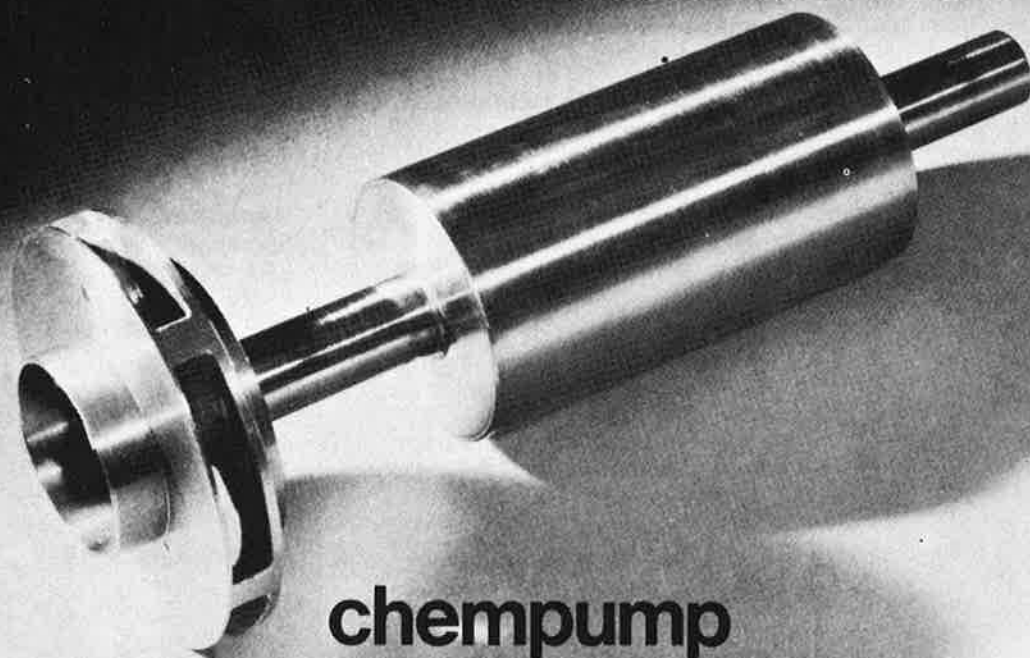


l'actualité chimique

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

halte aux nuisances !



chempump

**une gamme d'électro-pompes à rotor noyé,
parfaitement étanches, adaptées au transfert
des produits toxiques, malodorants, corrosifs.**

Ces pompes sont particulièrement bien adaptées
aux normes de sécurité actuelles :
antidéflagrantes (agrément US, France, Angleterre)
parfaitement étanches et silencieuses
de la cryogénie à 400 °C
du vide à 200 bars
aucune maintenance.



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

l'actualité chimique

Directeur de la publication

Alain Horeau
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.)
Entreprise Minière et Chimique
François Pierrot (S.C.I.)
Société Rhône-Poulenc
Jean Ville (S.C.I.)
Société Nationale Elf-Aquitaine
Roger Viovy (S.C.F.)
E.N.S. St-Cloud.

Rédacteurs en chef

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

Rédaction

Secrétaire : Mme de Stœcklin
250, rue Saint-Jacques
75005 Paris
Tél. : 033.20.78 et 325.20.78

Publicité

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

Abonnements 1978

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

Changement d'adresse

Joindre la somme de 10 F.

Prix du numéro 15 F

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

publiée

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

avec la participation
de la **SOCIÉTÉ DE CHIMIE PHYSIQUE**

solvants deutériés " 100%D "

pour résonance magnétique nucléaire

maintenant disponibles en stock avec un enrichissement isotopique supérieur à 99,93 %.

Réf.	Solvant	PRIX pour 10 fractions de 0,5 ml.
DMM 41	Acide ACÉTIQUE D₄ (enrichissement OD, minimum : 99,6 %) (enrichissement CD ₃ , minimum : 99,93 %)	140 FF.
DMM 38	ACÉTONE D₆	110 FF.
DMM 40	BENZÈNE D₆	130 FF.
DMM 34	DIMÉTHYLSULFOXYDE D₆	130 FF.
DMM 39	PYRIDINE D₅	190 FF.

Ces produits sont également livrables en fractions de 1 ml.

		Prix pour 5 fractions de 5 ml
DMM 29	CHLOROFORME D	80 FF.

Liste complète de solvants deutériés pour la R.M.N.
et catalogue 1976-77 de molécules marquées à :

C.E.A. — Service des Molécules Marquées
B. P. n° 2, 91190 Gif-sur-Yvette

Tél. : 941-80-00 - Postes 28-60 et 52-55

- 7 Faisons le point**
Age de la Terre et du système solaire
par G. Manhès
Les éléments traces indicateurs des climats anciens
par Jacques Faucherre
- 17 Méthodes et techniques**
Le laser de grande puissance au service de la recherche
par M.H. Key et C.L.S. Lewis
- 20 Industrie**
Le problème de corrosion des matériaux métalliques dans les réacteurs à sels fondus
par G. Chauvin, J. Dixmier et P. Jarny
- 26 Enseignement**
Chimie et Société
par Jacques Bénard
Introduction à la théorie du champ de ligands
par D. Vivien, J. Lelièvre, A.P. Chatrousse, N. Baffier et D. Deville
- 32 Pages d'histoire**
50 ans d'étude de la diffraction de l'électron
par C.L. Boltz
- 36 Bibliographie**
- 39 Appareils**
- 41 Communiqués**
- 46 Informations scientifiques et techniques**
- 56 La page du C.N.R.S.**
- 57 Société de Chimie Physique**
Réunion
- 58 Société Chimique de France**
Communiqués
Assemblées annuelles 1977 et 1978
Nécrologie : Georges Carpéni
Demandes et offres diverses
- 73 Société de Chimie Industrielle**
Assemblée générale de la S.C.I.
Centre de Perfectionnement Technique
Fédération Européenne du Génie Chimique
Sommaire de la revue *Analisis*
- 78 Table des annonceurs**
- 79 Bulletin d'abonnement**

Publication analysée par Chemical Abstracts Service.

Age de la terre et du système solaire *

par G. Manhes

(Laboratoire de géochimie et de cosmochimie, Institut de Physique du Globe, Tour 14-24, 3^e étage, 2 place Jussieu, 75005 Paris)

Introduction

Depuis longtemps, l'origine de la Terre a intrigué l'homme pour des raisons métaphysiques. Le problème a été abordé sur le plan scientifique à partir du XIX^e siècle. Dans les années 1890, il a été l'objet de vifs débats entre naturalistes et physiciens que l'histoire a retenus dans la querelle célèbre entre Lord Kelvin et Charles Darwin : Lord Kelvin proposait un âge de 200 millions d'années pour la Terre en calculant son refroidissement à partir d'un état initial en fusion. Il fut le pourfendeur inébranlable de la théorie de l'évolution des espèces avancée par Charles Darwin, pour qui les mutations de la vie nécessitaient un intervalle de temps beaucoup plus important. La découverte en 1896, de la radioactivité naturelle par Becquerel, puis, en 1903 par Pierre Curie et Laborde, la mise en évidence de la source de chaleur constituée par ce phénomène, et enfin l'établissement de sa présence dans toutes les roches par Lord Rayleigh en 1906, devaient résoudre ce conflit. Les décennies suivantes ont vu le développement de l'application de la radioactivité à la détermination des temps géologiques : simultanément l'âge de la Terre « reculait » et l'écart entre limites inférieures et supérieures se réduisait grâce aux travaux de Rutherford, Russel, Holmes, Nier, Houtermans, Gerling, Bullard et Stanley, Alpher et Herman. En 1956, 60 ans après la démolition de la barrière établie par Kelvin, Claire Patterson et ses associés du California Institut of Technology ont proposé la valeur de 4,55 milliards d'années avec une incertitude de 70 millions d'années.

Cet exposé a pour but de présenter quelques modes de raisonnement et de mise en pratique de la radiochronologie en prenant pour exemple cette détermination.

I. Formation des éléments chimiques

Cette investigation d'ordre chronologique ne peut cependant être dissociée des problèmes de la formation de notre planète, de sa composition chimique globale et de la répartition des éléments chimiques en son sein. En cela, elle est liée à l'histoire globale de l'univers et en particulier :

- à la création initiale des éléments chimiques,
- à la formation des étoiles, à partir d'un mélange cosmique de ces éléments.

Les astrophysiciens, dans ce domaine de la cosmologie, essaient de répondre à deux questions :

Quand et comment l'univers s'est-il formé ?

Leur approche, en grande partie théorique, s'appuie cependant sur deux données expérimentales :

- d'une part, l'étude en 1930 du rayonnement émis par les galaxies montre un décalage vers le rouge de toutes les raies d'absorption. Ce phénomène, expliqué par un effet Doppler, indique que les galaxies s'éloignent les unes des autres et donc que l'univers est en expansion : d'où l'idée que l'univers est né par une énorme explosion surnommée Big Bang.
- d'autre part, la deuxième donnée expérimentale acquise en 1965, est la détection d'un rayonnement constant dans l'espace et dans le temps correspondant à une température de 3°K. Ce rayonnement est interprété comme le résidu de l'explosion initiale.

* Conférence présentée lors de la « Journée de la géochimie » organisée le 22 novembre 1976, par la Société Chimique de France.

Le modèle de formation de l'univers généralement admis aujourd'hui est celui de Gamow : il admet une explosion initiale qui crée un univers très chaud et très dense qui, depuis, se dilate et se refroidit. Après le règne fugitif de particules de très haute énergie et au cours duquel la température et la densité décroissent rapidement, l'univers aboutit à l'ère stellaire dans laquelle nous sommes à présent.

Au début de celle-ci, du feu d'artifice initial, subsistent des photons qui constituent le rayonnement observé aujourd'hui et de la matière sous forme d'hydrogène, d'hélium, de deutérium, dispersée à travers l'espace.

A partir de ces conditions initiales pour l'ère stellaire, les astrophysiciens et les physiciens nucléaires peuvent proposer un schéma de transformation pour les atomes d'hydrogène qui aboutit à la synthèse des autres éléments chimiques.

La chaleur nécessaire pour initier les premières réactions nucléaires peut être assumée par l'énergie potentielle de gravitation libérée lors de la condensation d'une grosse quantité d'atomes d'hydrogène. Une fois allumées, les réactions nucléaires deviennent elles-mêmes une source importante d'énergie : le système alors engendré est une étoile ; dans cette étoile pourront être synthétisés l'hélium, le carbone, l'oxygène : le nombre de fusions nucléaires successives possibles en son sein, autrement dit la durée de vie de cette étoile, sera déterminée essentiellement par la masse de gaz qui aura condensé au départ.

II. Aperçu sur la radiochronologie

Dès sa découverte, la radioactivité est apparue comme un moyen possible de mesure des temps géologiques. Néanmoins, elle n'a pris son essor qu'avec l'acquisition d'un instrument de mesure adapté, le spectromètre de masse, à partir de 1930.

L'équation de base est celle de la désintégration radioactive, formulée en fonction des espèces mesurables :

si l'on considère un système fermé pour deux nucléides P et F reliés par désintégration radioactive, caractérisée par la constante λ :

$$P \rightarrow F$$

la variation des nombres d'atomes de père P et de fils F, à l'instant t, est donné par la loi :

$$\frac{dP}{dt} = -\lambda P \quad \frac{dF}{dt} = \lambda P$$

Les nombres d'atomes de père et de fils présents à l'instant t sont reliés aux nombres d'atomes initiaux de père P_0 et de fils F_0 par :

$$P = P_0 e^{-\lambda t}$$

$$F = P_0 - P + F_0 = P_0(1 - e^{-\lambda t}) + F_0$$

Durant sa vie, les conditions internes de l'étoile vont changer progressivement. En dernier lieu, l'étoile peut atteindre un stade d'instabilité : elle peut alors exploser sous forme de supernova.

C'est au cours de ces processus d'explosion que les éléments lourds peuvent être synthétisés alors qu'il ne l'avaient pas été jusque-là.

On voit donc que les étoiles ont pu assurer les conditions nécessaires à la synthèse des éléments chimiques : le gaz interstellaire est contaminé au fur et à mesure par les éjections des étoiles : éjections soit lentes (vent stellaire), soit rapides (explosion de supernova). Il s'enrichit en éléments lourds au cours des générations successives d'étoiles.

Cette substance cosmique a pu alimenter la formation de systèmes plus jeunes dans l'univers, étoiles, planètes et en particulier notre système solaire.

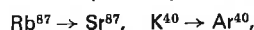
Mais un processus de formation, tel qu'il vient d'être décrit, implique que les différents composants de l'univers ne sont pas formés en même temps.

Les astronomes sur ce sujet pensent que les plus vieilles étoiles qui peuplent notre galaxie ont au moins 10 milliards d'années. A l'autre extrême, on peut observer aujourd'hui des étoiles en formation. Notre système solaire est probablement d'âge moyen. Nous allons voir comment on peut estimer l'âge de notre planète et du système solaire à l'aide des méthodes radiochronométriques.

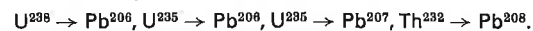
Si le système est envisagé au temps actuel, F et P sont des grandeurs mesurables, mais la détermination de t, «âge du système», nécessite la connaissance de F_0 qui n'est pas directement accessible à la mesure. Nous verrons comment il est possible de l'appréhender.

Les différents chronomètres utilisés en radiochronologie sont indiqués dans le tableau (figure 1).

Les couples les plus utilisés à l'heure actuelle sont :



le couple triple



Le couple $Sm^{147} \rightarrow Nd^{143}$ est utilisé depuis quelques années seulement, en raison de la difficulté analytique de séparation des terres rares. Le couple $Re \rightarrow Os$ est encore peu utilisé en raison des difficultés analytiques.

La mise en œuvre expérimentale de la radiochronologie associe deux techniques :

1. d'une part, la spectrométrie de masse. L'évolution apportée

CHRONOMETRES		UTILISES EN RADIOCHRONOLOGIE																	
COUPLE	PERIODE (ans)	I _A	II _A	III _A	IV _A	V _A	VI _A	VII _A	VIII _A	I _B	II _B	III _B	IV _B	V _B	VI _B	VII _B	O		
$K^{40} \rightarrow Ar^{40}$	12×10^9																	Nn	
$K^{40} \rightarrow Ca^{40}$	1.5×10^9	H																He	
$Rb^{87} \rightarrow Sr^{87}$	50×10^9	Li	Be										B	C	N	O	F	Ne	
$U^{238} \rightarrow Pb^{206}$	4.5×10^9	Na	Mg										Al	Si	P	S	Cl	A	
$U^{235} \rightarrow Pb^{207}$	0.7×10^9	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
$Th^{232} \rightarrow Pb^{208}$	14×10^9	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
$Sm^{147} \rightarrow Nd^{143}$	106×10^9	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
$Re^{187} \rightarrow Os^{187}$	43×10^9	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U												
Déséquilibre $U^{238} \rightarrow Th^{230}$	80×10^4	Lanthanides		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
		Uranides		U	Np	Pu	Am				Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No		

Figure 1.

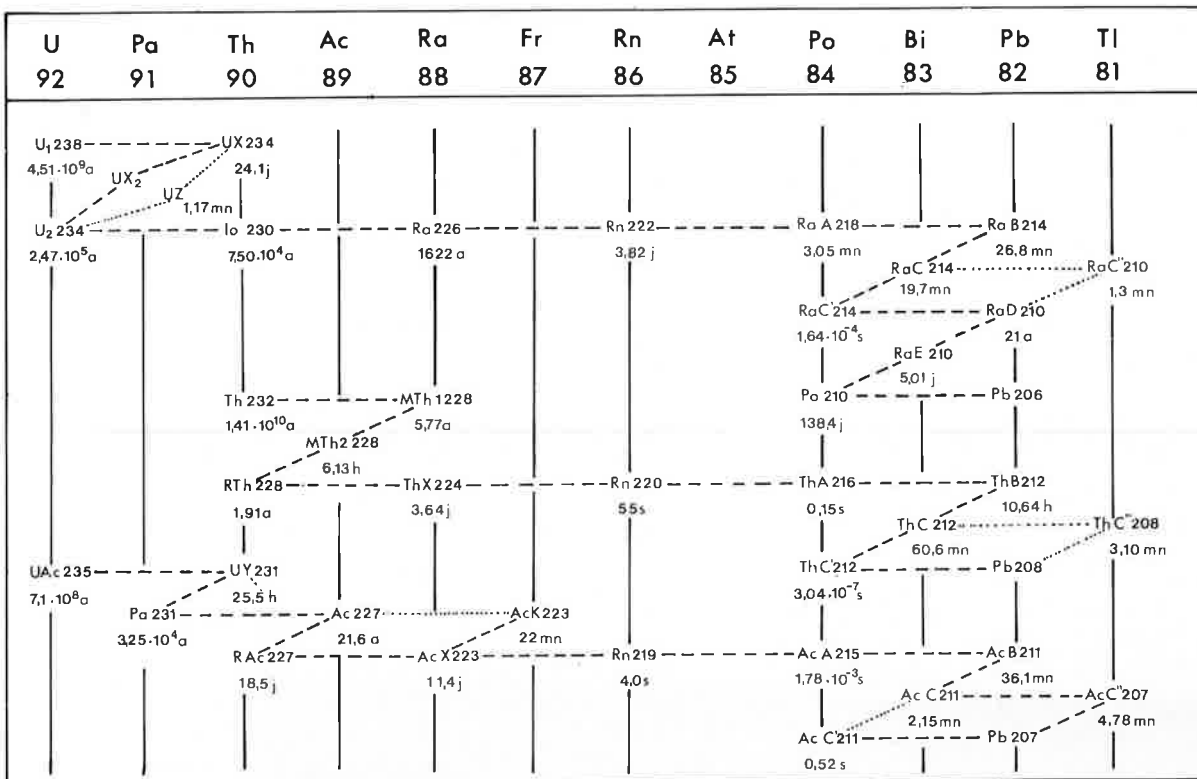


Figure 2. Les trois chaînes radioactives naturelles.

depuis 1930 dans cette technique, dans le domaine de détermination des rapports isotopiques élémentaires, a eu pour objectif d'accroître la précision des mesures et la sensibilité des appareils et a permis de passer de systèmes « riches » dans le couple étudié à des systèmes beaucoup plus pauvres. La dernière phase de développement a été acquise en vue de l'analyse des échantillons lunaires. A l'heure actuelle, la précision obtenue sur les rapports isotopiques est de l'ordre de 10^{-3} à 5×10^{-5} suivant les éléments sur des quantités de 10^{-9} à 10^{-6} grammes d'élément.

2. d'autre part, la séparation analytique des éléments chimique père et fils qui se trouvent en traces (de l'ordre de la partie par million) dans la matrice du système que l'on veut « dater ». Les exigences à ce niveau sont de deux ordres :

- des méthodes à bas taux de contamination, efficaces dans le domaine des traces.
- des méthodes très sélectives pour assurer la pureté de la trace isolée, pureté exigée pour le contrôle de l'ionisation dans le spectromètre de masse. En outre, l'utilisation de la dilution isotopique qui permet la détermination des teneurs en éléments traces avec une précision de l'ordre de 10^{-3} , inégalée par ailleurs, est nécessaire pour obtenir des âges précis.

La détermination de l'âge de la Terre utilise les couples U—Th—Pb. Le plomb possède quatre isotopes stables, le ^{204}Pb , non radiogénique et les isotopes ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb qui sont les produits finaux de trois chaînes radioactives (figure 2) respectivement celles de ^{238}U , ^{235}U et ^{232}Th .

Lorsque les chaînes sont en équilibre séculaire, on peut considérer que les isotopes ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb proviennent directement de la désintégration des têtes de chaîne. L'équation chronométrique pour le couple $^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$ s'écrit :

$$(^{206}\text{Pb})_{\text{actuel}} = (^{206}\text{Pb})_{\text{initial}} + (^{238}\text{U})_{\text{actuel}} (e^{\lambda t} - 1)$$

Le ^{204}Pb , isotope stable et non radiogénique, est pris comme référence :

$$(^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})_{\text{actuel}} = (^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})_{\text{initial}} + (^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb})_{\text{actuel}} (e^{\lambda t} - 1)$$

Cette relation fait apparaître un rapport isotopique $(^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})_{\text{actuel}}$ mesurable par spectrométrie de masse et un rapport d'abondances $(^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb})$ mesurables de la même façon à l'aide de la technique de dilution isotopique.

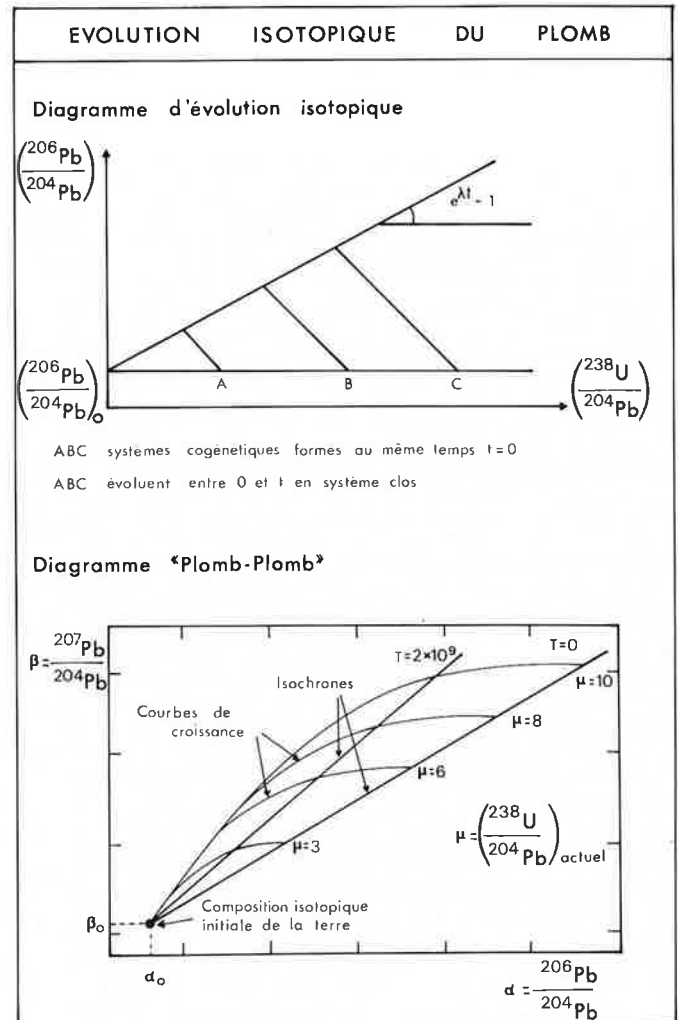
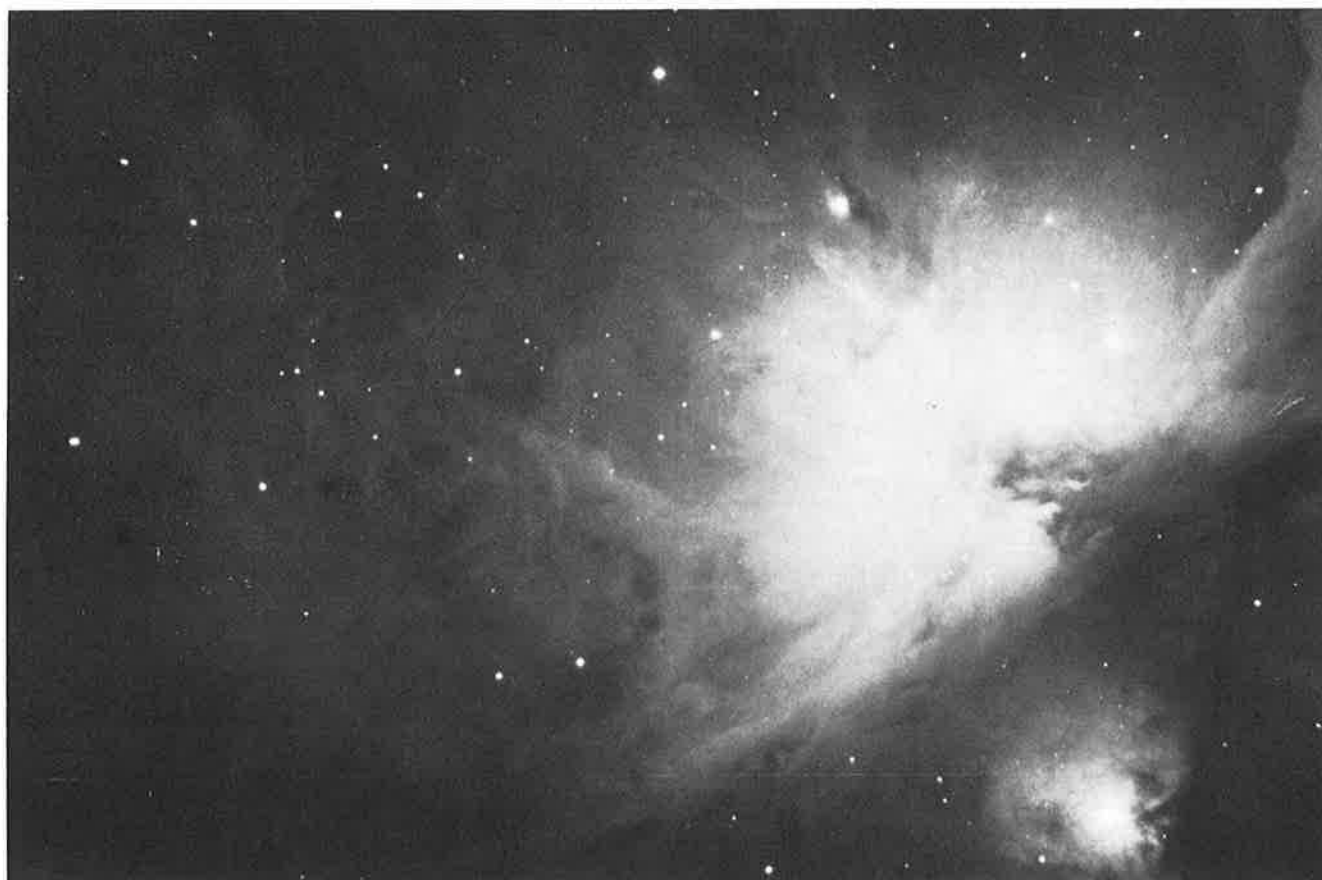


Figure 3.



