paris.

J.H. dégagé O.M. IUT chimie (stage universitaire sur cyclopropane, un an sur les polyuréthanes). PCEM. Anglais. Cherche emploi, région parisienne, de préférence lab. universitaire en chimie organique. S'adresser à M. Dif, 14, Villa Saint-Antoine, 93100 Montreuil. Tél. : 858.26.61.

Chimiste, 35 a ; PhD, MS (Canada), D.E.A. chim. analyt (I.N.S.T.N. France), Licence Chim. (France), Exp. méth. phys. chim. et électrochim. d'analyse. Exp. traitem. eaux et déchets indust. Lib. oct. 78, Rech. poste resp : Labo. contrôle ou Labo. rech. et develop. ou techn.-commercial. Écrire Soc. Chim. n° 256.

Laboratoire de chimie organique de province propose à un Docteur de 3^e Cycle, dans cette spécialité, un travail de recherche sous contrat, susceptible de conduire au Doctorat d'État.

Écrire avec curriculum vitæ détaillé à Soc. Chim. n° 257.

A vendre :
Bulletin de la Société Chimique, 1953-1976, avec tables, non relié.

Écrire à Société Chimique n° 259.

Table des annonceurs

J.C.R.	Couv. II	BECKMAN	19
PROLABO	4	SICAP 79.	Couv. IV
Assemblée Générale 1979 de la S.C.F.	6		

Directeur de la publication : Fernand Gallais, Président de la S.C.F.
Imprimerie Durand, 28600 Luisant, France (1979). Tél. : (37) 21-14-87.
Commission Paritaire : 53953.
Dépôt légal 1976 : 2599.

Société de Chimie Industrielle

La couleur et la chimie

8-9 mars 1979

Lyon

Bulletin d'inscription

(à retourner à la Société de Chimie Industrielle,
28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris).

NOM :

Prénoms :

Fonctions :

Adresse :

.....

Numéro de téléphone :

Ci-joint un chèque de 150 F, libellé à l'ordre de la Société de Chimie Industrielle, pour la participation aux frais comportant :

- l'accès aux salles de conférences
- les résumés
- les déjeuners
- le transport de l'École Supérieure des Industries du Cuir à la Chambre de Commerce.

Date

Signature



Bulletin d'abonnement 1979

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

1 AN - 10 NUMÉROS

Je désire souscrire un abonnement
à L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

France et zone franc

250 F

Autres pays / other countries

320 F

Nom, prénom/Name, surname

Organisme/Organization

Adresse/Adress

Date

Signature

Je vous règle la somme de

F par :

Please find enclosed the sum of :

- Mandat
 C.C.P. (joindre les 3 volets)
 Chèque

- Ordre de virement / Transfer Order
 Mandat postal international / International Postal Order

Les abonnements sont payables à la souscription /Subscription should be paid when entered

Rappelez la référence



sur votre chèque, virement ou mandat

Please enter the reference

on your cheque or order

Bulletin d'abonnement 1979

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

1 AN - 10 NUMÉROS

Je désire souscrire un abonnement
à L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

France et zone franc

250 F

Autres pays / other countries

320 F

Nom, prénom/Name, surname

Organisme/Organization

Adresse/Adress

Date

Signature

Je vous règle la somme de

F par :

Please find enclosed the sum of :

- Mandat
 C.C.P. (joindre les 3 volets)
 Chèque

- Ordre de virement / Transfer Order
 Mandat postal international / International Postal Order

Les abonnements sont payables à la souscription /Subscription should be paid when entered

Rappelez la référence



sur votre chèque, virement ou mandat

Please enter the reference

on your cheque or order

à découper