Nébuleuse du Crabe dans Taurus (Hale observatories). Cette nébuleuse est issue du gaz éjecté par une supernova ayant explosé en 1054 et observée à cette époque par les astronomes chinois.



Nébuleuse géante dans Orion : à l'heure actuelle des étoiles y naissent.

Les équations chronométriques pour les couples $^{235}\text{U} \rightarrow ^{207}\text{Pb}$ et $^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb}$ s'écrivent de la même façon :

$$\begin{aligned} \left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{actuel}} &= \left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{initial}} + \left(\frac{^{235}\text{U}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{actuel}} (e^{\lambda t} - 1) \\ \left(\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{actuel}} &= \left(\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{initial}} + \left(\frac{^{232}\text{Th}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{actuel}} (e^{\lambda t} - 1) \end{aligned}$$

Considérons maintenant plusieurs systèmes se formant au même instant initial $t = 0$ et cogénétiques c'est-à-dire issus d'un matériel commun. Ces systèmes peuvent être par exemple des minéraux cristallisant à partir d'un magma fondu ou encore des planètes accrétées à partir d'un même amas de poussière cosmique.

Si ces systèmes s'individualisent avec différenciation chimique, chacun d'eux va inclure des rapports chimiques (U/Pb) différents tandis que la composition isotopique du plomb à cet instant sera la même pour tous et égale à $\left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{initial}}$, $\left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{initial}}$, composition isotopique du matériel dont sont issus ces systèmes. Dans un diagramme $\left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right) = f\left(\frac{^{238}\text{U}}{^{204}\text{Pb}}\right)$ (figure 3), les points représentatifs de ces systèmes seront alignés horizontalement. Au cours du temps, si ces systèmes évoluent chacun en milieu fermé, les points représentatifs resteront alignés sur une droite, appelée « isochrone », dont la pente égale à $(e^{\lambda t} - 1)$, donne l'âge de la dernière homogénéité isotopique et l'ordonnée à l'origine le rapport $\left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{initial}}$.

Le couple U-Pb présente la particularité d'offrir deux chronomètres dont les isotopes, père d'une part, et fils d'autre part, appartiennent au même élément chimique.

Le couplage des deux équations chronométriques correspondantes permet d'écrire :

$$\frac{\left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{actuel}} - \left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{initial}}}{\left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{actuel}} - \left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{initial}}} = \left(\frac{^{235}\text{U}}{^{238}\text{U}}\right)_{\text{actuel}} \times \frac{(e^{\lambda t} - 1)}{e^{\lambda t} - 1}$$

III. Détermination de l'âge de la Terre

Une première approche est l'étude de roches anciennes : l'âge de ces roches constitue une limite inférieure pour l'âge de la Terre. Une course à l'échantillon terrestre le plus vieux a mis en évidence plusieurs zones à travers le monde, supérieures à 3 milliards d'années ; la « plus vieille à l'heure actuelle » a été mise en évidence au Groënland par les méthodes Rb-Sr (Moorbath et al, 1972) et U-Pb (Black et al, 1971), (Baadsgaard, 1973), (Michard-Vitrac et al, 1977) et mesurée à un âge d'environ 3,8 milliards d'années.

Mais il est difficile d'apprécier la « distance » de cette limite inférieure à la valeur réelle de l'âge de la Terre car l'ancienneté de ces roches ne leur confère en rien la qualité d'échantillons représentatifs de la planète au moment de leur formation.

Une deuxième voie, ouverte dès le début de la spectrométrie de masse, est fondée sur l'étude de la composition isotopique du plomb. Elle fait appel aux processus géochimiques qui extraient cet élément d'un milieu où il se trouve à l'état dilué et le concentrent en un système chimique à très bas rapport U/Pb, par exemple un minéral exprimé tel que la galène, sulfure de plomb. La composition isotopique du plomb de ce minéral, dans le cas où ce processus est direct, est celle du plomb du milieu dont il est issu, au moment de sa formation.

Si un milieu secrète au cours de son histoire de tels « concentrés » de plomb, sa composition isotopique aura pu être enregistrée et mémorisée jusqu'à nos jours puisque ces « ponctions » ne contiennent pratiquement pas d'uranium.

Supposons maintenant l'existence de tels milieux peu de temps après la formation de la Terre et envisageons les hypothèses suivantes :

1) A un stade précoce de la formation de la Terre, la composition isotopique du plomb est uniforme.

2) Dès cette époque, s'individualisent des domaines incluant des rapports U/Pb définis qui ne varient ensuite que par décroissance radioactive ; autrement dit, ces systèmes se comportent en milieu fermé vis-à-vis des éléments uranium et plomb.

3) Toute galène issue de tels domaines garde jusqu'à nos jours, temps de l'analyse, une composition isotopique inaltérée.

4) L'âge de la minéralisation peut être acquis par l'étude stratigraphique ou radiochronologique du matériel environnant.

Si ces hypothèses sont satisfaites, les compositions isotopiques des

Le rapport $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ est uniforme à un instant donné dans la nature et à l'heure actuelle égal à 1/137,8.

Dans un diagramme $\left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right) = f\left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)$, où apparaissent seulement les rapports isotopiques du plomb, des systèmes cogénétiques de même âge s'aligneront sur une droite de pente 1/137,8 $\times (e^{\lambda t} - 1/e^{\lambda t} - 1)$.

La description au cours du temps t de la composition isotopique du plomb d'un système s'étant formé au temps T_0 et ayant évolué depuis en milieu fermé peut être représentée par les équations :

$$\begin{aligned} \left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_t &= \left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{initial}} + \left(\frac{^{238}\text{U}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{actuel}} (e^{\lambda T_0} - e^{\lambda t}) \\ \left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_t &= \left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{initial}} + \left(\frac{^{235}\text{U}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{actuel}} (e^{\lambda T_0} - e^{\lambda t}) \end{aligned}$$

Dans le diagramme $\left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right) = f\left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)$, la combinaison de ces équations fonction du temps, procure une famille de « courbes d'évolution » définie par une valeur $\left(\frac{^{238}\text{U}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{actuel}}$. Chacune de ces courbes est l'enregistrement de la composition isotopique du plomb au cours du temps d'un milieu caractérisé « chimiquement » par la valeur actuelle de son rapport $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$. (figure 3). Si l'on combine comme précédemment les deux équations précédentes :

$$\frac{\left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_t - \left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{initial}}}{\left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_t - \left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_{\text{initial}}} = \frac{1}{137,8} \frac{(e^{\lambda T_0} - e^{\lambda t})}{(e^{\lambda T_0} - e^{\lambda t})}$$

Le terme de droite étant fonction seulement du temps t , les systèmes cogénétiques de même âge mais de rapports $\left(\frac{^{238}\text{U}}{^{204}\text{Pb}}\right)$ différents, contiendront du plomb dont les rapports isotopiques seront alignés sur des droites, passant par la composition isotopique initiale, appelées isochrones.

galènes satisferont à l'équation :

$$\frac{\left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_i - \left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_0}{\left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_i - \left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_0} = \frac{1}{137,8} \frac{(e^{\lambda T_0} - e^{\lambda t_i})}{(e^{\lambda T_0} - e^{\lambda t_i})}$$

$\left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_i$; $\left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_i$ composition isotopique de la galène « i » d'âge t_i
 $\left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_0$; $\left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_0$ composition isotopique initiale de la Terre

La mesure d'un ensemble de galènes d'âges connus permet, à l'aide de ce modèle, la détermination de la composition isotopique initiale du plomb de la Terre et de son âge. Si trois mesures suffisent à résoudre ce système, un nombre plus important d'analyses permet de définir des incertitudes sur les valeurs trouvées. Les valeurs, calculées par ce genre de modèles jusqu'en 1953, donnent un âge moyen de 3,3 milliards d'années. (figure 4).

Auteurs	Age de la Terre ($\times 10^9$ ans)	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$ Initial	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$ Initial
Holmes (1947)	3,35	10,95	13,51
Houtermans (1947)	2,9	11,52	14,03
Bullard et Santley (1949)	3,29	11,86	13,86
Collins, Russel et Farqhar (1953)	3,5	11,83	13,55

Plusieurs critiques peuvent être faites a posteriori à cette approche :

- à l'heure actuelle, l'étude de l'évolution chimique du globe montre que les « domaines » accessibles à la mesure ne satisfont pas aux hypothèses de systèmes fermés,
- par ailleurs, les mécanismes de minéralisation ne sont pas simples en général, et l'hypothèse de « gel » direct de la composition isotopique par les galènes n'est pas souvent confirmée,
- enfin, l'échantillonnage au cours du temps de la composition isotopique du plomb terrestre n'est pas satisfaisant car la plus vieille mi-

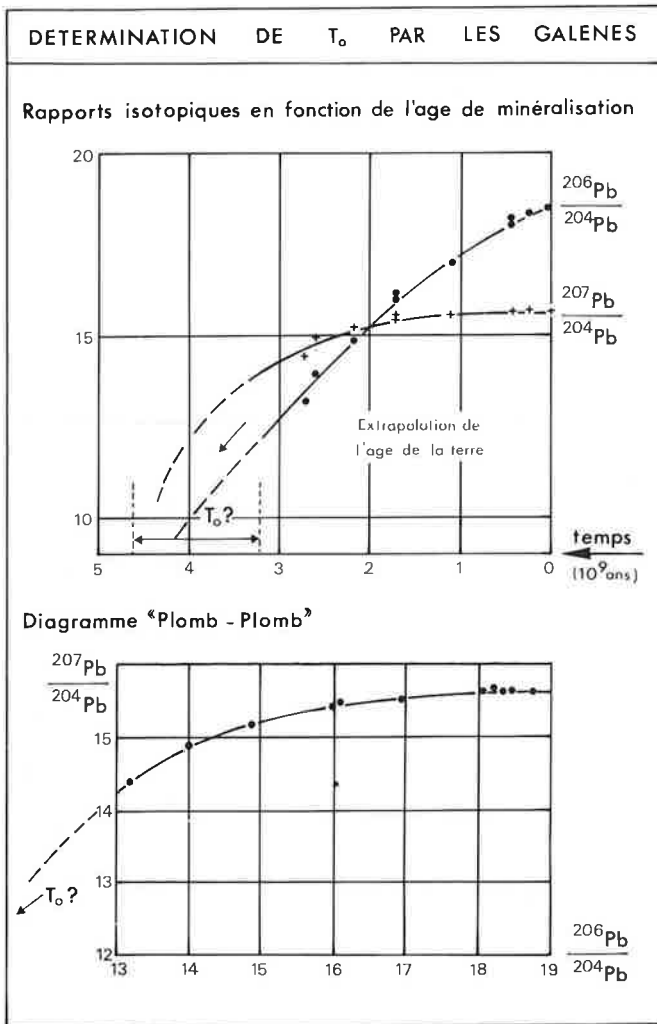


Figure 4.

néralisation de galène alors connue avait 2,7 milliards d'années (aujourd'hui on en connaît une de 3,3 milliards d'années) et la détermination de l'âge de la Terre devient une extrapolation des courbes d'évolution isotopique, très sensible aux méthodes de pondération des données analytiques utilisées.

Néanmoins, les concepts de cette détermination ont abouti aux travaux de Patterson.

L'idée fondamentale consiste à comparer des échantillons représentatifs de notre planète à d'autres objets du système solaire accessibles à l'analyse, à savoir les météorites. Les météorites sont des objets extraterrestres qui ont des orbites héliocentriques qui intersectent l'orbite terrestre. Leurs caractéristiques mécaniques leur permettent de survivre au passage à travers l'atmosphère et intérieurement elles conservent l'état physique et chimique qu'elles avaient dans l'espace interplanétaire. La source des météorites n'a pas été identifiée ; simplement on pense qu'elles dérivent de petits corps de notre système solaire, astéroïdes, comètes que l'on désigne par « corps parents ». Etant donné leur taille faible comparativement aux planètes du système solaire, leur histoire après leur formation peut être simple et elles constituent un document de choix pour l'étude de l'histoire initiale du système solaire.

Si Terre et météorites sont des systèmes cogénétiques, c'est-à-dire si elles se sont formées à partir du même matériel, en l'occurrence la nébuleuse solaire, et si elles se sont formées au même moment, les méthodes radiochronologiques sont susceptibles de l'indiquer.

Revenons à la loi chronométrique établie pour la composition isotopique du plomb :

$$\frac{\left(\frac{207\text{Pb}}{204\text{Pb}}\right)_{\text{Terre}} - \left(\frac{207\text{Pb}}{204\text{Pb}}\right)_{\text{Terre}}^{\text{initial}}}{\left(\frac{206\text{Pb}}{204\text{Pb}}\right)_{\text{Terre}} - \left(\frac{206\text{Pb}}{204\text{Pb}}\right)_{\text{Terre}}^{\text{initial}}} = \frac{1}{137,8} (e^{\lambda T_0} - 1)$$

Si l'on envisage la terre dans son ensemble, l'hypothèse de fermeture (par rapport à l'uranium et au plomb) paraît beaucoup plus acceptable ; par ailleurs, on verra que l'incidence de l'apport de matériel extraterrestre ne modifie pas la détermination de l'âge.

La comparaison de la composition isotopique actuelle du plomb terrestre $\left(\frac{207\text{Pb}}{204\text{Pb}}\right)_{\text{Terre}}^{\text{actuel}}$ à la valeur de sa composition isotopique initiale fournit directement la valeur de T_0 à l'âge de la Terre.

Où trouver ces compositions ?

- la conservation de la composition initiale nécessite des systèmes chimiques ayant des rapports U/Pb très faibles de façon à créer des contributions radiogéniques négligeables et ceci depuis la formation de la terre. Sur Terre, on peut envisager les galènes ou les gisements de sulfures en général : hélas, comme cela a été vu précédemment, on n'en connaît pas qui soit plus vieux que 3,3 milliards d'années. Et le noyau terrestre qui inclut vraisemblablement un rapport U/Pb bas n'est pas encore accessible à la mesure,

- par contre, les météorites ferreuses, constituées de fer et de nickel et supposées être issues du noyau des corps parents sont disponibles. A l'intérieur de ces météorites, Patterson s'est intéressé aux nodules de troilite, sulfure de fer, dans lequel les rapports U/Pb et Th/Pb sont très bas ; et effectivement les rapports isotopiques de plomb y sont les plus bas que l'on ait mesurés :

$$\left(\frac{206\text{Pb}}{204\text{Pb}}\right) = 9,3; \left(\frac{207\text{Pb}}{204\text{Pb}}\right) = 10,3; \left(\frac{208\text{Pb}}{204\text{Pb}}\right) = 29,5$$

L'évaluation de la composition isotopique du plomb terrestre actuel peut être faite en étudiant des systèmes chimiques qui résultent de processus géochimiques brassant une grande quantité de matériel et qui par là peuvent inclure un « plomb moyen » représentatif. Cette détermination a été faite sur des galènes actuelles (processus de concentration) et des sédiments récents : constitués à partir du maté-

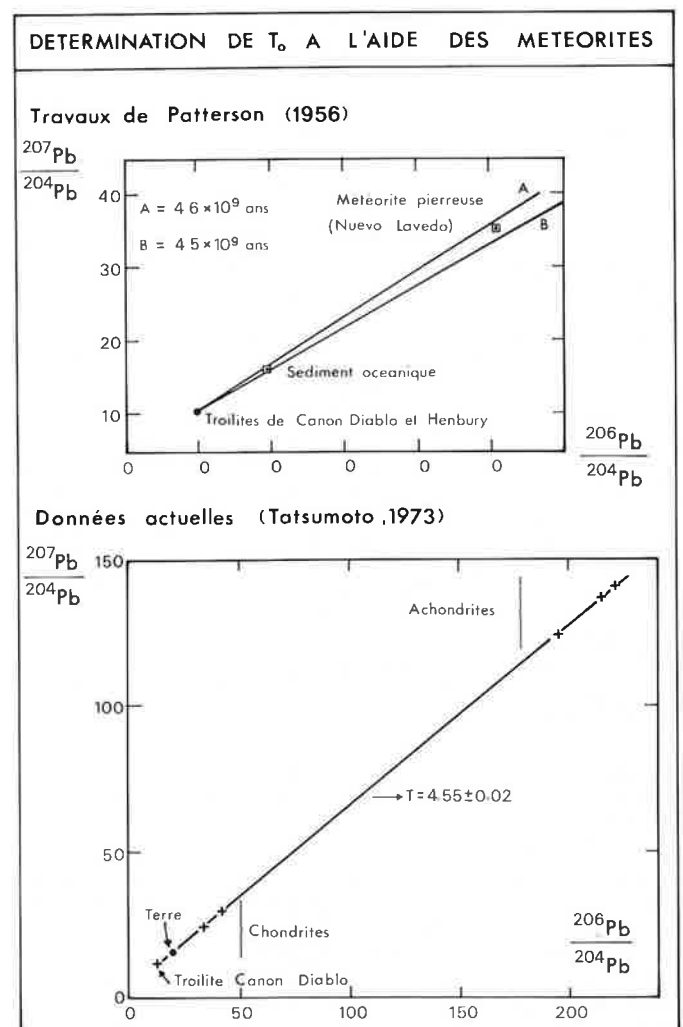


Figure 5. Détermination de l'âge de la terre à l'aide des données des météorites.

riel issu de l'érosion d'une grande surface de continents, ils incluent de ce fait un plomb cristal moyen.

Par ailleurs, l'analyse de météorites pierreuses a fourni des compositions isotopiques beaucoup plus élevées que la valeur terrestre.

Le rapport de ces données dans le diagramme ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$), ($^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$) (figure 5) montre un alignement qui valide l'hypothèse du caractère cogénétique de la Terre et des météorites ; le calcul de l'âge par la pente de cette isochrone fournit une valeur de 4,55 milliards d'années avec une incertitude de 70 millions d'années.

Quelques remarques sur la valeur de cet âge et sur sa signification.

La protoplanète qui a donné naissance à la Terre s'est vraisemblablement développée à partir de la poussière cosmique de la nébuleuse solaire : elle était enveloppée à ce moment là d'une grande quantité de gaz ; accrétée à partir d'une poussière froide et une fois arrivée à un degré de condensation suffisant, elle a nécessairement dû subir une élévation de température pour pouvoir évoluer jusque dans son état actuel. Une telle chaleur a pu être fournie en grande partie par la radioactivité qui était autrefois, beaucoup plus intense qu'aujourd'hui, en raison du caractère exponentiel de la loi de décroissance. Si l'on envisage une condensation de la poussière cosmique, il y a 10 milliards d'années, la radioactivité était alors suffisante pour fondre la totalité de la prototerre et la vaporiser. Donc dans le cadre d'un tel modèle, la formation de la prototerre, il y a 10 milliards d'années n'est pas possible. Par contre, si cette condensation s'est faite à une époque plus récente, par exemple 5 milliards d'années, la radioactivité encore importante n'a pas été suffisante pour fondre la totalité de la protoplanète. Or, l'évolution de la différenciation chimique pour la Terre au cours de son histoire est étroitement liée à son état initial. D'où l'importance de savoir si la valeur 4,5 milliards d'années, qui du point de vue radiochronologique représente le dernier stade éventuel d'homogénéisation isotopique de la Terre, constitue une valeur proche de l'âge de sa condensation alors qu'elle n'en est rigoureusement, elle aussi, qu'une limite inférieure.

Par ailleurs, si la Terre s'est formée il y a 4,5 milliards d'années, on peut se demander quel est l'âge des atomes qui la constituent. Autrement dit, quel est l'intervalle de temps entre leur synthèse et leur condensation en prototerre. Une première indication peut être donnée par un calcul sur l'élément lourd uranium.

Le rapport isotopique actuel de cet élément est ($^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$) = 137,8 Son évolution au cours du temps est donné par la relation :

$$\left(\frac{^{238}\text{U}}{^{235}\text{U}}\right)_{\text{actuel}} = \left(\frac{^{238}\text{U}}{^{235}\text{U}}\right)_{\text{initial}} \times \frac{e^{-\lambda_1 t}}{e^{-\lambda_2 t}} = \left(\frac{^{238}\text{U}}{^{235}\text{U}}\right)_{\text{initial}} \times e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t}$$

d'où $t = \frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1} \text{Log} \left(\frac{(^{238}\text{U}/^{235}\text{U})_{\text{actuel}}}{(^{238}\text{U}/^{235}\text{U})_{\text{initial}}} \right)$

En attribuant au rapport ($^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$)_{initial}, celui acquis à la fin de la nucléosynthèse de cet élément, t signifie l'intervalle de temps entre la fin de la nucléosynthèse et aujourd'hui.

La physique nucléaire indique que l' ^{238}U , un noyau contenant le même nombre de protons et de neutrons, ne peut être créé en moins grande abondance que l' ^{235}U qui contient moins de neutrons. D'où une valeur minimale du rapport ($^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$) à la fin de la nucléosynthèse égale à l'unité.

En injectant ces deux valeurs, ($^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$)_{actuel} = 137,8 et ($^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$)_{initial} = 1, on obtient un âge maximum de 6 milliards

Conclusion

Dans le domaine de la cosmochimie, la radiochronologie, à l'aide d'hypothèses plausibles mais pas nécessairement correctes et de tests expérimentaux, tels ceux présentés ici contribuent à dégager les séquences principales (figure 6) de l'évolution de la matière dans le système solaire.

Jusqu'ici elle a mis en évidence :

- la transition fondamentale à 4,55 milliards d'années,
- la rapidité du changement d'état et de la différenciation de la matière, à partir d'un gaz en un ensemble de corps planétaires.

En effet, dans un intervalle d'environ 150 millions d'années, cette matière issue de la nucléosynthèse a été isolée de la galaxie pour donner la nébuleuse solaire ; ce gaz s'est ensuite partiellement condensé.

Une première différenciation chimique s'est opérée lors de l'accrétion, vraisemblablement simultanée de cette poussière en objets

d'années. Si le rapport ($^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$)_{initial} à la fin de la nucléosynthèse était de 2, cet âge est de 5,2 milliards d'années. Ce calcul simple fixe un ordre de grandeur de la fin de la nucléosynthèse et en même temps, dans le cadre de ce modèle, une limite supérieure à l'âge de condensation de la planète. Une estimation plus précise pourrait être obtenue avec l'étude d'un rapport isotopique qui aurait varié beaucoup plus vite avec le temps que celui de l'uranium. L'objection immédiate est que si cette radioactivité existait aux environs de 4,5 milliards d'années, elle est aujourd'hui éteinte. Mais il en reste des traces dans la présence de l'isotope fils. D'où l'idée d'étudier l'abondance en isotope fils issu d'un isotope radioactif à courte période, formé au moment de la nucléosynthèse. Un des couples possibles était $^{129}\text{I} \rightarrow ^{129}\text{Xe}$; il a été recherché sur les météorites et mis en évidence en 1960 par Reynolds.

La réaction $^{129}\text{I} \rightarrow ^{129}\text{Xe}$ est en effet connue en physique nucléaire : la période de ^{129}I est de 16,4 millions d'années.

Si l'intervalle de temps ΔT entre la fin de la nucléosynthèse et la naissance du corps parent, ou de la protoplanète n'est pas trop long par rapport à cette période, une partie de l' ^{129}I aura été englobée dans le système en formation avec l'unique isotope de l'iode présent actuellement l' ^{127}I stable. Le rapport ($^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$) inclus à ce moment-là est donné par l'équation :

$$\left(\frac{^{129}\text{I}}{^{127}\text{I}}\right)_{\text{inclus}} = \left(\frac{^{129}\text{I}}{^{127}\text{I}}\right)_0 e^{-\lambda \Delta T}$$

ou ($^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$)₀ représente le rapport de l'iode à la fin de la nucléosynthèse.

$$\text{D'autre part : } \left(\frac{^{129}\text{I}}{^{127}\text{I}}\right)_{\text{inclus}} = \left(\frac{^{129}\text{Xe}_{\text{ex}}}{^{127}\text{I}}\right)_{\text{actuel}}$$

puisque tout l' ^{129}I s'est transformé depuis en ^{129}Xe , et $^{129}\text{Xe}_{\text{ex}}$ représente l'excès de ^{129}Xe par rapport au ^{129}Xe primitif incorporé dans la formation du corps parent. Donc :

$$\left(\frac{^{129}\text{Xe}_{\text{ex}}}{^{127}\text{I}}\right)_{\text{actuel}} = \left(\frac{^{129}\text{I}}{^{127}\text{I}}\right)_0 e^{-\lambda \Delta T}$$

$$\text{d'où : } \Delta T = \frac{1}{\lambda} \log \left(\frac{^{129}\text{I}}{^{127}\text{I}}_0 \times \frac{^{127}\text{I}}{^{129}\text{Xe}_{\text{ex}}} \right)$$

L'intervalle de temps Δt pour une météorite peut être calculé si l'on mesure ($^{129}\text{I}/^{129}\text{Xe}_{\text{ex}}$)_{actuel} et si on admet une valeur pour ($^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$)₀. Par contre, la comparaison des intervalles de temps de différents météorites est indépendante de la valeur estimée ($^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$)₀. Les analyses montrent sur les météorites, de type varié, où l'on a pu mettre en évidence des excès de ^{129}Xe , un synchronisme étroit de quinze millions d'années.

En supposant une valeur ($^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$)₀ = 1,25 x 10⁻³ l'intervalle de temps ΔT est de 60 x 10⁶ ans.

Quant à la Terre, il n'est pas possible de mesurer le rapport ($^{129}\text{I}/^{129}\text{I}$), car on ne dispose pas d'échantillon primitif de notre planète, on ne peut que l'estimer. Mais on a mis en évidence des excès de ^{129}Xe : on peut en conclure une différence de « temps de formation » maximum avec les météorites de 100 millions d'années.

La lune, qui d'après les études Rb-Sr montre un caractère cogénétique avec les météorites, manifeste aussi une anomalie de ^{129}Xe et, par là, une différence de temps du même ordre de grandeur que celle de la Terre.

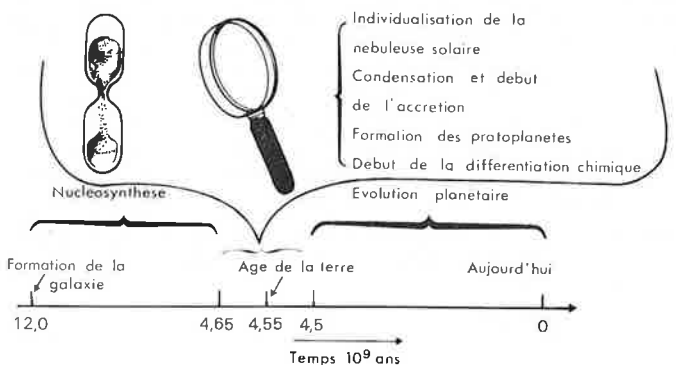


Figure 6. Chronologie « actuelle » du système solaire.

planétaires. Une fois ces corps parents formés, la radioactivité et l'attraction gravitationnelle ont pu alors opérer la différenciation chimique interne de ces corps parents et protoplanètes.

A l'heure actuelle, la radiochronologie, dans ce domaine, s'attache à établir la «chronologie fine» du début de l'histoire du système solaire.

Bibliographie

Quelques publications de base

- (●) R.A. Alpher and R.C. Herman, The primeval lead isotopic abundances and the age of the earth's crust, *Phys. Rev.*, 1951, **84**, 1111.
- (●) H. Baadsgaard, U-Th-Pb dates on zircons from the early Precambrian Amitsoq gneisses, Godthaab district, West Greenland, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 1973, **19**, 22.
- (●) L.P. Black, N.H. Gale, S. Moorbath, R.J. Plankhurst and V.R. McGregor, Isotopic dating of very early precambrian amphibolite facies gneisses from the Godthaab district, West Greenland, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 1971, **12**, 245.
- (●) E.C. Bullard and J.P. Stanley, The age of the Earth, p. 33, Suomen Geodeettisen Laitoksen Julkarsuja, N° 36. Finnish Geodetic Institute, Helsinki, 1949.
- (●) A. Holmes, A revised estimate of the age of the Earth, *Nature*, 1947, **159**, 127.
- (●) A. Holmes, Lead isotopes and the age of the earth, *Nature*, 1949, **163**, 453.
- (●) Houtermans, Das alter des Urans, *Z. Naturforsch.*, 1947, **29**, 322.
- (●) A. Michard-Vitrac, J. Lancelot, C.J. Allegre and S. Moorath, U-Pb ages on single zircons from the early precambrian rocks of West Greenland and the Minnesota River Valley, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 1977 (à paraître).

- (●) S. Moorbath, R.K. O'Nions, R.J. Plankhurst, N.H. Gale and V.R. McGregor, Further rubidium-strontium age determination on the very early precambrian rocks of the Godthaab district, West Greenland, *Nature Phys. Sci.*, 1972, **240**, 78.
- (●) A.O. Nier, R.W. Thompson and B.F. Murphey, The isotopic constitution of lead and the measurement of geologic time. III *Phys. Rev.*, 1941, **60**, 112.
- (●) C. Patterson, G. Tilton and M. Inghram, Age of the Earth. *Science*, 1955, **121**, 69.
- (●) C. Patterson, Characteristics of lead isotope evolution on a continental scale in the earth. In «Isotopic and cosmic chemistry», pp. 244-268, north-Holland, Amsterdam, 1964.
- (●) F.A. Podosek, *Geochim. et cosmochim. Acta*, 1970, **34**, 341.
- (●) J.H. Reynolds, *Phys. Rev. Letters*, 1960, 4-8.
- (●) H.N. Russel, Superior limit to the age of the earth, *Proc. Roy. Soc. Ser. A.*, 1921, **99**, 84.
- (●) R.D. Russel and R.M. Farquar, Lead isotopes in geology, Interscience publishers Inc., New York, 1960.
- (●) M. Tatsumoto, R.J. Knight and C.J. Allegre, Time differences in the formation of meteorites as determined from the ratio of lead 207 to lead 206, *Science*, 1973, **180**, 1279.

Les éléments traces indicateurs des climats anciens *

par Jacques Faucherre

(Professeur à l'Université Paris VII)

Que sait-on sur les climats d'autrefois ? Quelles sont les méthodes qui ont permis de dater et d'apprécier les variations d'amplitude de la température et, par conséquent, les variations du climat à la surface du globe ? Telles sont les deux questions auxquelles nous allons essayer de répondre.

Que sait-on sur les climats anciens ?

Depuis le début de l'ère quaternaire (1.10^6 années), le globe terrestre a été soumis à plusieurs grandes glaciations à une fréquence de 100 000 ans environ. Entre ces périodes froides se situent les périodes chaudes dites interglaciaires. A leur tour, ces périodes chaudes sont interrompues par des périodes froides d'amplitudes moins grandes que les précédentes. Ainsi au cours des 100 000 dernières années, on compte six périodes froides, la dernière étant datée à - 18 000 ans B.P. (before présent). Dans l'intervalle de chacune de ces périodes s'implantent des périodes froides d'amplitudes encore moins grandes. C'est ainsi que les 17^e et 18^e siècles européens ont été en moyenne moins froids que les 19^e et 20^e siècles. En période froide, la température moyenne à la surface du globe est variable, mais diminue relativement peu (de 1 à 5 °C) par rapport à la température moyenne des périodes chaudes. Cette faible diminution se traduit cependant par une augmentation considérable du volume des calottes polaires. Ainsi, lors de la dernière grande glaciation (- 18 000 B.P. soit 16 000 ans av. J.C.) la calotte polaire descendait jusqu'à la moitié de la Grande-Bretagne, le sud du Danemark et la moitié de l'Union Soviétique. A cette même époque les glaciers alpins atteignent les faubourgs de Lyon.

On admet que ces variations de température sont dues à la variation, au cours du temps, de l'inclinaison de l'axe de rotation de la terre et de l'activité solaire.

En période chaude les calottes polaires fondent, ce qui se traduit par

une augmentation du niveau des mers et océans de 50 à 130 m. selon l'amplitude du phénomène. Le dernier maximum de température est daté - 6 000 B.P. Depuis cette époque, nous retournons lentement vers le froid, quoique nous soyons actuellement encore dans une période chaude, puisque le niveau des mers n'a baissé que de 1,40 m en moyenne depuis 6 000 ans.

Remarquons que cette date est très voisine de celle du «déluge» décrit et daté dans la Bible ou le Coran. Remarquons aussi que cette augmentation du niveau des mers vers - 6 000 B.P. est en relation directe avec le climat du Sahara par exemple. On sait en effet qu'au



Figure 1. Peintures rupestres du Tassili N'Ajjer au Sahara central (- 6 000 ans B.P.).

* Conférence présentée lors de la « Journée de géochimie » organisée à Paris le 22 novembre 1976 par la Société Chimique de France.

début du néolithique, vers — 8 000 B.P., le Sahara était un îlot de verdure parcouru de rivières et semé de lacs. La vie végétale et animale y était alors très développée, comme en témoignent les fameuses peintures rupestres du Tassili datées à — 6 000 B.P. et situées en plein cœur du Sahara (Figure 1). Ces peintures représentent non seulement des gazelles, des girafes, des autruches, des crocodiles, mais aussi des chasseurs, des pêcheurs avec leurs filets et des poissons toutes représentations fort anachroniques dans le désert actuel. On peut remarquer aussi que, au cours de son histoire, le Sahara a toujours été désertique en période froide et, par conséquent, sèche et toujours verdoyant en période chaude et, par conséquent, humide. La seule exception à cette variation systématique est l'actuelle période chaude. C'est, en effet, vers — 4 000 B.P. que le désert commence à

s'installer et que l'eau disparaît. On ne peut s'empêcher de penser que cette unique exception aux lois climatologiques, l'homme du Néolithique en est, probablement le principal responsable en raison de ses animaux domestiques tels que le chameau et la chèvre, grands destructeurs de végétaux, et surtout de son éternel besoin de brûler la forêt pour la remplacer par des pâturages. L'importance de ce type de destruction peut être évalué actuellement à l'ouest de Recife au Brésil où un territoire grande comme deux fois la France a été complètement désertifié par les incendies volontaires de la forêt équatoriale commencés à l'époque de la conquête espagnole et qui se poursuivent encore aujourd'hui. Il a donc suffi de 500 ans, espace de temps réticulement court à l'échelle des temps géologiques, pour désertifier 10^6 km² !

Quelles sont les méthodes qui permettent d'enregistrer les variations de température à la surface du globe au cours de son histoire ?

On peut étudier la variation dans le temps des niveaux des talus des rivages marins qui dépendent du degré de fusion de la calotte polaire, on peut aussi étudier l'évolution de la nature des pollens des tourbières de montagne qui dépend de la variation de la limite des anciennes forêts, et, par conséquent, des variations de température, on peut aussi faire appel à des méthodes physico-chimiques telles que l'étude de la variation du rapport isotopique $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ dans les carottes des sédiments marins ou bien l'étude de la variation des éléments tracés dans les roches sédimentaires. Nous nous intéresserons ici essentiellement à ces deux dernières méthodes.

1. Variation du rapport isotopique $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ dans les carottes des sédiments océaniques

Le principe de cette méthode est dû à une découverte de Urey (Prix Nobel 1934) basée sur l'idée suivante :

Lorsque l'eau se solidifie il y a fractionnement des isotopes de l'oxygène de la molécule d'eau et enrichissement de la glace en ^{16}O en raison de la petite différence de point de fusion entre H_2^{16}O et H_2^{18}O . Par effet de bilan l'eau liquide s'enrichit en ^{18}O . En conséquence en période froide (calotte polaire importante) l'eau de mer s'enrichit en ^{18}O , en période chaude (fusion de la calotte polaire) elle s'appauvrit en ^{18}O .

Par ailleurs, les organismes, vivants près de la surface de la mer, tels que les foraminifères, construisent leurs coquilles (tests) en CaCO_3 à partir des constituants de l'eau de mer. Ils devraient donc enregistrer les variations de la composition isotopique de l'eau et, par là, la température. C'est ainsi qu'en opérant sur des tests de la mellibranches d'élevage, Emiliani et Epstein montrent que le rapport isotopique $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ de l'oxygène de CaCO_3 (δ) est lié à celui de l'eau de mer δ_W en équilibre isotopique et à la température t par la relation empirique :

$$t_{\text{OC}} = 16,9 - 4,2(\delta - \delta_W) + 0,13(\delta - \delta_W)^2$$

Il suffirait donc de prélever des carottes de sédiments marins en différents points des fonds océaniques, d'extraire à différents niveaux des tests de foraminifères sur lesquels on déterminera d'une part le rapport isotopique δ par spectrométrie de masse, d'autre part l'âge de ces tests par la même technique à l'aide de différents couples radioactifs tels que : uranium-ionium (entre — 10 000 et — 25 000 ans), ^{14}C entre 0 et — 40 000 ans) ou ^{210}Pb (entre 0 et — 100 ans).

La détermination du rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ est effectuée actuellement sur une prise d'essai de $1/10$ de mg (8 à 10 foraminifères) avec une très grande précision, puisque la variation de ce rapport entre deux paroxysmes froids et chauds est au maximum de 1,1 %.

La théorie précédente fut vivement controversée, notamment par l'équipe de J.C. Duplessy du Laboratoire des faibles radioactivités de Gif-sur-Yvette qui a su nuancer et affiner les premières conceptions de Urey, Emiliani et Epstein. Ainsi, d'après Duplessy :

- Les variations du rapport isotopique $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ des foraminifères ne traduisent absolument pas les variations de température de l'eau de mer, mais seulement les variations de volume des calottes glaciaires continentales. En effet, les foraminifères migrent dans la colonne

d'eau de mer afin de rester à la même température au cours des temps géologiques. La relation d'Emiliani et Epstein, établie sur les lamellibranches d'élevage, n'est donc pas généralisable aux tests carbonatés fossiles de foraminifères.

- L'étude du rapport isotopique de l'oxygène doit porter sur une seule espèce de foraminifère, car pour une température donnée, le degré de migration des différentes espèces n'est pas le même.

- Les courants et circulations océaniques ont changé au cours de l'histoire des océans. Il faut donc en tenir compte dans la détermination des paléotempératures marines.

Les tests de diatomées (algues vertes microscopiques vivant obligatoirement en surface) dont la constitution est siliceuse et non pas carbonatée, ne présentent pas les inconvénients des foraminifères et constituent de bons enregistreurs de température selon la relation empirique :

$$t_{\text{OC}} = 5 - 4,1(\delta_{\text{SiO}_2} - \delta_W - 40)$$

Grâce à ces critiques et aux nouvelles propositions de Duplessy, la méthode des isotopes de l'oxygène est devenue plus performante et en bon accord avec les autres méthodes de détermination des paléoclimats.

2. Variation de la teneur des éléments de transition en trace dans les sédiments (Treuil — Macquar — Faucherre, 1970)

Le principe de cette méthode est basé, d'une part sur la théorie du champ cristallin, d'autre part sur la théorie biorhexistatique de Erhart.

D'après la théorie du champ cristallin, on sait que des ions tels que Ni^{2+} , dont la configuration électronique externe est en d^8 , sont fortement stabilisés par effet de champ des ligands dans les sites octaédriques des silicates. Par contre les ions Zn^{2+} , dont la configuration électronique est en d^{10} , ne sont pas stabilisés dans les sites octaédriques. On peut donc s'attendre à ce que, au cours du lessivage d'un socle silicaté par les eaux climatiques les ions Zn^{2+} soient plus facilement solubilisés et entraînés dans le bassin de sédimentation (mer ou lac) que les ions Ni^{2+} .

D'après la théorie biorhexistatique, on admet que :

- en période biostatique le socle silicaté est couvert de forêt. Le climat est chaud et humide et les calottes polaires ont fondu dans de grandes proportions. Les eaux climatiques s'infiltrant dans un sol rendu réducteur et complexant par les acides organiques de l'humus ou les acides oxaliques et citriques dominant. Les ions majeurs des roches sous-jacentes sont solubilisés et entraînés dans le bassin de sédimentation où se produit une sédimentation essentiellement chimique carbonatée.

- en période rhéxistatique, la forêt a disparu. Le climat est froid et sec. Les calottes polaires et les glaciers de montagne sont importants. Les eaux de lessivage sont oxydantes (O_2 dissous des eaux climatiques). Les roches du socle sont entraînées mécaniquement dans le bassin de sédimentation. La sédimentation est détritico-silicatée et forme essentiellement des argiles.

A ces deux théories, apportons deux faits expérimentaux acquis au laboratoire et qui convergent dans le même sens :

- l'entraînement par adsorption sur un sédiment argileux est beaucoup plus important pour Ni^{2+} que pour Zn^{2+}

● l'entraînement par coprécipitation avec CaCO_3 est, au contraire, nettement plus fort pour Zn^{2+} que pour Ni^{2+} .

On peut s'attendre alors à ce que :

1. la teneur en Zn^{2+} augmente dans les sédiments calcaires correspondant à des périodes biostasiques chaudes et humides (sédimentation chimique),
2. la teneur en Ni^{2+} augmente dans les sédiments argileux, marneux ou gréseux correspondant à des périodes rhéxistasiques sèches et froides (sédimentation diétritque).

En somme la teneur en Ni^{2+} des roches sédimentaires devrait être un indicateur des périodes climatiques glaciaires alors que le Zn^{2+} devrait être un indicateur de périodes interglaciaires.

Cette conclusion théorique fut vérifiée expérimentalement sur des sédiments actuels (Auvergne) et sur des roches sédimentaires anciennes (Causses) :

a) Cas de sédiments actuels de trois lacs volcaniques d'Auvergne

Ces trois lacs, Pavin, Montcineyre et Bourdouze, furent choisis en raison de l'identité de leur environnement pétrographique (basaltes) et de la différence de leur environnement végétal (plus ou moins boisé). Le tableau I donne la teneur en Ni et Zn des sédiments superficiels de ces lacs ainsi que la teneur en pollens de graminées (élevée pour un environnement herbeux) et en diatomées qui ne prolifèrent que dans des eaux riches en silice, correspondant, par conséquent, à des sédiments argileux.

Tableau I

	Pavin	Montcineyre	Bourdouze
Ni ppm.	10 à 20	15 à 40	55 à 85
Zn/Ni	3,2	2,2	1,5
Pollens diatomées	0	faible	important
Environnement	forêt	mi-boisé mi-herbeux	herbeux

On vérifie donc bien qu'un environnement boisé est corrélé avec une faible teneur en Ni, forte en Zn et nulle en pollens et diatomées alors que ces teneurs sont inversées pour un environnement exempt de forêt.

b) Cas des roches sédimentaires des Causses

L'analyse par polarographie dérivée dans une solution de base pyridine-perchlorate de pyridine des traces de Cu, Pb, Cd, Ni et Zn contenues dans les sédiments calcaires, dolomitiques, argileux ou marneux des Causses, fournit 5 pics dont la hauteur est proportionnelle à la teneur de ces ions. On constate :

1. que la proportion relative de ces 5 éléments est différente pour chaque niveau stratigraphique des sédiments de l'ère secondaire des Causses, mais spécifique d'un niveau stratigraphique donné. C'est ainsi que les polarogrammes de l'hettangien sont identiques dans les Causses du sud, du sud-est ou de l'est du Massif Central. Il en est de même pour les polarogrammes de l'Aalénien (Figure 2). Ce type de

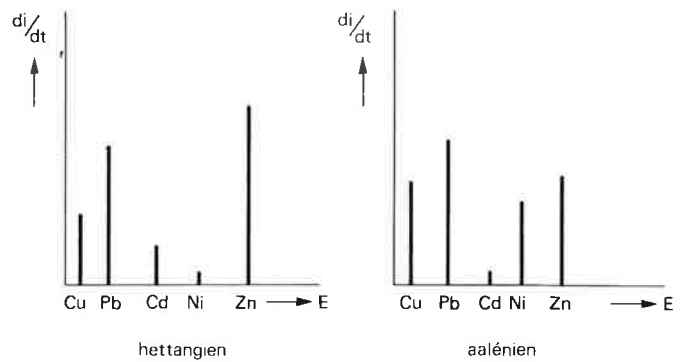


Figure 2. Polarogramme schématique de cinq éléments tracés dans deux niveaux stratigraphiques des Causses.

polarogramme peut donc jouer le rôle d'indicateur stratigraphique, ce qui, bien souvent, peut faciliter la tâche du géologue.

2. la teneur en nickel croît en période rhéxistasiq ue et diminue en période biostasiq ue comme l'indique le tableau II.

Tableau 2 : Teneur en nickel de différents niveaux stratigraphiques des sédiments secondaires des Causses

		[Ni] en ppm
Jurassique 140 à 170.10 ⁶ années	Bathonien	< 4
	Bajocien	> 40
	Aalénien	> 40
	Hettangien	< 4
	Rhétien	> 40
Trias 200 à 220.10 ⁶ années	Keuper	> 40
	Muschelkalk	< 4

La teneur en nickel des roches sédimentaires est donc un indicateur fidèle des paléoclimats puisque rhéxistasiq ue est associée aux périodes glaciaires et biostasiq ue aux périodes chaudes interglaciaires.

En conclusion, soulignons que la méthode des rapports isotopiques de l'oxygène est limitée pour le moment à l'étude des climats du quaternaire et permet de déterminer une température moyenne alors que la méthode au nickel-zinc couvre une période (1 à 60.10⁶ années pour l'ère tertiaire et 60 à 220.10⁶ années pour l'ère secondaire) mais ne permet pas de déterminer une température absolue.

Notons enfin que l'étude purement désintéressée des paléoclimats peut parfois l'être fort peu. C'est ainsi que depuis quelques années, certains services secrets s'intéressent aux paléoclimats dans le secret espoir de prévoir les climats futurs. Il ne fait pas de doute, en effet, que la diminution de un ou deux degrés de la température moyenne de notre planète entraînerait une véritable catastrophe économique dans certains pays trop septentrionaux.

Le laser de grande puissance au service de la recherche *

par M.H. Key et C.L.S. Lewis,
(Département des sciences physiques
pures et appliquées, Queen's University,
Belfast)

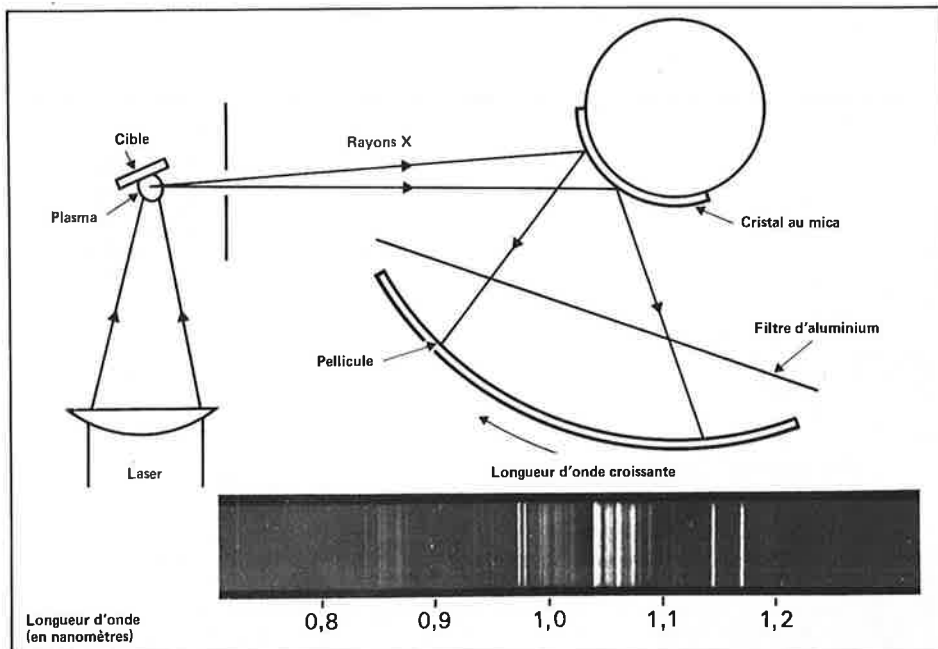
Depuis l'invention du laser, on a noté un important surcroît d'activité dans le large secteur de la recherche portant sur les interactions, à haute intensité, entre les ondes lumineuses et la matière. A présent, dans le monde entier, l'intérêt se concentre essentiellement sur l'irradiation de cibles pleines à l'aide de faisceaux laser verre-néodyme de haute puissance. On sait, en effet, que le maximum de puissance obtenu, jusqu'à présent, à partir d'un laser a été fourni par les lasers à néodyme. Il est possible qu'on leur préfère d'autres types dans l'avenir, soit pour des motifs d'ordre technologique, soit pour des raisons ayant trait à la longueur d'onde ou à la durée des impulsions. Cet article traite essentiellement des lasers verre-néodyme et des progrès qui ont précédé la création du nouveau laboratoire du Royaume-Uni, le Science Research Council Laser Centre (Centre des lasers du Conseil pour la Recherche Scientifique).

Lorsqu'un faisceau laser d'une puissance de plusieurs gigawatts converge sur un point, distant d'environ 100 microns, d'une surface plane d'un objectif plein, celui-ci libère des électrons à la surface. Ces électrons libres peuvent alors absorber l'énergie provenant de l'impulsion du laser. Au fur et à mesure que la quantité d'énergie absorbée augmente, la température des électrons devient de plus en plus élevée de

sorte qu'un nombre accru d'électrons se trouvent arrachés aux atomes sous l'effet des collisions. Les ions formés sont alors portés à haute température sous l'effet des collisions avec les électrons et l'on obtient éventuellement un "plasma produit par laser". Du fait de sa pression et de sa température élevées, le plasma qui n'est pas confiné explose. Ceci se produit soit avant soit après la fin de l'impulsion laser selon la durée de cette impulsion. La durée typique de l'explosion du plasma est de 0,1 à 1 ns (nanoseconde) de sorte que dans le cas de l'interaction des impulsions laser les plus courtes, dont la durée est de l'ordre de 10 ps (picosecondes) pour le verre-néodyme, il est possible de considérer séparément l'absorption de l'énergie laser et les phénomènes hydrodynamiques subséquents à la dilatation du plasma. Par contre, une impulsion plus longue, d'une durée de 1 à 10 ns, réagit avec le plasma en cours de dilatation et un jet de plasma émerge d'un microcratère croissant qui se développe dans la cible. C'est donc un phénomène hydrodynamique plus complexe.

La fusion thermonucléaire

On sait fort bien depuis quelques années que la fusion thermonucléaire contrôlée à l'aide de lasers à haute puissance est réalisable théoriquement. Ceci reviendrait essentiellement à irradier des objectifs sphériques de 100 microns contenant du deutérium et du tritium et à produire de ce fait la compression et l'implosion radiales conduisant à plus de 1 000 fois la densité du solide. L'énergie calorifique de choc



Dans le spectromètre à cristal au mica incurvé, les rayons X provenant du plasma produit par le laser sont réfléchis sur une pellicule et l'angle d'incidence auquel la réflexion se produit dépend de la longueur d'onde. Dans cet exemple, le spectre ainsi produit montre les raies provenant d'une cible de cuivre.

* De Spectrum 147

produite porte la température à environ 10^8 K, qui est la température d'ignition du "brûlage" thermonucléaire. En mettant en forme l'impulsion laser, il est possible d'accroître la pression dans le plasma entourant la boulette cible de manière à réaliser la compression maximale du noyau. De nombreux pays financent des projets portant sur l'étude de la fusion induite par le laser à la place des programmes plus classiques de confinement magnétique.

De nombreux groupes de chercheurs, possédant des systèmes de puissance moyenne (des dizaines de gigawatts en impulsions de 10 ps à 10 ns), ont fait, depuis plusieurs années, des études portant sur les plasmas produits par le laser.

Ces plasmas ne sont pas comprimés de la manière décrite ci-dessus, mais leur étude a permis d'établir les caractéristiques physiques fondamentales de l'interaction entre le laser et la matière et de développer de nouvelles techniques de diagnostic indispensables pour l'examen de tels plasmas transitoires, de très petite dimension à très haute température. Étant donné que les plasmas produits par les lasers mesurent généralement moins de 100 microns, qu'ils durent une nanoseconde ou moins, et qu'ils constituent des sources de rayonnement très intenses, il est possible d'extraire une grande quantité d'informations sur le laser en faisant appel aux procédés spectroscopiques.

La caméra à sténopé de radiographie est probablement l'outil le plus simple mais le plus puissant. En plaçant un petit sténopé entre le plasma et la pellicule radiographique, il est possible d'obtenir une résolution spatiale de quelques microns. C'est de cette manière que l'on a obtenu la première preuve de la compression sphérique lorsque l'image radiographique du plasma a indiqué un point très chaud bien net provenant du noyau comprimé.

De nouvelles raies spectrales

Les lasers d'une puissance supérieure à 10 GW (gigawatts) peuvent chauffer des cibles dont le nombre atomique est élevé (éléments lourds) jusqu'à des températures de 10^6 à 10^7 K, températures auxquelles il est possible de faire perdre aux atomes jusqu'à 40 % de leurs électrons périphériques. Un grand nombre d'espèces d'ions se prêtent donc à l'étude spectroscopique et des travaux sont en cours dans la région des rayons X du spectre pour lesquels on utilise des spectromètres à incidence rasante et des radiodiffractomètres. On a pu établir la classification de nombreuses raies spectrales nouvelles qu'il n'aurait pas été possible autrement d'observer en laboratoire.

L'appareil de radiocristallographie par filage, mis au point dernièrement pour l'étude des plasmas produits par laser, donne un temps de résolution allant jusqu'à seulement 20 ps et même moins. L'appareil de radiocristallographie par filage est un système électro-optique : les photons des rayons X frappant une photocathode d'or éjectent des électrons qui se trouvent rapidement accélérés jusqu'à atteindre une vitesse élevée et qui sont ensuite concentrés sur un écran à substance luminescente qui émet des photons visibles sous l'effet du choc des électrons. Si les électrons se trouvent déviés en cours de route, le temps d'arrivée des photons de rayons X initiaux se manifeste par un déplacement sur l'écran. Un renforceur d'image améliore la qualité de l'image. L'appareil de radiocristallographie par filage peut être employé avec d'autres appareils pour lesquels l'information obtenue jusqu'à maintenant se limitait à la moyenne de différents résultats. La photocathode de l'appareil de radiocristallographie par filage peut remplacer, par exemple,

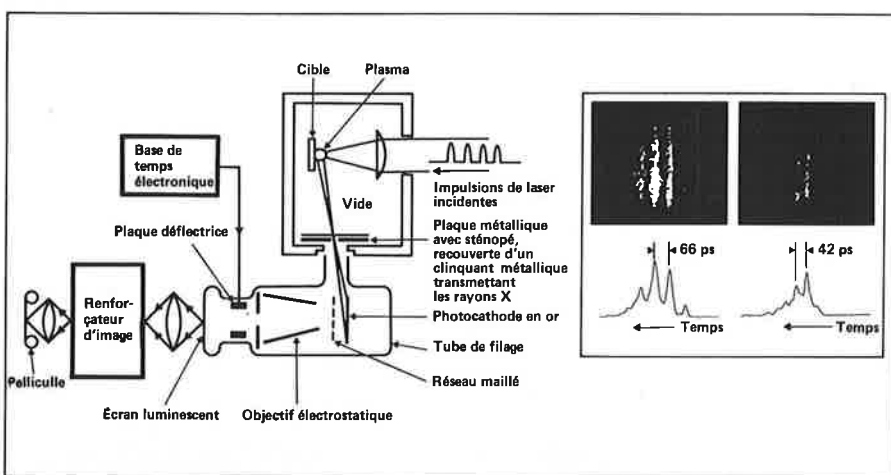
la pellicule radiographique de la caméra à sténopé pour donner des images avec résolution spatiale dans une dimension, et résolution dans le temps jusqu'à seulement quelques picosecondes dans l'autre.

Parmi les autres méthodes, citons l'interférométrie qui fait appel à un faisceau laser divisé selon deux trajectoires dont l'une passe par le plasma avant de rejoindre l'autre. Les effets pelliculaires obtenus par les deux faisceaux déphasés produisent des données sur les variations de densité dans le plasma étant donné que l'indice de réfraction et donc la trajectoire optique dépendent de la densité. La dispersion des faisceaux laser de sondage fournit également des renseignements concernant la température et la densité des électrons avec une certaine mesure de résolution spatiale. L'inconvénient de ces techniques est lié au fait que le rayonnement électromagnétique se trouve réfléchi lorsqu'il atteint des régions du plasma à la "densité critique". (C'est le même phénomène qui se produit lorsque les ondes radio-électriques se trouvent réfléchies par l'ionosphère.)

La technologie du laser

La possibilité de produire la fusion thermonucléaire grâce au laser a naturellement encouragé les efforts visant à la construction de lasers à haute température. Un laser à verre néodyme à haute puissance se compose généralement d'un générateur d'impulsions de type laser (l'oscillateur) et d'une série d'amplificateurs de diamètre croissant. Malheureusement, il n'est pas possible de continuer à augmenter indéfiniment la puissance du laser de cette manière. Même si l'on augmente la surface du faisceau du laser de manière à maintenir un flux à puissance constante et à éviter les dégâts occasionnés aux surfaces de verre par le laser, d'autres facteurs interviennent.

La réfraction non linéaire dans le verre de laser peut être considérée comme résultant de l'affaiblissement des liaisons entre les électrons et l'atome dans le verre lorsque les liaisons se trouvent étirées jusqu'au point critique par le champ électrique de l'onde lumineuse du laser. Ceci suppose que les atomes puissent être polarisés davantage aux hautes intensités, ceci ayant pour effet d'accroître l'indice de réfraction. De ce fait, si un point intense commence à se développer dans le faisceau du laser, les rayons sont réfractés vers la région d'intensité supérieure. Le faisceau risque de se "décomposer" en formant des filaments instables. L'étude mathématique du problème montre que, dans une chaîne d'amplificateurs de laser, le produit de la longueur du verre et de l'intensité ne doit pas excéder un maximum fixé, sous peine d'entraîner la décomposition. Il s'ensuit qu'il n'est pas possible de continuer à ajouter des amplificateurs de surface de plus en plus grands pour une intensité constante. Il faut réduire l'intensité et c'est alors qu'intervient une loi du rendement non proportionnel qui impose à la puissance d'un faisceau unique une limite pratique de l'ordre de 1 TW (terawatt) pour un diamètre



La caméra de filage de rayons X mis au point dernièrement permet un temps de résolution de 20 picosecondes et même moins. Les rayons X provenant du plasma tombent sur une photocathode en or, éjectant des électrons qui se trouvent accélérés et concentrés sur un écran luminescent. Une tension à base de temps appliquée à deux plaques situées à l'intérieur du tube de filage dévie les électrons en cours de trajectoire de sorte que le moment d'arrivée des photons des rayons X initiaux se manifeste par un déplacement sur l'écran. Des photons visibles émis par l'écran passent par un renforceur d'image et l'image est enregistrée sur pellicule. On peut voir à droite des traces typiques obtenues lors de l'irradiation d'une cible par un train d'impulsions de laser mesurées en picosecondes.

de faisceau de 15 cm. Cet idéal a été réalisé pour la première fois dans un seul appareil expérimental existant aux États-Unis, *le Cyclops*. Il est possible d'obtenir une puissance de plus de 1 TW en divisant le laser de manière à former un grand nombre de faisceaux identiques en parallèle. C'est là le principe qui explique la construction du laser *Shiva* de 20 TW à 20 faisceaux aux États-Unis et en URSS d'un laser à 9 faisceaux, et qui doit éventuellement en compter 57.

Les systèmes de laser à faisceaux multiples facilitent l'irradiation systématique des boulettes sphériques pour les expériences de compression; KMS Fusion Inc, aux États-Unis, a fait la première démonstration de compression à l'aide d'un faisceau relativement simple à deux rayons d'une puissance d'environ 200 GW. Au Royaume-Uni, plusieurs groupes universitaires comme ceux de Belfast, de Hull et de Essex ainsi que ceux du Centre de la direction de l'énergie atomique au Royaume-Uni (UKAEA) à Culham possèdent des lasers à faisceau simple dont la puissance se mesure en dizaines de gigawatts en impulsions se mesurant en nanosecondes, soit environ 100 GW en impulsions de picosecondes. D'autres efforts visant à la réalisation de lasers à haute puissance sont en cours en France, en Allemagne et au Japon.

Le nouveau Centre du laser

Les groupes universitaires sont trop petits pour entreprendre des expériences de compression, c'est pourquoi, il a été décidé de construire un centre du laser au Rutherford Laboratory avec le financement du Conseil de la recherche scientifique (Science Research Council). Bien que ce centre ne soit pas conçu pour réaliser la fusion, il est suffisamment grand pour permettre aux scientifiques du Royaume-Uni de contribuer aux recherches visant à accroître la somme des connaissances que l'on possède sur les plasmas dont la densité est supérieure à la moyenne. Le laser à grande puissance sera également employé dans des domaines connexes de la recherche scientifique.

La construction du Centre va se dérouler en deux phases. La première phase porte sur un système amplificateur à barres de verre néodyme capable de fournir 100 GW tandis que la seconde phase incorporera un arrangement à double faisceaux avec amplificateurs à disques et barres. Lorsqu'il entrera complètement en service en 1977, l'étage excitateur fournira un faisceau de 60 GW qui sera divisé en deux en vue de l'amplification ultérieure dans l'étage à deux faisceaux. La puissance de sortie nominale totale des deux faisceaux est de 80 GW dans une impulsion de 300 ps.

Les premières expériences du Centre étudieront les interactions entre le laser et la matière dans les régions de 10^{15} à 10^{16} W/cm² de cibles planes. On ne comprend pas vraiment à fond les inter-

actions qui se produisent à cette densité de puissance alors même que les modèles de fusion théoriques sont basés sur cette plage. Aux densités de puissances incidentes supérieures à 10^{14} W/cm², des phénomènes non linéaires commencent à se produire du fait du couplage des ondes du plasma avec le vecteur électrique du faisceau du laser. Ils peuvent aboutir à une absorption efficace de l'énergie du laser. Toutefois, d'autres effets non linéaires risquent de réduire l'absorption du fait de la contre-diffusion stimulée du rayonnement incident.

Les premières expériences sur les instabilités de contre-diffusion ne semblent pas confirmer les prédictions théoriques de coefficients de réflexion élevés. L'absorption efficace de l'énergie est indispensable pour la fusion au moyen du laser, aussi faut-il mieux comprendre ces phénomènes.

L'autre problème concerne le transfert d'énergie à l'intérieur même du plasma et à des flux de ce genre les phénomènes de conduction thermique ne sont pas classiques du fait que les courbes de température concernent des distances comparables aux trajectoires moyennes des électrons libres. La conduction de chaleur constitue le principal véhicule dans les systèmes de compression théoriques, aussi faut-il procéder à de bonnes expériences concernant les phénomènes de transport à la fois de chaleur et de rayonnement.

Les systèmes de compression idéaux pourraient échouer de toutes sortes de façons. Le plasma en cours d'implosion pourrait manifester des instabilités d'accélération tout comme le thé possédant une "stabilité" idéale se désintègre dans une tasse de thé renversée, la compression échouerait alors et les jets de plasma se trouveraient expulsés hors de la matière en implosion. Les courants thermo-électriques peuvent produire de très grands champs magnétiques qui déforment énormément les déplacements des particules de plasma chargées. La réduction anormale de la conduction thermique risque d'empêcher la chaleur de se trouver conduite jusque dans la cible et de donner lieu à la formation d'ions rapides. L'absorption liée à l'instabilité risque de produire des flux d'électrons pénétrants qui traversent toute la cible pleine et "préchauffent" le noyau, empêchant ainsi la compression adiabatique. Tous ces phénomènes sont nouveaux.

Des compressions centrées

Les expériences avec deux faisceaux porteront sur l'irradiation en sens opposés de coquilles creuses ou de boulettes sphériques, des dispositifs optiques spéciaux concentrant des ondes lumineuses en provenance de toutes les directions. Il est peut-être possible d'atteindre des compressions de l'ordre de 100 avec la puissance de laser de 0,8 TW dont on dispose. L'amélioration des conditions susceptibles de permettre la compression maximale risque

d'impliquer l'emploi de cibles composites où l'énergie est absorbée par les atomes d'impurétés des coquilles extérieures, et d'impulsions de laser conformées optimisant la variation de pression en fonction du temps. Les scientifiques n'ont pas été à même, jusqu'à maintenant, d'étudier les caractéristiques physiques de la matière comprimée à de telles densités.

Les plasmas produits par le laser en provenance de telles cibles sont des sources de rayons X efficaces et les applications potentielles de ces sources sont nombreuses. On a déjà mesuré des taux d'efficacité de conversion de l'énergie du laser en rayons X, égaux à 20 % et les lasers à puissance devraient fournir des sources capables de produire jusqu'à 100 GW de rayons X mous.

Les sources de rayons X intenses peuvent trouver des applications en radiographie. Un laser à courte longueur d'onde résultera peut-être des plasmas produits par le laser, aussi verra-t-on des expériences dans ce domaine au Centre du laser. L'une des méthodes proposées pour résoudre le problème consiste à utiliser une source de rayons X d'un plasma produit par le laser pour irradier un matériau de manière à produire la photo-ionisation des électrons K internes, ce qui revient à radiographier l'action du laser. Une autre méthode d'approche consisterait à créer un plasma d'ions hydrogène totalement ionisés dont le taux de dilatation hydrodynamique est plus rapide que le taux de recombinaison des électrons.

Pour de tels systèmes, il sera sans doute nécessaire d'utiliser un objectif cylindrique pour la mise au point du faisceau laser de manière à obtenir une longueur efficace du véhicule d'amplification des ondes lumineuses. Partout dans le monde, des recherches se poursuivent dans ce domaine car une source de rayons X cohérente trouverait de nombreuses applications dans le domaine de la médecine, de la cristallographie et de la spectroscopie ainsi que dans la physique des plasmas où elle fournirait un nouvel outil de diagnostic.

Ce sont là quelques-uns seulement des domaines de recherche auxquels on pense dans l'immédiat; pour d'autres comme, par exemple, les interactions nucléaires dans les plasmas comprimés et les phénomènes électro-dynamiques des quanta, il faudra attendre de posséder des lasers encore plus puissants. La nécessité de faire appel à une puissance laser de plus en plus élevée ainsi que de disposer de lasers à haute efficacité stimule le développement d'autres systèmes de laser ainsi que la recherche portant sur de nouvelles transitions susceptibles de remplacer éventuellement le laser à verre néodyme. Des travaux de ce genre trouveront également une place dans le nouveau laboratoire où une source de pompage de faisceau d'électrons à haute puissance sera sans doute installée au cours de la seconde phase de développement.

Les problèmes de corrosion des matériaux métalliques dans les réacteurs à sels fondus *

par G. Chauvin, J. Dixmier et P. Jarny
(CEN. Fontenay-aux-Roses, Division de chimie, Département de chimie appliquée, Service d'étude de la corrosion et d'électrochimie, Section d'étude de la corrosion par métaux liquides et gaz)

On rappelle les applications et les projets des États-Unis concernant les réacteurs à sels fondus (mélanges de fluorures, pouvant contenir le combustible, utilisés entre 560 et 700 °C) :

- le réacteur A.R.E. (Aircraft Reactor Experiment, pour le projet d'avion militaire), construit en 1950. Puissance : 2,5 MW thermiques,
- le réacteur M.S.R.E. (Molten Salt Reactor Experiment), qui a fonctionné de 1965 à 1969. Puissance : 7,5 MW thermiques,
- le projet de réacteur M.S.B.R. (Molten Salt Breeder Reactor), projet américain en cours. Puissance : 1 000 MW électriques.

De tels réacteurs posent tout un ensemble de problèmes de corrosion. On analyse un certain nombre de facteurs caractéristiques ayant une influence sur cette corrosion :

- les traces d'humidité et les impuretés métalliques des sels,
- les gradients thermiques,
- la vitesse de circulation des sels,
- le tellure des produits de fission,
- les couplages.

Dans ces milieux de fluorures fondus et dans les conditions expérimentales particulières aux réacteurs, les matériaux métalliques à haute teneur en nickel semblent particulièrement prometteurs pour la résistance à la corrosion. C'est le cas de l'alliage Hastelloy N (Ni ~ 70 %, Cr ~ 7 %, Mo ~ 17 %), notamment dans sa version dite «modifiée» (addition de niobium). La corrosion de ce matériau, à 700 °C environ, est de 2,6 mg.cm⁻², soit, en supposant une corrosion uniforme, une vitesse d'attaque de l'ordre du micron par an (essais de 28 000 heures dans un mélange LiF-BeF₂-UF₄).

Introduction

L'intérêt des réacteurs nucléaires à sel fondu, où l'élément fissile est dissous dans le sel, consiste en une production d'énergie dans des conditions plus avantageuses qu'avec les réacteurs nucléaires «classiques» (1) (2) en raison, essentiellement, des caractéristiques suivantes :

- alimentation en continu du combustible,
- bonne économie de neutrons,
- grande sécurité de fonctionnement,
- fonctionnement à haute température mais basse pression,
- absence de fabrication des éléments combustibles,
- procédé de retraitement rapide,
- coût peu élevé du cycle du combustible (tableau I), ce qui permet de prévoir qu'on obtiendra, pour la fin du siècle, le prix le plus faible du kWh nucléaire de toutes les filières actuelles, avec d'ailleurs la même prévision pour les réacteurs rapides à gaz.

Plusieurs projets de réacteurs et certaines réalisations ** ont été développés aux États-Unis, à Oak-Ridge :

1. en 1947, projet d'avion militaire A.N.P. (Aircraft Nuclear Propulsion) ;

* Communication présentée à la 8^e Réunion du Groupe de travail «Corrosion nucléaire» de la Fédération Européenne de la Corrosion, 30 septembre - 1^{er} octobre 1976, Beznau (Suisse).

** Il s'agit de réalisations pilotes car aucun réacteur à sel fondu n'a encore atteint le stade de l'industrialisation.

Tableau I. Coûts prévus du kWh nucléaire pour la fin du siècle, pour les principales filières (d'après Edison Electric Institute) (1) (référence de 1971)

Filière	Investissement \$/kWe	Cycle de combustible mills/kWh	Fonctionnement et entretien mills/kWh	Coût du kWh mills
Eau légère	150-180	1,4-1,6	0,3	4,7-5,5
Eau lourde	180-220	0,3-0,5	0,3	4,2-5,2
Gaz hautes températures	135-165	1,0-1,2	0,3	4,0-4,8
Rapide sodium	160-190	0,4-0,6	0,3	3,9-4,7
Rapide gaz	150-180	0,4-0,6	0,3	3,7-4,5
Sels fondus	150-180	0,2-0,4	0,5	3,7-4,5

2. en 1950, construction du premier réacteur, l'A.R.E. (Aircraft Reactor Experiment) ayant, notamment, les caractéristiques suivantes :

- Puissance : 2,5 MWth
- Sel combustible : mélange de fluorure d'uranium très enrichi, de sodium et de zirconium
- Réseau de canalisation du sel : utilisation de l'alliage Inconel 600 (d'où une forte corrosion par les fluorures fondus mais avec un fonctionnement limité à 20 heures, le but étant simplement de démontrer la faisabilité de ce type de réacteur)
- Modérateur : massif d'oxyde de béryllium.

Cette réalisation a donné des résultats satisfaisants, cependant pour des raisons de sécurité le programme de réacteur d'avion A.N.P. a été abandonné en 1954.

Au cours du fonctionnement de ce réacteur, on a mis en évidence notamment, deux points technologiques essentiels : la compatibilité du graphite non gainé avec des fluorures fondus et la bonne résistance à la corrosion d'un nouvel alliage métallique, l'INOR-8, alliage à base de nickel (~ 70 %), de chrome (~ 7 %) et de molybdène (~ 17 %), actuellement commercialisé sous le nom d'Hastelloy N (tableau II).

Tableau II. Composition chimique de l'Hastelloy N

Élément	Teneur (%)	
	Alliage standard	Alliage modifié
Ni	balance	balance
Mo	15-18	11-13
Cr	6-8	6-8
Fe	5 max	0,1 max
Mn	0,8 max	0,15-0,25
Si	1 max	0,1 max
S	0,02 max	0,015 max
P	0,015 max	0,015 max
B	0,01 max	0,001 max
C	0,04-0,08	0,04-0,08
W	0,5 max	0,1 max
Co	0,2 max	0,2 max
Cu	0,35 max	0,1 max
Al		0,1 max
Al + Ti	0,5 max	
Ti		2 max
Nb		2 max

Compte tenu des résultats satisfaisants obtenus, la Commission américaine de l'énergie atomique s'engage, en 1960, dans un projet plus important et en 1962, décide la construction d'un réacteur nouveau : le M.S.R.E. (Molten Salt Reactor Experiment). Ce réacteur diverge en 1965 et fonctionne jusqu'en 1969 avec une puissance thermique de 7,5 mégawatts.

Actuellement cette filière suscite un grand intérêt qui se manifeste essentiellement aux États-Unis, où l'on retient un projet de cen-

trale d'un milliard de dollars, en participation avec le Japon, qui devrait conduire à la construction d'un réacteur surrégénérateur de 1 000 mégawatts électriques, le M.S.B.R. (Molten Salts Breeder Reactor) (3), fonctionnant entre 560 et 700 °C environ.

L'URSS paraît s'intéresser également à cette filière, avec un projet de réacteur de 200 mégawatts. En France, le Commissariat à l'Énergie Atomique et l'Électricité de France ont, dans cette perspective, une préoccupation commune (4).

I. Structure d'une centrale nucléaire à sels fondus

Une centrale nucléaire à sels fondus, telle qu'elle est envisagée dans l'hypothèse rapportée ci-dessus, d'un réacteur du type M.S.B.R., comprend trois circuits (figures 1 et 2) :

- un circuit primaire contenant, comme combustible liquide, un sel fondu ayant la composition suivante : LiF : 71,7 moles %, BeF₂ : 16 moles %, ThF₄ : 12 moles %, UF₄ : 0,3 mole %, dont les propriétés principales sont exposées sur le tableau III. Dans le réacteur, le sel qui comprend donc le matériau fissile (plusieurs possibilités : uranium 235 pur, uranium enrichi, plutonium, uranium 233) circule dans des canaux du modérateur en graphite. Le gaz de couverture est de l'hélium ;

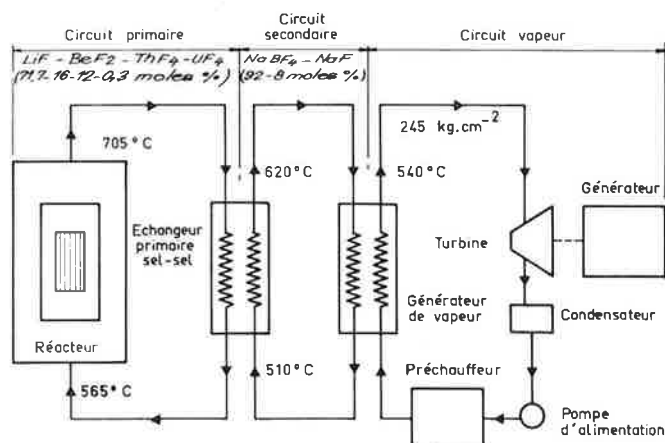


Figure 1. (Réf. 1). Schéma d'une centrale nucléaire à sels fondus.

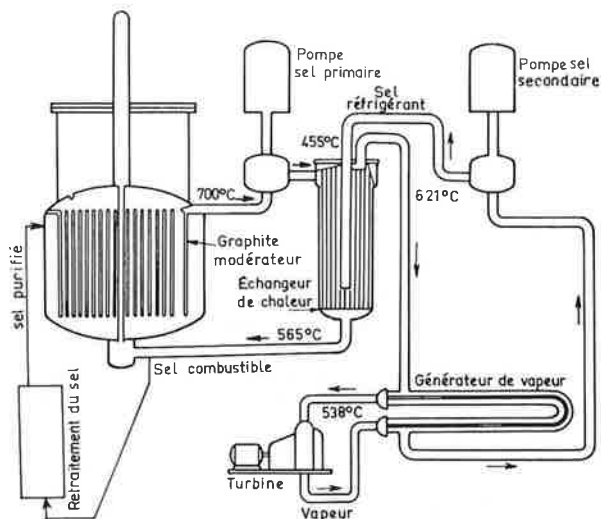


Figure 2. (ORNL-4 812). Réacteur à sels fondus surrégénérateur du type M.S.B.R.

- un circuit secondaire, correspondant à un sel fondu intermédiaire ou sel réfrigérant. Dans le cas du réacteur M.S.B.R., il s'agirait de l'eutectique NaBF₄-NaF (92-8 moles %) ;
- un circuit vapeur, pourvu des organes habituels à cette structure (dont : préchauffeur, générateur de vapeur, turbine...).

Tableau III. Composition et propriétés des sels combustibles M.S.R.E. et M.S.B.R.

	M.S.R.E.	M.S.B.R.
Composition (moles %)	⁷ LiF 65 BeF ₂ 29,1 ZrF ₄ 5 UF ₄ 0,9	⁷ LiF 71,7 BeF ₂ 16 ThF ₄ 12 UF ₄ 0,3
Température de fusion (°C)	434	500
Propriétés à 600 °C		
- densité (g.cm ⁻³)	2,26	3,3
- capacité calorifique (cal.g ⁻¹ .°C ⁻¹)	0,47	0,33
- viscosité (centipoises)	10	12
- pression de vapeur (Torr)		négligeable
- conductivité thermique (watts.cm ⁻¹ .°C ⁻¹)	0,01	0,008

2. Corrosion des éléments des circuits de sels fondus

Les expériences effectuées à Oak-Ridge concernent notamment les alliages « Inconel » et Hastelloy N.

2.1. Alliages « Inconel »

A priori ces alliages de nickel, très chargés en chrome (tableau IV) ne peuvent résister longtemps à la corrosion par les fluorures. Cependant, on a vu que pour le premier réacteur A.R.E. d'Oak-Ridge, correspondant à des essais de faisabilité de très courte durée, on a utilisé un réseau de canalisations en Inconel 600.

Tableau IV. Composition des alliages « Inconel » (ORNL-TM-4286, p.40)

Type d'Inconel	Éléments principaux (% poids)					
	Ni	Cr	Fe	Al	Nb	Mn
600	75	15	7			
606	70	20	2		2	3
601	60	23	14	1		
690	50	30	15			

2.2. Alliage Hastelloy N

L'alliage Hastelloy N s'est bien comporté au cours du fonctionnement du réacteur M.S.R.E. arrêté en 1969. En particulier des examens micrographiques sur six tubes en alliage Hastelloy N ont révélé qu'après 26 000 heures (soit environ 3 ans), en milieu de fluorures fondus, à 650 °C, cet alliage présente une très bonne résistance à la corrosion, avec un taux de corrosion inférieur à 2 microns par an.

Depuis l'arrêt du réacteur M.S.R.E., des essais de corrosion de longue durée (20 000 à 30 000 heures) ont été poursuivis de façon intensive à Oak-Ridge avec des boucles d'essais de composants en convection naturelle ou forcée (1).

Compte tenu de l'expérience ainsi acquise, on peut dégager un certain nombre de facteurs principaux ayant une influence sur la tenue à la corrosion des circuits :

- les traces d'humidité et les impuretés métalliques des sels,
- les gradients thermiques,
- la vitesse de circulation des sels,
- le tellure des produits de fission,
- les couplages.

3. Influence des traces d'humidité et des impuretés métalliques des sels

3.1. Cas des traces d'humidité

D'une façon générale les traces d'humidité résiduelle dans un sel fondu augmentent le caractère corrosif du sel. Dans le cas des fluorures les traces d'humidité donnent lieu à des réactions d'hydrolyse avec production d'acide fluorhydrique selon une réaction qu'on peut ainsi schématiser :



L'acide HF formé peut notamment attaquer le chrome de l'alliage métallique expérimenté.

En conséquence, tous les sels utilisés et en particulier le sel combustible sont préalablement déshydratés à l'aide d'un traitement par un mélange HF-H₂ (H₂ = 80 % en vol.). Les oxydes sont réduits et la vapeur d'eau formée est éliminée par entraînement.

A cet égard, il convient de remarquer que la réaction d'hydrolyse (I) peut être particulièrement dangereuse dans une centrale nucléaire lorsque la vapeur pénètre accidentellement dans le sel du circuit secondaire à la suite d'une défaillance quelconque. Il s'ensuit une corrosion importante du système (5) (figure 3).

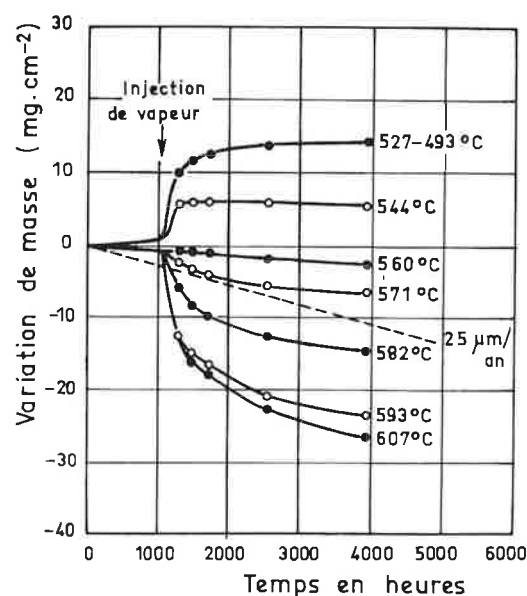


Figure 3. (ORNL-4832). Boucle NCL-17, NaBF₄-NaF (92-8 moles %)

3.2. Cas des impuretés métalliques

Les impuretés contenues dans le sel (par exemple FeF₂, NiF₂, des oxydes) peuvent, par des réactions chimiques d'oxydo-réduction, contribuer à la corrosion des matériaux métalliques. Leur concentration dépend du degré d'efficacité de la méthode de purification du sel combustible par le mélange HF/H₂.

L'impureté fluorure FeF₂ par exemple est un oxydant fort vis-à-vis du chrome de l'Hastelloy N :



La figure 4 montre le danger d'une telle impureté dont l'addition au sel se traduit par une brusque augmentation de la cinétique de corrosion. En effet, au bout de 3 000 heures d'exposition au sel, rendu oxydant par l'addition de 500 ppm de FeF₂, les échantillons expérimentés perdent 6 fois plus de poids que durant les 29 000 heures précédentes*.

* Travaux d'Oak-Ridge effectués dans une boucle NCL-16 (Natural convection loop) en Hastelloy N et fonctionnant avec le sel LiF-BeF₂-UF₄ (65,5-34-0,5 moles %) entre 704 °C et 534 °C (ΔT = 170 °C) par convection thermique (13).

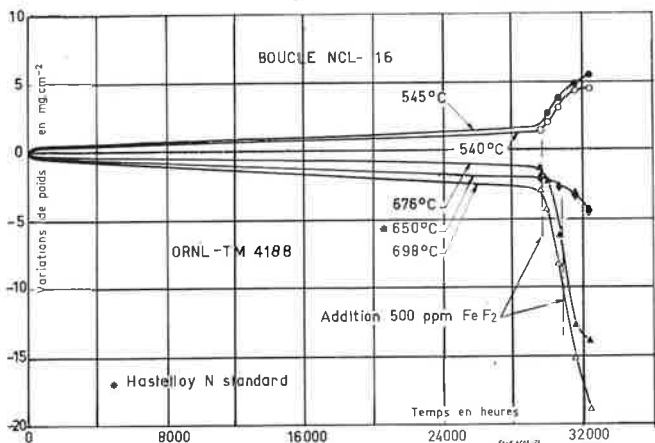


Figure 4.

4. Influence des gradients thermiques (transfert de masse)

4.1. Aspect général

D'une façon générale, un métal placé dans un sel fondu peut ne subir qu'une corrosion faible s'il est placé en conditions isothermes mais être, au contraire, fortement corrodé s'il se trouve en conditions non isothermes (gradient thermique). A titre d'exemple, on peut citer le cas de l'argent dont l'étude a été traitée en France, au C.E.A. en

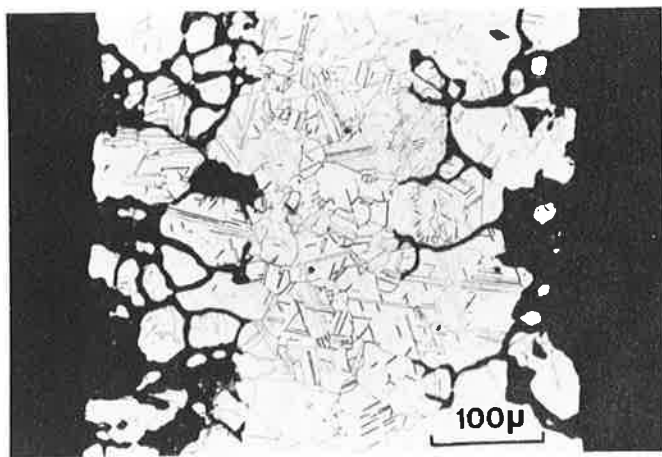
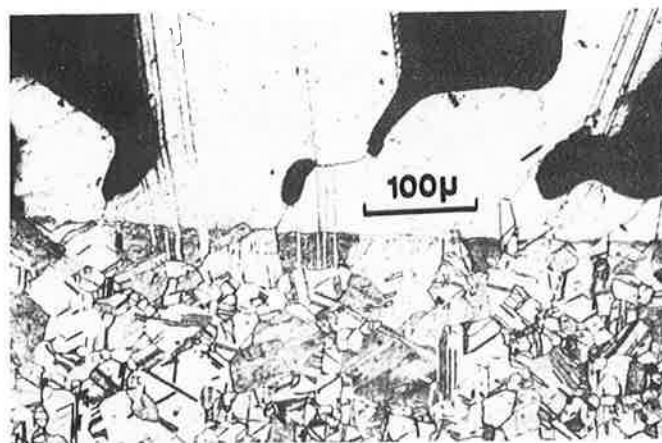


Figure 5. Aspect de la corrosion intergranulaire de l'argent. (AgCl : 10^{-2} en fraction molaire ; durée : 24 h) (réf. 6).



a) Cristaux d'argent déposés par transfert de masse.
b) Plaque d'argent.
Figure 6. Cristaux épitaxiaux d'argent déposés par transfert de masse. (AgCl : 10^{-2} en fraction molaire ; durée : 24 h) (réf. 6).

milieu de chlorures fondus LiCl-KCl-AgCl ($3 \cdot 10^{-2}$ en fraction molaire). A 460°C (6) (7) la corrosion en conditions isothermes est faible (de l'ordre de $0,1 \text{ mg cm}^{-2}$ en 24 h), mais elle est 100 fois plus importante en présence d'un gradient thermique. Globalement on observe dans la zone «chaude» du gradient une corrosion intergranulaire se traduisant par une perte de métal due notamment à des grains déchaussés (figure 5), tandis que la zone «froide» révèle un dépôt de gros cristaux épitaxiaux et de dendrites (figure 6). Il s'est donc produit un «transfert d'argent». L'étude du processus montre qu'il s'agit d'un «transport» par mécanisme de thermopile donc d'un processus dont la nature est essentiellement électrochimique. En effet, par étude à l'aide de courbes intensité-potential notamment on détermine la valeur du courant de corrosion (figure 7). On montre que les pertes de poids réelles, observées, concordent de façon satisfaisante avec les pertes de poids calculées d'après ce courant de corrosion. Celle-ci peut être également contrôlée par une méthode de débit de thermopile sur une résistance extérieure variable (figure 8). Le courant de corrosion est déterminé par extrapolation à résistance nulle de la courbe obtenue. La comparaison des figures 7 et 8 montre la bonne concordance des valeurs de courant obtenues pour AgCl : 10^{-2} en fraction molaire.

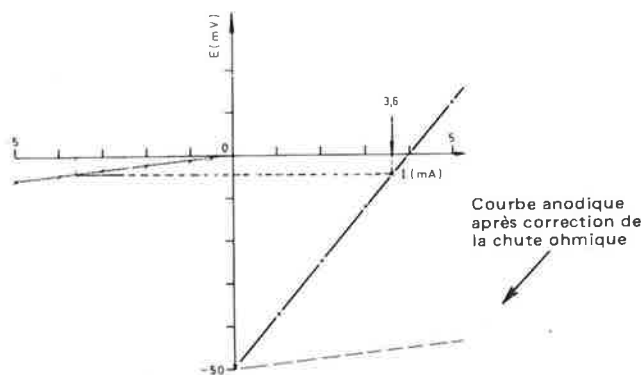


Figure 7. Courbes intensité - potentiel de la thermopile en solution : AgCl ($x = 10^{-2}$ en fraction molaire - LiCl.KCl (eutectique).
Anode . 502°C } $t = 72^\circ\text{C}$
Cathode . 430°C }
(L'électrode de référence a la même concentration en AgCl que la solution). (réf. 7).

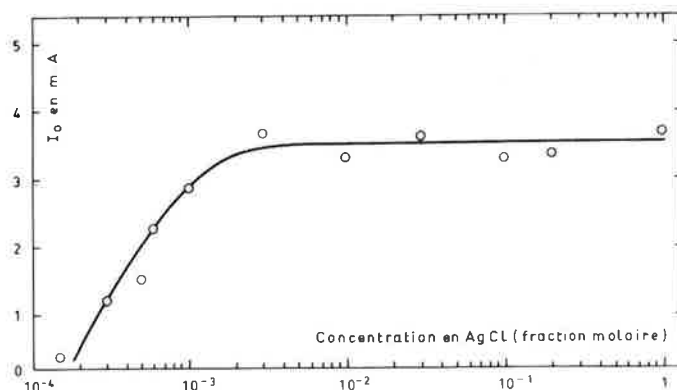


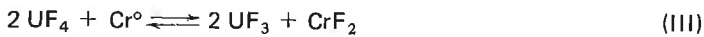
Figure 8. Étude de la corrosion de l'argent en milieu AgCl-LiCl, KCl. Variation du «courant initial de court-circuit I_0 » en fonction de la concentration. (réf. 7).

4.2. Cas d'un réacteur à sel fondu

Les expériences effectuées à Oak-Ridge montrent que dans le cas d'un réacteur à sel fondu, les gradients thermiques des circuits sont susceptibles de présenter une influence nocive sur la corrosion. Ainsi, pour les alliages nickel-chrome, et plus spécialement pour ceux qui ont une teneur en chrome élevée, on observe dans ces conditions une corrosion relativement élevée de la zone «chaude» et un dépôt dans la zone «froide». L'analyse révèle que tout se passe comme si le

chrome, élément le plus oxydable de l'alliage, était transféré de la zone chaude vers la zone froide (8) (9) (15).

Dans une certaine mesure on peut probablement rendre compte de ce comportement à l'aide d'un mécanisme électrochimique analogue à celui exposé ci-dessus qui découlerait de la variation avec la température de la constante d'équilibre de la réaction :



Cet équilibre est caractérisé par une constante K telle que :

$$K = \frac{X^2_{\text{UF}_3}}{X^2_{\text{UF}_4}} \cdot \frac{X_{\text{CrF}_2}}{a_{\text{Cr}}} \quad (\text{IV})$$

où X désigne la fraction molaire et a_{Cr} l'activité du Cr en solution solide dans l'alliage (10).

Ainsi, à 1 000 °K (730 °C) : $K = 2,8 \cdot 10^{-7}$
à 800 °K (527 °C) : $K = 1,12 \cdot 10^{-11}$

Donc, en conditions isothermes, la réaction (III) est très déplacée vers la gauche ; la corrosion de l'alliage est donc faible.

Par contre, en conditions non isothermes, c'est-à-dire en présence d'un gradient thermique, le transfert de masse observé pourrait s'expliquer, dans une certaine mesure, par une contribution plus ou moins grande de cet équilibre (réaction III) avec un déplacement vers la droite (corrosion de l'alliage) dans les zones «chaudes» et déplacement vers la gauche (dépôt de chrome sur l'alliage) dans les zones «froides», cet effet résultant d'une variation de la constante d'équilibre K avec la température (9).

En pratique, les conséquences de ce phénomène de transfert peuvent être graves : les parties froides des canalisations risquent même d'être obturées par la formation d'un bouchon constitué notamment de dendrites métalliques. Dans la zone chaude, la corrosion, qui résulte de l'élimination sélective du chrome, peut endommager l'alliage. Cette corrosion se manifeste par une zone de cavités (zone déchromisée) (figure 9).



Figure 9. Corrosion de l'Hastelloy N dans la boucle NCL-16, après addition de FeF_2 au sel fondu (ORNL-TM 4 188). (Grandissement de la micrographie non précisé par ORNL).

Ce phénomène de transfert de masse est surtout spectaculaire dans le cas des alliages à forte teneur en chrome (aciers inoxydables et alliages «Inconel» par exemple).

La figure 10 montre que la corrosion des alliages «Inconel», appréciée par perte de masse, croît rapidement avec la concentration en chrome de l'alliage (tableau IV).

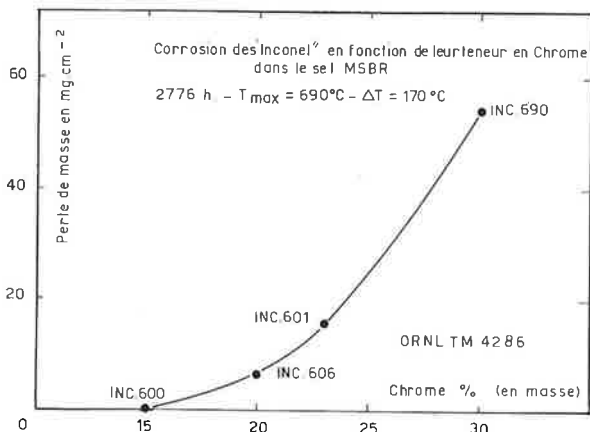


Figure 10.

L'expérience du M.S.R.E. et de nombreux essais de corrosion effectués en boucles ont montré que le transfert de masse est peu impor-

tant dans le cas de l'Hastelloy N où la teneur en chrome est limitée à 7 %.

Ainsi, au bout de 28 000 heures à 698 °C dans le sel $\text{LiF-BeF}_2\text{-UF}_4$ la perte de masse de l'Hastelloy modifié est de $2,6 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$ soit, en supposant une corrosion uniforme, une vitesse d'attaque d'environ $1 \mu\text{m}/\text{an}$ (figure 4).

Enfin, le transfert de masse peut être également accentué par la présence d'impuretés métalliques ainsi que le montrent par exemple des expériences avec addition de FeF_2 au sel fondu exposées plus haut (réaction II).

De façon générale, il est donc important d'utiliser un sel combustible aussi peu chargé que possible en impuretés. Corrélativement, et c'est le cas du réacteur M.S.B.R. par exemple, le rapport $\text{U}^{4+}/\text{U}^{3+}$ doit être inférieur à 100, ce qui implique une concentration maximum en CrF_2 de 10^{-5} en fraction molaire (calculs pour 600 °C).

Enfin il convient d'éviter a priori l'emploi d'alliages à haute teneur en chrome tels que les alliages «Inconel» ($\text{Cr} \geq 15\%$) ; l'alliage Hastelloy N, actuellement considéré, est évidemment peu chargé en cet élément ($\text{Cr} : 7\%$ environ).

Remarque : Le transfert de masse se manifesterait parfois d'une manière particulière, notamment dans le cas des fluoborates. On observe bien une corrosion par élimination du chrome dans la zone chaude mais dans les parties froides on décèle la précipitation d'un sel répondant à la formule : Na_3CrF_6 .

5. Influence de la vitesse de circulation des sels

Dans un réacteur à sel fondu le sel circule à l'aide de puissantes pompes débitant $1 \text{ m}^3 \cdot \text{sec}^{-1}$. La vitesse du sel dans les tubes des échangeurs est de l'ordre de $2 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$. Dans les boucles d'essais de corrosion à convection naturelle, la vitesse est évidemment moindre.

Les résultats obtenus avec des boucles à convection forcée en milieu $\text{NaBF}_4\text{-NaF}$ (11) montrent que la vitesse de corrosion dépend fortement de la vitesse du sel durant le premier millier d'heures. Ensuite, les vitesses d'attaque s'égalisent (figure 11).

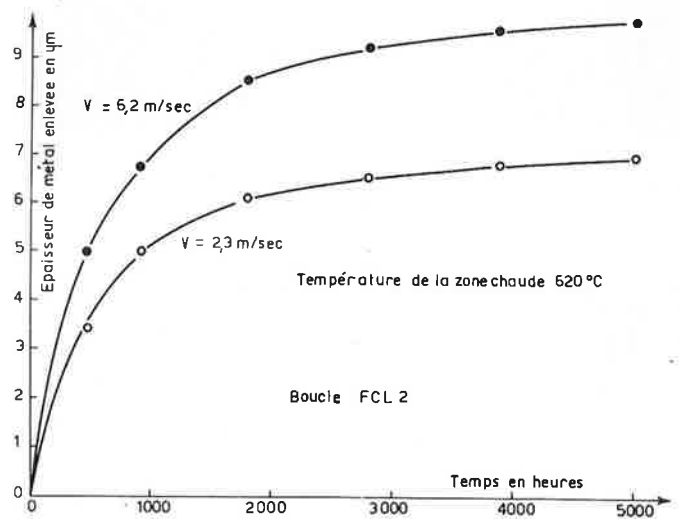


Figure 11. Courbes établies d'après les valeurs du rapport ORNL 4832, p. 137

6. Influence du tellure

L'expérience du réacteur M.S.R.E. a par ailleurs mis en évidence un fait important : l'attaque intergranulaire de l'alliage Hastelloy N par les produits de fission. Ce type d'attaque produit des amorces de fissures * aux joints des grains, pouvant pénétrer jusqu'à $300 \mu\text{m}$ de

* qu'on met en évidence par traction post-opératoire des échantillons.

profondeur. Ce phénomène ne semble pas provenir du flux neutronique puisqu'il se manifeste également dans la partie du circuit logée dans l'échangeur de chaleur.

On constate que les produits de fission ont diffusé jusqu'au fond des joints de grains où l'on décèle une forte concentration de tellure (12). Par des expériences séparées, on a montré que le tellure serait, de ce point de vue, le plus nocif des produits de fission (13).

Plusieurs matériaux ont été testés en présence de tellure. Les résultats montrent que l'acier 304 L, l'Inconel 606 et généralement les alliages contenant plus de 15 % de chrome ne sont pas attaqués par le tellure. Il en serait de même pour quelques alliages de type Hastelloy N, modifié par des additions de niobium notamment (tableau II) mais ce n'est pas encore absolument définitif. Ces premiers résultats encourageants appellent une confirmation.

Quoi qu'il en soit, cet ensemble d'expériences met en évidence toute l'importance de la teneur en chrome du matériau ; une teneur élevée étant nocive pour la corrosion par gradients thermiques mais serait favorable pour s'opposer à l'attaque par le tellure.

7. Influence des couplages

Le graphite modérateur ne semble pas influencer la cinétique de corrosion (14) de l'Hastelloy N. La vitesse d'attaque reste faible. La dissolution du carbone dans l'Hastelloy N est négligeable.

Dans le retraitement du sel, le bismuth n'aurait pas non plus d'effet sur la corrosion de l'Hastelloy N (5).

8. Cas des aciers inoxydables

Dans cet exposé sur la corrosion dans les réacteurs à sels fondus, les différentes considérations sont centrées sur l'alliage Hastelloy N qui est le matériau le plus étudié à Oak Ridge et qui semble le plus prometteur actuellement.

Toutefois il convient de remarquer que les aciers inoxydables austénitiques, en raison notamment de leurs avantages économiques et de leur relative insensibilité à l'attaque par le tellure, sont l'objet d'un certain intérêt et donnent lieu à diverses études. Cependant ces aciers présentent un certain nombre d'inconvénients. A haute température (~ 700 °C) leurs propriétés mécaniques sont inférieures à celles de l'Hastelloy N. Leur corrosion par les sels fondus est importante car leur forte teneur en chrome (~ 18 %) favorise le transfert de masse. Ainsi l'acier 304 L* par exemple se corrode beaucoup plus vite que l'Hastelloy N (15). En effet, après des essais de 32 000 heures (soit environ 3,5 ans) à 690 °C, avec un sel de type M.S.R.E. (mélange $\text{LiF}-\text{BeF}_2-\text{ZrF}_4-\text{UF}_4-\text{ThF}_4$, à 70-23-5-1-1 moles %), la perte de poids est de 64 mg cm^{-2} , soit, en supposant une corrosion uniforme, une perte d'épaisseur d'environ 25 microns par an (rappelons, pour comparaison, que la vitesse d'attaque de l'Hastelloy est de

l'ordre du micron par an). La boucle à convection thermique, elle-même en acier 304 L, dans laquelle les essais ont été effectués, présente, après 9,5 ans d'expérimentation entre 590 et 690 °C, une zone de cavités (pores de déchromisation) sur une profondeur de 250 microns.

Enfin, les aciers inoxydables sont fortement attaqués par le sel fondu $\text{NaBF}_4\text{-NaF}$ du circuit réfrigérant. Des essais effectués avec une sonde en acier 304*, entre 540 et 690 °C, révèlent une perte de poids de 175 mg cm^{-2} en 5 000 heures, correspondant, en valeur extrapolée, à une perte d'épaisseur d'environ 350 microns par an (16).

Conclusion

Les problèmes de corrosion dans les réacteurs à sels fondus sont donc relativement complexes. Les précautions à prendre, tant en ce qui concerne la pureté des sels fondus que la composition des alliages métalliques des circuits, ou les conditions de mise en œuvre, sont particulièrement importantes.

Dans l'état actuel des travaux, on peut dire qu'au moins pour la gamme de température envisagée pour le réacteur M.S.B.R., soit 560 à 700 °C, l'alliage de nickel du type Hastelloy N semble convenir. Cependant, compte tenu de l'ensemble des problèmes généraux posés par ce réacteur, à l'intérieur desquels s'inscrivent les problèmes particuliers inhérents à la corrosion, on peut supposer que des matériaux différents ou de version modifiée, sont susceptibles d'être également retenus.

Bibliographie

- (1) M. Grenon et J.J. Geist, *Energie Nucléaire*, 1971, 13, 2, 86.
- (2) Recherches liées aux problèmes de l'énergie. Réflexions et perspectives, Rapport C.N.R.S., 1975, p. 115.
- (3) *Nucleonics Week*, 14 février 1974.
- (4) *Le Monde*, 14 novembre 1974.
- (5) J.W. Koger, A.P. Litman, Rapport ORNL1969, 4 449.
- (6) G. Chauvin, H. Coriou, P. Jarny, *C.R. Acad. Sc.* 1968, 266, série C, 675.
- (7) G. Chauvin, H. Coriou, P. Jarny, *Corrosion Science*, 1970, 10, 91.
- (8) J.W. Koger, Rapport ORNL, 1964, 3 708.
- (9) J.W. Koger, *Corrosion*, 1974, 30, 4.
- (10) C.F. Baes, Reprocessing of nuclear fuel, Conf. 690.801, US AEC, 1969.
- (11) J.W. Koger, Rapport ORNL, 1972, 4 832, p. 124.
- (12) H.E. Mc Coy, Rapport ORNL, 1972, 4 812, 210.
- (13) H.E. Mc Coy, B. Mc Nabb, Rapport ORNL, 1972, 4 832, p. 63.
- (14) A. Taboada, Rapport ORNL, 1964, 3 708, 331.
- (15) J.W. Koger, Rapport ORNL, 1972, TM-4 286.
- (16) J.W. Koger, A.P. Litman, Rapport ORNL, 1970, TM-2 741.

* Composition de l'acier 304 L (% en masse) : C = 0,03 ; Cr = 18 à 20 ; Ni = 8 à 12 ; Mn = 2 ; Si = 1.

Chimie et Société *

par Jacques Bénard

(Professeur à l'Université Pierre-et-Marie Curie, Président de la Commission de l'enseignement de la Fédération des Sociétés Chimiques Européennes)

Le thème qui m'a été suggéré et que j'ai eu l'imprudence d'adopter tient, comme vous le savez, en trois mots : Chimie et Société. C'est un sujet ambitieux car il s'inscrit dans celui plus vaste et aujourd'hui si controversé, dans certains pays, des rapports entre la science et la Société.

Mais avant de l'aborder et puisque nous sommes ici réunis pour parler d'enseignement, j'ai pensé qu'il était nécessaire d'établir un court bilan de ce qui a été fait jusqu'à maintenant pour adapter l'enseignement de la chimie à l'évolution de la science, de la technique et de la société. Ce bilan, pourra je l'espère nous aider à définir nos futurs objectifs, à la lumière de quelques remarques très générales.

J'ajoute que je considérerai surtout dans ce qui suit la situation que nous connaissons dans les pays qui possèdent déjà une longue tradition scientifique et industrielle, et en particulier dans les pays européens.

Quels sont les résultats des efforts réalisés pour adapter l'enseignement de la chimie à l'évolution de la science, de la technique et de la société ?

Vous savez quels efforts ont été accomplis au cours des dernières décennies pour moderniser l'enseignement de la chimie, en particulier dans les établissements du second degré. Puis-je rappeler que c'est d'abord au sein de divers organismes nationaux : sociétés savantes et commissions ministérielles en particulier, que furent initiées les premières études dans ce domaine. Les travaux de la fondation Nuffield, ceux des groupes d'étude dénommés *Chemical bond approach* et *chemistry an experimental science* en sont de bons exemples.

Parallèlement un certain nombre d'organismes internationaux se préoccupèrent de ce problème et suscitèrent des groupes de réflexion temporaires ou permanents. Parmi les étapes qui jalonnent cette longue marche je me bornerai à mentionner :

- En 1960 la réunion du colloque interna-

* Conférence présentée en août 1977, à Ljubljana, au *Symposium international sur l'enseignement chimique*, organisé sous les auspices de l'UNESCO, de la Fédération des Sociétés Chimiques Européennes et de l'Union des Sociétés de chimie yougoslaves.

tional de Greystones en Irlande sous les auspices de l'OCDE.

- En 1964 la création de la commission de l'enseignement de la chimie de l'IUPAC.

- En 1973 le colloque de Wrocław en Pologne sous les auspices de l'UNESCO et de l'IUPAC.

- En 1973 la création de la commission de l'enseignement au sein de la FECS.

Il m'est particulièrement agréable de rappeler ici le rôle important joué par l'UNESCO qui n'a cessé d'encourager ces travaux et à qui nous sommes, pour une large part, redevables de la tenue de ce symposium.

Quel est donc le bilan de tous ces efforts ?

En ce qui concerne l'enseignement secondaire, il est indéniable que le travail accompli a permis de réaliser des progrès considérables dans la présentation des concepts et des faits de la chimie. Le temps est révolu où il nous fallait batailler pour faire admettre par exemple l'usage des modèles moléculaires dans les lycées et les gymnases ; ou pour oser révéler aux élèves que le sel marin était constitué d'ions doués d'une charge électrique et non pas d'atomes neutres unis par des forces inconnues. De plus l'évocation des applications innombrables de ces connaissances est maintenant mentionnée dans la plupart des manuels, de sorte que le rôle joué par la chimie dans tous les aspects de la vie moderne est clairement expliqué à la jeunesse.

Tous ces travaux ont donc conduit à des résultats très positifs que l'on se doit d'enregistrer et dont il faut se réjouir. Bien des physiciens de renom m'ont même assuré que l'effort de rénovation accompli en chimie dans l'enseignement secondaire était à leurs yeux très supérieur à celui qui avait été accompli en physique dans le même temps.

Pouvons nous cependant considérer que ces efforts aient porté tous les fruits que nous en attendions ?

Pouvons nous dire en particulier que la situation faite actuellement à la chimie dans les cycles d'enseignement corresponde à la place que celle-ci occupe parmi l'ensemble des sciences et des techniques ?

Pouvons nous enfin nous déclarer satisfaits de l'image que se fait l'homme de la rue de la chimie et du rôle qu'elle joue dans la société ?

La réponse à toutes ces questions est en général négative, ou pour le moins réservée.

Quelles sont les causes de cet échec ? Ne portons-nous pas nous-mêmes une part de responsabilité dans cette situation ? C'est ce qu'il nous faut maintenant examiner.

Pourquoi les efforts d'adaptation de l'enseignement de la chimie ont-ils eu si peu d'influence sur l'estime dont elle jouit à l'école et dans la société ?

1. Tout d'abord il y a des raisons d'ordre général qui tiennent à la rigidité des structures pédagogiques elle-mêmes.

Dans de nombreux pays d'Europe, l'uniformité des programmes et la structure monolithique des établissements rendent difficile l'introduction expérimentale d'innovations pédagogiques. Les élèves des classes pilotes risquent en effet d'être sacrifiés à la fin du cycle d'études secondaires, qui est généralement sanctionné par des examens nationaux.

En outre, il est des cas où les autorités responsables de l'éducation à l'échelon national, conseillées par un corps d'inspection attaché à l'excès aux formes traditionnelles d'enseignement, manifestent peu d'intérêt pour l'éducation des maîtres au cours de leur carrière. Le développement d'une éducation permanente ouverte sur la vie est cependant une condition impérative pour assurer l'évolution spontanée du contenu et des méthodes de l'enseignement.

A la rigidité des structures et des méthodes pédagogiques vient s'ajouter le compartimentage excessif des disciplines, qui rend difficile toute osmose entre elles. Ceci conduit à un morcellement des connaissances qui rend les esprits peu aptes à s'adapter ensuite au caractère multidisciplinaire de tous les problèmes de la vie réelle. Ce défaut se manifeste non seulement aux frontières de la chimie, au contact de la physique et de la biologie, mais à l'intérieur même de la chimie, en particulier dans l'enseignement supérieur.

Il faut reconnaître cependant que ces difficultés, qui ralentissent et parfois s'opposent à la diffusion des progrès pédagogiques au niveau des élèves, sont propres à toutes les disciplines et pas seulement à la nôtre. D'autres facteurs entrent donc en jeu dans le cas de la chimie.

2. La seconde catégorie de raisons qui font de la chimie une discipline souvent mal enseignée à l'école et presque toujours décriée dans la cité, relève à mon avis des chimistes eux-mêmes, c'est-à-dire de nous-mêmes.

On doit constater en premier lieu que le travail considérable qui a été accompli depuis une vingtaine d'années sur le plan pédagogique est resté presque toujours confiné à un cercle d'initiés. Ces initiés sont évidemment persuadés de l'intérêt de la science qu'ils enseignent et des bienfaits qu'elle est censée dispenser à la collectivité grâce à ses applications. Mais il s'agit trop souvent d'un travail en circuit fermé qui n'a pas d'influence réelle sur l'opinion publique et sur les organes de décision de la nation. Pour employer, une image, nous pourrions dire que le moteur tourne au régime

optimum mais que la courroie de transmission qui doit entraîner la machine est déficiente.

Le problème essentiel qui me semble donc se poser à nous aujourd'hui est tout d'abord de trouver des arguments qui permettent aux non-chimistes de se faire une idée plus juste de ce qu'est cette discipline. Il est ensuite d'utiliser les moyens appropriés pour faire passer le message à l'extérieur.

Peut-être notre insuccès dans cette tâche résulte-t-il du fait que nous n'avons pas pris conscience assez tôt de deux choses :

- la première, c'est que la chimie a vu se développer d'une manière étonnante depuis quelques années ses pouvoirs sur le mode de vie des hommes.

- la seconde, c'est que les aspirations de la collectivité et les moyens qui permettent de communiquer avec elle sont très différents de ce qu'ils étaient naguère.

Ces deux constatations nous font pénétrer, comme vous le voyez au centre du thème des rapports de la chimie et de la société.

Pourquoi la chimie joue-t-elle maintenant un rôle si important dans le mode de vie et dans la destinée des hommes ?

Une telle question peut apparaître à beaucoup comme superflue. Cependant je ne suis pas certain que nous ayons complètement conscience de l'étendue de ces pouvoirs.

Il n'y a pas si longtemps que le champ d'application de la chimie se limitait dans l'esprit de la plupart des gens, à l'usage des produits traditionnels de l'industrie chimique et des industries apparentées : engrais, insecticides, colorants, médicaments pour ne citer que les plus connus. Peu à peu cependant cette industrie fut amenée à mettre à la disposition des consommateurs un nombre sans cesse croissant de produits de synthèse possédant les propriétés les plus variées et qui se sont substitués peu à peu aux produits d'origine naturelle. Tout ceci est bien connu en principe et cependant il est probable que l'homme de la rue serait fort étonné s'il était brusquement privé de toutes les facilités que l'art du chimiste apporte plus ou moins directement à son genre de vie. L'organisation d'une semaine vécue intégralement sans chimie serait sans doute la meilleure réponse que l'on puisse donner à ceux qui se font les protagonistes d'un retour au prétendu âge d'or des sociétés primitives.

Mais au delà de cette évidence, les gens même les mieux informés ne se rendent pas toujours compte que le rôle le plus important que la chimie est appelée à jouer dans l'avenir, se situe ailleurs. En effet la chimie constitue de nos jours la clé de la plupart des grands problèmes dont dépend l'avenir de l'humanité : l'énergie, les matières premières, la pollution, la santé, la démographie.

L'énergie ! chacun sait que lorsque les

combustibles fossiles seront épuisés, et cette échéance n'est pas si lointaine en particulier dans le cas des hydrocarbures liquides, l'homme devra recourir à d'autres ressources. Cette échéance sera d'autant plus proche que seront plus nombreux ceux qui auront pu accéder d'ici là au niveau de vie qui est aujourd'hui l'apanage d'une minorité. Rien ne permet de penser qu'on puisse échapper alors à la solution du recours à l'énergie nucléaire. Mais sait-on que la plupart des difficultés auxquelles on se heurte pour la mise en œuvre en toute sécurité des centrales nucléaires relèvent avant tout de la science des matériaux où la chimie joue un rôle essentiel.

La transformation des combustibles solides en hydrocarbures gazeux et liquides, dont on s'est désintéressé depuis l'avènement de ce qu'on pourrait appeler l'ère du pétrole, reviendra certainement à l'ordre du jour entre temps car les ressources mondiales en charbon sont considérables. Mais il ne s'agira que d'un répit, et c'est bien sûr au chimiste qu'il incombera de développer cette voie afin de la rendre opérationnelle.

Le stockage, le transport et la transformation de l'énergie électrique ne sont pas moins importants que sa production. Là encore le chimiste est devenu l'homme indispensable, car lui seul sait préparer les matériaux sophistiqués dont le physicien a besoin pour réaliser ces opérations : photopiles au silicium pour l'énergie solaire, accumulateurs électrochimiques plus légers que l'accumulateur au plomb, alliages pour le stockage de l'hydrogène, alliages supraconducteurs.

Voilà quelques exemples d'actualité, choisis parmi beaucoup d'autres, du rôle que le chimiste est appelé à jouer dans la résolution du problème de l'énergie.

Et maintenant jetons un regard sur le problème des matières premières qui n'est d'ailleurs qu'une généralisation du précédent.

C'est devenu depuis peu un lieu commun de jeter un cri d'alarme à propos du caractère limité des ressources de la planète en matières premières. L'homme prend enfin conscience du fait que celle-ci est un système physico-chimique et qu'il ne peut transformer et disperser sans danger pour son avenir, les ressources minérales que la nature a concentrées au cours des âges géologiques dans certaines zones privilégiées. D'où la nécessité de récupérer certains éléments après usage pour les recycler. Opération souvent difficile, toujours coûteuse, qui se pose dès aujourd'hui aux métallurgistes pour quelques métaux rares et qui a bien des chances de devoir être généralisée à des éléments plus courants. Là encore rien ne peut être fait sans le chimiste qui est le seul à pouvoir mettre au point des procédés convenables de récupération.

Lorsqu'on évoque le terme de pollution, le chimiste est immédiatement considéré

comme le principal responsable des atteintes que font parfois subir à l'environnement certaines activités industrielles. Or il s'agit en général de problèmes ponctuels, qui sont avant tout justiciables d'une législation appropriée, et dont la solution dépend surtout de la stricte application de celle-ci. Infiniment plus difficile à maîtriser est la pollution qui résulte de l'accumulation des populations dans des espaces restreints. On sait aujourd'hui que la dégradation de l'état sanitaire et celle de ce qu'on appelle aujourd'hui la qualité de la vie, ne peuvent être combattues que par une étroite collaboration entre les chimistes, les biologistes et les ingénieurs du génie civil. La pollution microbienne, dont on a trop tendance à oublier qu'elle faisait peser sur les générations précédentes une menace permanente et universelle, est aujourd'hui pratiquement éliminée dans un nombre croissant de pays.

Sur un plan plus général la contribution positive de la chimie à la lutte contre la maladie ne peut être niée que par des esprits aveuglés par la passion; les inconvénients résultant dans certains de nos pays d'un abus de la médication ne peuvent être raisonnablement opposés au salut que des centaines de millions d'êtres humains ont obtenu ou attendent encore de quelques médicaments éprouvés.

Quant aux conséquences de cette évolution, parfois tragiques sur le plan démographique, c'est encore au biologiste agissant en liaison étroite avec le chimiste qu'il appartiendra de les pallier par la mise au point de substances contraceptives appropriées. Je sais que dans ce domaine les facteurs scientifiques interfèrent d'une manière étroite avec les données sociologiques, psychologiques et religieuses. Nous sommes donc engagés ici dans l'un des domaines où les interactions entre la science et la société sont probablement les plus fortes.

Comment rendre à la chimie dans l'opinion publique une place conforme au rôle qu'elle est appelée à jouer dans la société ?

Il résulte de tout ce qui précède et de bien d'autres choses que je ne puis évoquer ici que la chimie est devenue une des composantes de la destinée de l'homme. Cela signifie que son rôle ne se limite pas comme certains le pensent à l'amélioration des détails de sa vie journalière. Elle agit d'une manière décisive sur son avenir, aussi bien en tant qu'individu qu'en temps que membre d'un corps social. C'est là une situation nouvelle qui est généralement mal comprise par l'homme de la rue et qui est présentée d'une manière presque

toujours tendancieuse par les moyens d'information : journaux, radio, télévision.

Que pouvons-nous faire pour redresser cette situation d'une part en tant qu'éducateurs. En tant que citoyens supposés détenteurs du savoir, il faut tout d'abord nous rendre compte que l'homme moderne ne se contente plus d'affirmations, qui ne sont pas accompagnées d'explications. L'époque du *magister dixit* est révolue, ce qui place les responsables, à quelque échelon qu'ils se situent devant la nécessité et je dirai même le devoir d'essayer de convaincre avant d'imposer. Je sais combien cela est difficile, en particulier dans les domaines où l'analyse objective des risques exige des connaissances et une expérience qui ne sont l'apanage que de quelques rares personnes. Il suffit pour s'en persuader de suivre les polémiques relatives aux seuils de toxicité tolérables par l'organisme, surtout lorsqu'on fait intervenir le risque génétique.

Faut-il donc attendre le moment problématique ou l'on connaîtra avec certitude l'influence des vols stratosphériques sur les cancers de la peau pour développer ces vols ? Faut-il cesser d'utiliser le fluorure de carbone dans les vaporisateurs et les réfrigérateurs, le DDT contre les moustiques, les engrais chimiques, le polychlorure de vinyle, l'amiante ? Faut-il cesser de brûler du charbon de crainte que l'accroissement de la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère ne fasse fondre les glaces de la calotte polaire ?

D'une manière paradoxale, l'homme moderne qui s'est libéré de bien des terreurs ancestrales, telles que celle de voir le ciel lui tomber sur la tête, se forge chaque jour des terreurs nouvelles. Comme celles de jadis, les terreurs actuelles sont nées de l'ignorance ou du moins d'une connaissance insuffisante des données objectives. C'est donc à nous qu'il appartient d'aider notre entourage à prendre une mesure exacte des bienfaits et des dangers de la science en général et de la chimie en particulier.

Il y a là un devoir, mais c'est un devoir qui n'est pas toujours facile à remplir pour deux raisons.

La première raison est due à l'écart qui s'est créé entre les raisonnements scientifiques devenus de plus en plus abstraits, et les problèmes de la vie journalière. Beaucoup de savants ont perdu, s'ils l'ont jamais eue, la faculté de traduire en termes concrets, accessibles aux non initiés, les résultats de leurs travaux. Heureusement la chimie est une science dans laquelle cette difficulté est assez facilement surmontable. Mais encore faut-il que les chimistes aient

la volonté de s'expliquer sur leur activité et de réfléchir aux conséquences de cette activité sur le plan individuel et sur le plan social. Cela signifie qu'ils doivent s'efforcer d'acquiescer de celle-ci une vue plus humaniste.

La seconde raison est que pour établir une communication avec le milieu social d'une manière efficace, il faut recourir aux moyens de diffusion modernes, qui sont susceptibles d'atteindre le grand public. C'est là une tâche à laquelle nous avons été pour la plupart mal préparés, et c'est probablement la cause principale de la dégradation de l'image de la chimie dans le grand public.

Je sais que c'est une tâche difficile parfois même déplaisante qui exige des qualités bien différentes de celles que l'on rencontre chez l'homme de science. Mais nos jeunes collègues plus habitués que nous l'avons été dans ma génération à l'usage des moyens audio-visuels se doivent de descendre dans l'arène, ne serait-ce que pour contribuer à dépassionner certains débats qui devraient rester limités au plan scientifique.

Après avoir vu ce que nous pouvons faire en tant que citoyens, il nous reste à voir, et ce sera ma conclusion, ce que nous pouvons faire en tant qu'éducateurs. Sur ce point je serai très bref car je ne veux pas anticiper sur les travaux du symposium, qui examinera dans les jours qui viennent tous les aspects de cette question. Permettez-moi seulement d'insister sur trois exigences qui résultent de ce qui précède et me paraissent essentielles.

La première est que le professeur envisage son enseignement en n'oubliant pas que la chimie, jadis science ésotérique, est devenue une science universelle dont les frontières, en particulier avec la physique et avec la biologie sont de plus en plus mal définies.

La seconde exigence est que le professeur insiste sans cesse sur les applications de la chimie et sur le rôle que joue celle-ci dans l'évolution du mode de vie des individus, avec pour conséquence l'évolution de la société.

La troisième exigence est que le professeur de chimie soit passionné de son métier. Ceci vaut, bien entendu pour toutes les disciplines, et il est bon de rappeler cette vérité avec force au début d'un symposium sur l'éducation. Car quelle que soit la perfection des méthodes pédagogiques, quel que soit le contenu des programmes, l'éducation restera inefficace si elle n'est pas dispensée par des maîtres qui ont la foi dans ce qu'ils enseignent.

Introduction à la théorie du champ de ligands

Étude spectrochimique de quelques complexes octaédriques du chrome (III)

par D. Vivien, J. Lelièvre, A.P. Chautrouse, N. Baffier
avec la collaboration technique de
D. Deville

(Laboratoire de chimie physique en-
seignement, ENSCP, 11 rue Pierre-et-
Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05)

Introduction

L'enseignement de la chimie de coordination a subi ces dernières années une profonde évolution du fait de l'apport des techniques spectroscopiques et des concepts de symétrie (1), et de l'utilisation de la théorie des orbitales moléculaires (2). L'étude spectrochimique de complexes de Cr(III) mise en œuvre aux travaux pratiques de chimie physique 2^e année de l'ENSCP, illustre cette approche moderne, et en facilite la compréhension. La manipulation proposée n'utilise que des produits commerciaux, ou facilement préparés au laboratoire.

L'enregistrement des spectres électroniques des différents complexes en solution est effectué pour notre part sur des spectromètres Pye Unicam «SP 1700» ou Beckman «Model 25». Cependant, l'étude de la série spectrochimique pourrait être réalisée le cas échéant au moyen d'un simple colorimètre opérant dans le visible.

Préparation des complexes

$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ et $[\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$ sont obtenus respectivement par dissolution dans l'eau de $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ et $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ commerciaux. La solution de chlorure de chrome (III) doit être étudiée immédiatement par suite de l'hydrolyse du complexe $[\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$. Le trioxalato chromate (III) $[\text{Cr}(\text{ox})_3]^{3-}$ (ox = oxalate $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$), est obtenu par réduction du bichromate de potassium par le mélange acide oxalique, oxalate de potassium (3). Le complexe $[\text{Cr}(\text{en})_3]^{3+}$ (en = éthylène diamine) est préparé par action de l'éthylène diamine pure sur $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (4). L'hexacyanochromate (III) de potassium résulte de la substitution du ligand H_2O de $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ par CN^- sous l'action d'une solution concentrée et chaude de cyanure de potassium (5). Le tris acétylacétonato chrome (III) est obtenu par traitement de $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ par l'acétylacéto-
ne en présence d'urée (4). Les spectres de ce dernier composé doivent être enregistrés sur des solutions dans le benzène ou le chloroforme, et non, comme pour les complexes précédents, sur des solutions aqueuses.

Transitions électroniques de l'ion Cr^{3+}

L'ion Cr^{3+} libre, de configuration électronique d^3 , possède l'état fondamental ^4F (6). Placé dans un champ de ligands octaédrique (2) qui lève la dégénérescence des

orbitales d en 2 groupes de symétrie T_{2g} et E_g (Figure 1) séparés par une énergie $\Delta = 10 \text{ dq}$, l'état ^4F donne 3 niveaux quadruplets de spin : $^4\text{A}_{2g}$, $^4\text{T}_{2g}$, $^4\text{T}_{1g}$ (F). Le premier état excité de l'ion libre, P, devient l'état $^4\text{T}_{1g}$ (P). Le spectre «d-d» des complexes octaédriques de chrome (III) présentera donc en général 3 bandes d'absorption dans le domaine UV - visible, comme indiqué sur la figure 1, correspondant aux transitions du fondamental $^4\text{A}_{2g}$ vers les états $^4\text{T}_{2g}$, $^4\text{T}_{1g}$ (F) et $^4\text{T}_{1g}$ (P). La première de ces 3 bandes, située vers les grandes longueurs d'onde, correspond à la mise en jeu de l'énergie 10 dq (7) ; l'inverse de la longueur d'onde corres-

pondant à son maximum donne directement l'énergie de séparation des orbitales de symétrie E_g et T_{2g} en cm^{-1} .

La troisième bande : $^4\text{A}_{2g} \rightarrow ^4\text{T}_{1g}$ (P), située dans l'ultra-violet, est souvent masquée par des transitions de transfert de charge (1) (Ligand \rightarrow Métal, ou Métal \rightarrow Ligand), ou par des transitions électroniques des ligands, beaucoup plus intenses qu'elle. Les 3 bandes d-d sont cependant observables dans le spectre de $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ présenté sur la figure 2. On notera également sur ce spectre la présence d'un épaulement à 668 nm, repris en expansion d'échelle dans la partie droite de la figure, attribuable

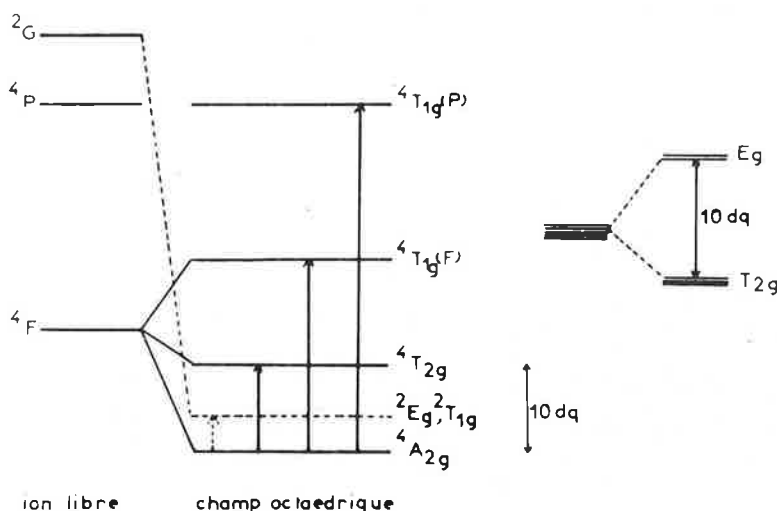


Figure 1. Levée de dégénérescence des orbitales d dans un champ de ligand octaédrique, et premiers niveaux d'énergie de l'ion Cr^{3+} en symétrie Oh.

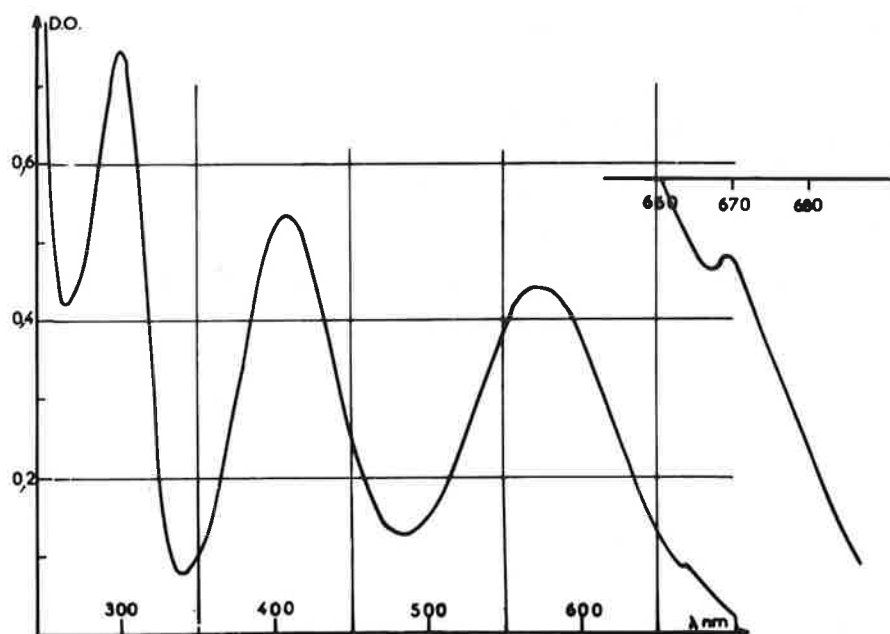


Figure 2. Spectre UV-visible de l'ion $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ (concentration $3 \cdot 10^{-2} \text{ M}$) et détail de l'épaulement à 668 nm.

à la transition «interdite de spin»
 ${}^4A_{2g} \rightarrow {}^2E_g, {}^2T_{1g}$ (6).

Série spectrochimique

On enregistre les spectres des 5 complexes en solution aqueuse, entre 400 et 700 nm. On détermine la longueur d'onde de la transition ${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{2g}$, on en déduit la valeur du paramètre de champ cristallin dq , et le classement des ligands en série spectrochimique, par ordre de valeurs de dq croissantes. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 1. Ils peuvent être discutés en terme de nature de la liaison métal-ligand (1). On notera que la série obtenue comprend les 3 classes de ligands : σ donneur, π donneur (Cl^-) ; σ donneur (H_2O , ox , en), σ donneur, π accepteur (CN^-). Il faut également remarquer la similitude des valeurs de dq pour les complexes $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ et $[Cr(ox)_3]^{3-}$ dans lesquels l'environnement de l'ion Cr^{3+} , au niveau des atomes premiers voisins, est un octaèdre d'oxygène.

Probabilités de transition

Les transitions dipolaires électriques entre états spectroscopiques de multiplicité de spin différente sont interdites. Par ailleurs, l'existence d'un centre d'inversion dans le groupe de symétrie de l'octaèdre interdit les transitions entre 2 états de même parité (tous les deux «g» ou «u») (2,6). Ces règles fondamentales démontrées dans le cours peuvent être vérifiées expérimentalement sur les spectres de notre série de complexes. Il suffit pour cela de comparer les coefficients d'absorption moléculaire ϵ de certaines bandes bien choisies, les valeurs de ϵ s'obtenant facilement à partir des valeurs des densités optiques correspondant aux maxima des bandes et de la concentration des solutions.

Les résultats obtenus figurent dans le tableau 2. On peut classer les valeurs de ϵ observées en 3 groupes :

- $\epsilon < 1$ Transition ${}^4A_{2g} \rightarrow {}^2E_g, {}^2T_{1g}$ dans le spectre de $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ (figure 2). Transition interdite de spin et de symétrie.

- $10 < \epsilon < 100$ Transitions entre états de même multiplicité de spin, mais de même parité, telles que ${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{2g}$ dans tous les complexes étudiés. Si le ligand est monodentate seul le couplage vibronique intervient pour lever partiellement la règle de sélection sur la parité des états (6), les ϵ sont de l'ordre de 10. Dans les composés à ligand bidentate (en , ox) intervient en plus un écart à la symétrie octaédrique imposée par les atomes 2^e voisins qui supprime le centre d'inversion. Le véritable groupe de symétrie n'est plus O_h . Les coefficients d'absorption moléculaire ont des valeurs comprises entre 50 et 100.

- ϵ de l'ordre de 10 000 : transitions entre états de même multiplicité de spin, et de parité différentes. Ce type de transition se rencontre par exemple dans les transferts de charge (8) qui peuvent être observés entre 250 et 400 nm sur le spectre UV du complexe $Cr(acac)_3$ ($acac = \text{acétylacétone}^-$) en solution chloroformique diluée (figure 3).

Tableau 1. Paramètres dq d'une série de complexes octaédriques du chrome (III) et classement des ligands en série spectrochimique

Complexes	$[CrCl_2(H_2O)_4]^+$	$[Cr(H_2O)_6]^{3+}$	$[Cr(ox)_3]^{3-}$	$[Cr(en)_3]^{3+}$	$[Cr(CN)_6]^{3-}$
dq (cm^{-1})	1577	1730	1742	2174	2283

Cl^- $< H_2O, ox$ $< en$ $< CN^-$
 σ donneur σ donneur σ donneur fort σ donneur
 π donneur | | | π accepteur

Tableau 2. Intensités des transitions pour quelques bandes d'absorption de complexes octaédriques de Cr(III).

Complexe	Nature de la transition	λ nm	ϵ ($mole^{-1}.l.cm^{-1}$)
$[Cr(H_2O)_6]^{3+}$	${}^4A_{2g} \rightarrow {}^2E_g, {}^2T_{1g}$	668	0,3
$[Cr(H_2O)_6]^{3+}$	${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{2g}$	578	13
$[Cr(CN)_6]^{3-}$	${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{2g}$	438	13
$[Cr(en)_3]^{3+}$	${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{2g}$	460	52
$[Cr(ox)_3]^{3-}$	${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{2g}$	574	74
$Cr(acac)_3$	${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{2g}$	568	50
$Cr(acac)_3$	Transferts de charge (Métal $T_{2g} \rightarrow$ Ligand π T_{1u}, T_{2u})	335	12 250
		271	8 400
		255	8 850

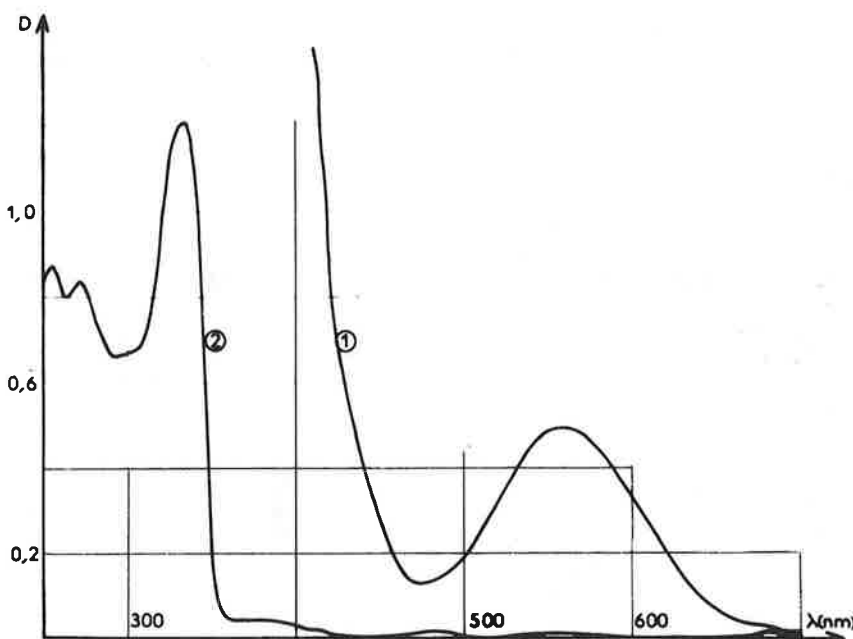


Figure 3. Spectre UV-visible d'une solution chloroformique de $Cr(acac)_3$ ($acac = \text{acétylacétone}$) :

1. concentration 10^{-2} M

2. concentration 10^{-4} M

On notera la grande différence d'intensité entre bande dd (1) et bande de transfert de charge (2).

Développement possible de la manipulation

Selon le temps disponible pour réaliser les manipulations et les interpréter, les performances du spectromètre UV-visible utilisé et le niveau des étudiants, il est

possible de compléter la manipulation sur les points suivants :

- Détermination du paramètre de champ cristallin dq , et du paramètre de Racah B (6), par ajustement sur les transitions observées (7) selon la méthode des moindres carrés ; et discussion de l'effet de

la délocalisation des électrons d de l'ion Cr^{3+} sur les ligands (effet néphélauxétique (1)).

● Étude de l'hydrolyse du complexe $[\text{CrCl}^2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$ (4). Il suffit d'enregistrer à intervalles de temps régulier, le spectre de la solution aqueuse de CrCl_3 déjà utilisée lors du classement du ligand Cl^- dans la série spectrochimique.

On voit le spectre évoluer vers celui de $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$. Ceci permet d'illustrer l'aspect cinétique des réactions de substitution de ligands dans les complexes (inertes - labiles).

● Étude de complexes octaédriques d'autres ions de transition (9) ou de complexes de géométrie différente (1) ; comparaison des résultats avec ceux obtenus sur les complexes octaédriques de Cr^{III} .

Conclusion

Cette manipulation permet d'illustrer d'importants concepts de chimie de coordination vus au cours : méthodes de préparation, série spectrochimique, règles de sélection (transitions d-d et transferts de charge), complexes inertes et labiles, effet néphélauxétique.

Les auteurs tiennent à la disposition des personnes qui en feront la demande un extrait de leur fascicule de travaux pratiques donnant tous les renseignements tant théoriques que pratiques sur la manipulation proposée ; ainsi qu'un listing du programme d'ajustement des paramètres dq et B sur les 3 transitions dd des complexes octaédriques du $\text{Cr}(\text{III})$.

Bibliographie

- (1) F.A. Cotton, G. Wilkinson, *Advanced Inorganic Chemistry*, 3rd Edition, Wiley-Interscience, New York 1972.
- (2) F.A. Cotton, *Chemical Applications of Group Theory*, 2nd Edition, Wiley-Interscience, New York 1971.
- (3) J.C. Bailar Jr, E.M. Jones, *Inorganic Syntheses I*, 37.
- (4) T.G. Dunne, *J. Chem. Educ.*, 1967, 44, 101.
- (5) J.H. Bigelow, *Inorganic Syntheses*, II 203.
- (6) B.N. Figgis, *Introduction to Ligand Fields*, Wiley-Interscience, New York, 1966.
- (7) A.B.P. Lever, *J. Chem. Educ.*, 1968, 45, 711.
- (8) A.B.P. Lever, *J. Chem. Educ.*, 1974, 51, 613.
- (9) C. Trapp, R. Johnson, *J. Chem. Educ.*, 1967, 44, 527.

Le compte rendu de la 2^e réunion des Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie (ReCoDiC 2) est disponible.

La seconde réunion de travail des Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie s'est tenue à Sèvres les 4 et 5 novembre 1977, en présence de 80 participants issus de 39 Universités (France, Belgique).

Le compte-rendu succinct des travaux constitue le n° 3 (décembre 1977) du Bulletin "Informations ReCoDiC", disponible sur demande adressée au : Secrétariat général des Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie, 40, avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cédex.

Quelques exemplaires encore disponibles des Bulletins n° 1, mars 1977 (compte-rendu de la réunion ReCoDiC 1) et n° 2, octobre 1977 (Informations préparatoires à ReCoDiC 2) peuvent être obtenus de même.

50 ans d'étude de la diffraction de l'électron *

par C.L. Boltz

En septembre 1977, une conférence organisée par l'Institut des Sciences Physiques du Royaume-Uni, à l'Impérial College de Londres, a marqué le 50^e anniversaire de la découverte de la diffraction de l'électron. En apportant une nouvelle technique d'analyse, cette découverte avait ouvert en physique un champ d'application entièrement nouveau.

En 1937, deux physiciens, G.P. Thomson en Grande-Bretagne et C.J. Davisson aux États-Unis recevaient le prix Nobel pour leur découverte de la diffraction des électrons par les cristaux. Davisson travaillait alors aux Bell Telephone Laboratories et Thomson, fils de J.J. Thomson, célèbre pour sa découverte de l'électron, avait effectué ses travaux à l'université d'Aberdeen. Leurs recherches, effectuées indépendamment et avec des méthodes assez différentes, furent publiées dans la revue scientifique britannique *Nature* en 1927.

Ainsi était apportée la première preuve expérimentale que les électrons, de nature corpusculaire, pouvaient se comporter comme des ondes lumineuses. Le caractère ondulatoire des rayons X qui diffractaient dans les cristaux était déjà connu. C'était maintenant au tour des électrons de manifester cet aspect ondulatoire assez surprenant. Les deux chercheurs venaient d'ouvrir un domaine de la physique entièrement nouveau et quelques mois plus tard, les physiciens les plus réputés de nombreux pays travaillaient déjà sur la diffraction de l'électron.

La diffraction est un phénomène qui se produit lorsque des faisceaux d'électrons rencontrent un obstacle. Ces faisceaux s'incurvent sur les bords du domaine géométriquement masqué. Quand les faisceaux se rejoignent après leur passage autour des différentes parties de l'obstacle, ils forment des diagrammes d'interférences. Les instruments basés sur ce phénomène de diffraction sont aujourd'hui utilisés pour l'étude de la structure atomique des matériaux.

Un vide très poussé

La technique utilisée par Thomson prévalut au départ, et pendant une trentaine d'années celle de Davisson fut plus ou moins oubliée. La raison en est simple : ces techniques utilisent toutes un vide très poussé. Dans l'appareil de Thomson, un vide de 10^{-6} torr (environ un millionième de millimètre de mercure était indispensable). Mais la méthode de Davisson nécessitait encore un vide plus poussé

qui à l'époque était difficile à obtenir. Quarante ans plus tard, Thomson évoquait encore avec admiration l'exploit de Davisson qui avait obtenu à l'époque un vide 100 fois meilleur (10^{-8} torr). Pour lui, ces travaux étaient à classer parmi les grands succès de la science expérimentale. Cependant, même à une pression aussi basse il reste, dans le cas le plus fréquent où le gaz pompé est de l'air, des centaines de millions de molécules d'oxygène et d'azote dans chaque centimètre cube de ce soit-disant vide. Ce point est souvent oublié. Aussi, en quelques secondes ou quelques minutes la surface à examiner est contaminée par adsorption ou combinaison chimique d'oxygène, ce qui perturbe évidemment les diagrammes d'interférence.

Ce problème freina les progrès jusqu'à l'apparition en 1958 des pompes à ions qui permettaient d'atteindre de façon courante et de mesurer des vides extrêmement poussés, de l'ordre de 10^{-10} torr, portés depuis à moins de 10^{-12} torr). Cette nouvelle impulsion à la méthode de Davisson ajoutée aux améliorations apportées à celle de Thomson donnèrent rapidement une importance considérable à la diffraction électronique. Thomson vécut assez longtemps pour assister à ce succès mais Davisson mourut trop tôt.

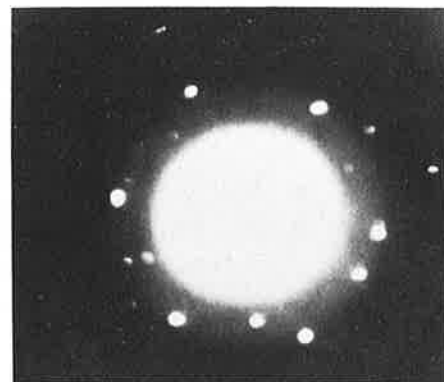


Diagramme de diffraction d'électrons obtenu à partir d'un cristal de carbure fer-chrome de 0,2 mm de diamètre. La tache lumineuse au centre est due aux électrons non diffractés. Autour de cette tache, on remarque un diagramme de taches plus petites dues aux électrons diffractés par le réseau cristallin. Les distances entre les taches sont fonction de celles qui séparent les rangées d'atomes dans le cristal.

Pour comprendre le développement parallèle de ces deux techniques, il est nécessaire d'examiner les premiers travaux de

* *De Spectrum* 144.

plus près. Davisson qui travaillait dans un laboratoire d'application étudiait la réflexion des électrons sur une surface de nickel bombardée par des électrons de faible énergie. De façon tout à fait fortuite, il utilisa au cours de son travail un cristal pur. Il obtint alors des diagrammes d'électrons réfléchis qu'il ne pouvait pas interpréter. Assistant plus tard aux rencontres d'Oxford de la British Association en 1926, il exposa ses résultats aux physiciens les plus éminents du moment. Ces entretiens achevèrent de le persuader du caractère ondulatoire des faisceaux d'électrons.

La mécanique ondulatoire

Ondes ou particules ? Tel était alors le problème majeur de la physique théorique. La théorie ondulatoire classique de la lumière avait tant bien que mal été conciliée avec une théorie récente et déjà couronnée de succès, la théorie des quanta de Planck sur les particules d'énergie discrètes. Comme le disait alors en plaisantant le célèbre physicien sir William Braggs la lumière a un caractère ondulatoire le lundi, le mercredi et le vendredi, un caractère corpusculaire le mardi, le jeudi et le samedi, elle disparaît le dimanche. Cette contradiction fondamentale obséda les physiciens pendant plusieurs années. Cependant, à partir de 1924, quelques spécialistes de la physique mathématique développèrent des relations et des équations qui conciliaient les deux points de vue sous l'appellation de mécanique ondulatoire. De Broglie, l'un des pionniers de cette science nouvelle, établit une formule simple pour le calcul de la longueur de l'onde associée à une particule.

Mais cette relation n'avait pas été vérifiée expérimentalement et ce point intriguait Thomson. Les électrons qui sont des particules négatives de masse extrêmement faible se comportaient-ils comme des ondes ? Si oui, comme les ondes lumineuses, ils devaient provoquer des interférences. En effet, lorsque de la lumière cohérente passe à la lisière d'un obstacle, des interférences entraînent la formation d'un diagramme composé de zones lumineuses et de zones sombres sous formes de taches, de lignes et de courbes, selon la géométrie de l'obstacle. Rappelons que de la lumière est dite cohérente quand toutes les ondes qui la constituent sont reliées entre elles par une relation bien définie, ce qui n'est pas le cas lorsque des ondes, engendrées à des instants aléatoires, sont présentes simultanément. De la lumière cohérente sur un arrangement particulier d'obstacles régulièrement espacés, appelé «réseau», produit des plages de diffraction régulières et répétées. L'équation de Broglie permettait de déterminer, par le calcul, la longueur de l'onde, supposée rattachée à un faisceau d'électrons, en fonction de l'énergie de ceux-ci. Il était facile de montrer que cette longueur d'onde était du même ordre de grandeur que l'espacement des atomes ou des molécules dans les cristaux ou dans tout autre matériau. Si les ondes existaient, il devait

avoir diffraction. La traversée d'un film extrêmement mince par un faisceau d'électrons devait provoquer des plages de diffraction circulaires dont l'espacement serait fonction de la longueur d'onde.

Thomson décida de tester cette hypothèse. Il avait avec lui un physicien de grande classe, Alexander Reid (qui se tua dans un accident de moto et ne put donc recevoir le prix Nobel) et un expérimentateur remarquable, C.G. Frazer, capable, à partir de quelques notes, de réaliser des instruments excellents ou de faire des miracles dans la réalisation de films extrêmement minces avec des matériaux quelconques. Le film en celluloïd qu'il réalisa pour l'expérience, n'avait pas plus de cinq millièmes de centimètres d'épaisseur. Par la suite, ces films seront obtenus par pulvérisation du matériau sur un substrat solide enlevé ensuite par dissolution.

Les vérifications de la théorie

Dans l'appareil de Thomson, les électrons étaient accélérés par un champ de 60 000 volts. Une petite ouverture dans l'anode permettait d'obtenir un étroit faisceau d'électrons dont les trajectoires étaient plus ou moins parallèles. Ces électrons traversaient le film puis arrivaient sur un écran fluorescent ou sur une plaque photographique.

Afin de prouver que les diagrammes de diffraction étaient bien ceux des électrons et non pas ceux des rayons X engendrés par l'impact de ces électrons sur le film, il montra qu'il pouvait déplacer le faisceau à l'aide d'un aimant. Il apportait ainsi une vérification éclatante de la théorie de L. de Broglie. Davisson réalisait aussi une vérification similaire mais sa méthode était moins simple et les résultats moins probants.

Les physiciens comprirent aussitôt qu'une nouvelle méthode d'analyse était née, semblable à la cristallographie par rayons X, mais supérieure en bien des points pour certaines applications. En mesurant la distribution et l'intensité des taches, des lignes ou des anneaux de diffraction, il était possible d'en déduire certaines informations concernant le cristal analysé telles que la dimension des faces, la nature des composants, la présence d'impuretés, l'espacement des atomes... etc... Le sujet était donc plus complexe que ne le laissait supposer les premières expériences.

En 1927, deux approches différentes du problème donnaient naissance à deux techniques d'application. Davisson utilisait des électrons de basse énergie (jusqu'à 100 eV environ) qui étaient réfléchis par les couches atomiques à la surface du cristal. Cette technique utilisait un vide le plus poussé possible afin de maintenir la surface parfaitement propre pendant la durée de l'expérience. Elle est connue aujourd'hui sous le nom de «diffraction des électrons à basse énergie» (LEED : low-energy electron diffraction). Thomson

utilisa au contraire des électrons à haute énergie capables de traverser un film. Dans cette technique, la diffraction étant provoquée par de nombreuses couches atomiques, l'effet de la contamination de surface est négligeable, donc le vide nécessaire beaucoup moins poussé. C'est la diffraction électronique à haute énergie (HEED : high-energy electron diffraction).

Pendant les trente années qui suivirent les travaux de Thomson c'est la méthode HEED qui prévalut. Dans les années trente des contributions importantes y furent apportées par G.I. Finch et son équipe de l'Imperial College de Londres. Elles concernaient la conception des appareils (ceux d'aujourd'hui sont encore de ce modèle), mais aussi l'étude approfondie des phénomènes de surface tels qu'on les rencontre dans le fluage des métaux lors du polissage, dans l'usure des cylindres des moteurs ou dans la physicochimie des lubrifiants. Cependant, si la méthode HEED est restée la plus utilisée, la méthode LEED est venue au premier plan durant la dernière décennie, en particulier grâce à des physiciens comme J.B. Pendry de l'université de Cambridge, secrétaire du sous-comité chargé de l'organisation de la conférence de 1977. Une douzaine au moins d'universités britanniques effectuent actuellement des travaux de recherche en utilisant la méthode HEED.

La microscopie électronique

On peut schématiquement classer les deux techniques comme suit. La méthode LEED permet l'étude des surfaces par réflexion et la méthode HEED celle des films minces par transmission. Cependant des électrons à haute énergie dirigés sur une surface avec une faible incidence peuvent aussi donner des diagrammes de diffraction par réflexion. La technique d'analyse des surfaces par réflexion d'électrons à haute énergie (RHEED : reflection high-energy electron diffraction) en est un exemple. La figure 1 donne le schéma d'un montage expérimental utilisant la méthode LEED tandis que la figure 2 donne celui d'une caméra basée sur la méthode HEED.

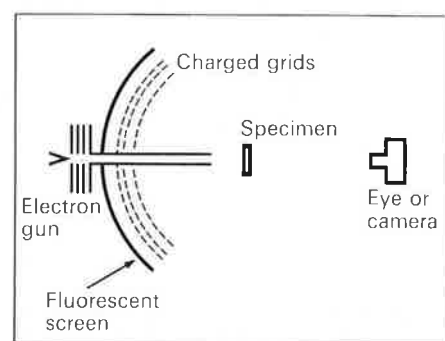


Figure 1. Schéma général d'une caméra LEED. Les grilles chargées électriquement ont pour but de faire transiter tous les électrons dans un espace de champ nul et de repousser tous ceux qui ne sont pas diffusés par réflexion. Ainsi tous les électrons qui atteignent l'écran ont la même énergie.

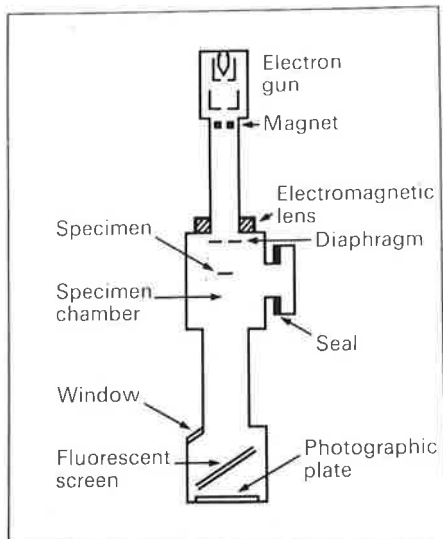


Figure 2. Schéma général d'une caméra HEED.

Ce second schéma est en fait celui d'un microscope électronique. Ainsi les progrès de ces techniques dans les deux ou trois dernières décennies ont conduit à la réalisation des microscopes de un million de volts qui permettent l'étude de films relativement épais. Il est important de remarquer que de tels microscopes peuvent travailler selon la technique HEED classique par suppression d'une ou plusieurs des lentilles magnétiques de focalisation.

La plupart des recherches utilisant cette technique sont actuellement effectuées avec des microscopes électroniques. Signalons encore le récent microscope électronique à balayage (SEM : scanning electron microscope) qui utilise la réflexion des électrons, et enfin, le plus moderne de tous, le microscope à balayage et transmission (STEM : scanning transmission electron microscope) inventé par A.V. Crewe, un savant britannique qui travaille actuellement aux USA. Ces nouveaux développements ont fait l'objet d'une session à la conférence de 1977.

La méthode HEED a maintenant 50 ans et la méthode LEED 15 ans environ. Les améliorations n'ont cessé d'être apportées à l'une et à l'autre dans plusieurs directions. Certains scientifiques ont concentré leurs efforts sur l'amélioration de ces techniques et l'élargissement de leur champ d'application, rendant les appareils plus souples et d'utilisation plus aisée. En Grande-Bretagne, ces recherches ont entraîné une coopération avec des firmes telles que Vacuum Generator ou AEI Scientific. Des spécialistes du vide ont mis au point des soupapes en métal résistant à la chaleur, des joints d'étanchéité en métal tendre, toute une gamme de pompes, des chambres à vide adaptées à diverses expérimentations... etc..., le tout nécessitant un état de propreté extrême. Des dispositifs spéciaux permettent de chauffer les échantillons, de les incliner dans diverses directions ou de les fendre à l'intérieur de la chambre à vide. Toutes ces améliorations ont profondément

modifié le matériel. Thomson et Davison ne reconnaîtraient pas leur appareil d'origine dans les réalisations actuelles aux chromes étincelants et aux innombrables boutons de commande.

D'autres chercheurs se sont intéressés aux problèmes théoriques posés par les principes mêmes de la diffraction. Il faut cependant reconnaître que cette théorie a peu progressé depuis 1928 malgré des savants comme Pendry qui, à partir d'hypothèses simplificatrices et à l'aide de gros ordinateurs, ont réussi à élucider certains points de la théorie. Avec la méthode HEED les succès ont été relativement plus nombreux qu'avec LEED. Un quart de la conférence de 1977 (deux sessions) était à la théorie de la diffraction dynamique avec la méthode HEED, alors qu'une demi-session seulement était consacrée à la théorie LEED.

De tels théoriciens sont peu nombreux. La plupart des scientifiques considèrent la théorie de la diffraction comme un intéressant outil d'analyse. On peut les ranger en deux groupes. Les premiers explorent la structure atomique des matériaux et des surfaces et améliorent notre connaissance de la structure des cristaux et des dislocations, des réseaux et de leurs modifications, des vibrations de ces réseaux sous l'action de la température, de la structure de la surface des solides et des liquides... etc... Tous ces résultats viennent s'ajouter à nos connaissances fondamentales et sont enregistrés dans des tables de données. Sans intérêt pratique immédiat, elles joueront peut-être plus tard un rôle primordial dans certaines applications importantes comme ce fut déjà le cas pour de nombreux travaux théoriques. Parmi les travaux les plus marquants réalisés à l'aide de la technique HEED, il faut citer la découverte de l'organisation moléculaire de centaines de gaz différents.

Comme on l'a déjà vu, la méthode LEED concerne surtout les surfaces. Ce problème est très mal connu et il intéresse au plus haut point les scientifiques. Le dessus d'une table par exemple semble quelque chose de parfaitement délimité. Il y a d'une part du bois dur et d'autre part de l'air. Mais si nous y regardons de plus près, nous nous apercevons qu'une surface est une chose bien singulière. Chaque matériau est composé d'atomes sous forme de molécules ou de radicaux. Ces molécules ou ces radicaux peuvent être dans un désordre total comme dans un gaz ou un liquide, ou étirés sous forme de longs polymères dans les plastiques, ou encore arrangés géométriquement pour former des cristaux comme dans les métaux. D'autre part chaque atome est composé d'un noyau et d'électrons insécables. On peut alors se demander où finit le solide ou le liquide et où commence le gaz qui les entoure.

En outre, à la température ambiante normale, les réseaux cristallins sont en vibration. C'est le cas des molécules de nombreuses substances, comme la lignine par exemple que l'on trouve dans le bois, ap-

pelé par nous un corps dur. Une surface est aussi quelque chose de dynamique. Les forces qui maintiennent entre eux les atomes d'un solide cessent évidemment d'être en équilibre à la surface de celui-ci. Certains atomes doivent être attirés vers l'intérieur et d'autres repoussés vers l'extérieur. Cette distribution verticale des forces s'exerçant sur les atomes est l'un des problèmes essentiels qui se posent aujourd'hui aux physiciens utilisant les méthodes LEED ou RHEED.

Quel est le mécanisme de l'action chimique de surface ? Quelle est la nature de la liaison entre un matériau et le moule qui le contient ? Les impuretés se situent-elles à des emplacements déterminés ?

Bref, les études sur les surfaces se révèlent passionnantes et dans ce domaine la technique LEED est évidemment très utilisée. Ces études nécessitent des surfaces dans un état de propreté parfait qui n'est pas facile à obtenir. Lorsque l'on scie de l'aluminium par exemple en procédant à l'air libre, chaque nouvelle surface produite par le sciage est dès la fin de l'opération recouverte d'une forte couche d'oxyde qui confère d'ailleurs à ce matériau sa résistance à la corrosion. Une surface parfaitement propre pour l'analyse doit donc être conservée dans un vide très poussé afin de ne pas être contaminée avant la fin de l'opération. Elle doit aussi avoir été préparée « *in situ* » à l'intérieur de la chambre à vide, soit par chauffage et décapage avec des jets d'ions d'un gaz inerte, soit par fendage. D'autres techniques permettent la préparation de films liquides très minces placés entre deux solides. Ces films sont si minces qu'on peut les assimiler à une surface. A ce jour, il n'y a aucune théorie de l'état liquide vraiment satisfaisante et certains des travaux effectués à l'Imperial College of Science and Technology de Londres par P.J. Dobson (organisateur des programmes préliminaires de la conférence) et son équipe portent précisément sur ce point. A Cambridge où fut construit le premier appareil LEED, des études faisant appel à cette technique ont concerné l'adsorption de l'oxygène et de l'hydrogène sulfuré par le molybdène. D'autres recherches faisant cette fois appel à la méthode RHEED ont porté sur les réactions de surface entre le tungstène et l'oxygène. Il faut remarquer que LEED n'est pas la seule technique utilisée pour l'étude des surfaces. Il y en a beaucoup d'autres et il est fréquent aujourd'hui d'utiliser plusieurs d'entre elles avec la même chambre à vide.

Le second groupe de chercheurs rassemble des physiciens, des chimistes et des métallurgistes concernés surtout par les applications pratiques des recherches effectuées à l'aide de la diffraction des électrons. L'activité de surface concerne directement le mécanisme de la corrosion dont l'importance économique est grande. La lubrification par film mince ou par fluide constitue un autre champ d'application. Citons dans cet ordre l'idée de la lubrification des articulations de notre sque-

lette par le liquide synovial. Les semi-conducteurs, plus connus sous le nom de transistors ou de circuits intégrés, sont concernés aussi par l'activité de surface des ions et des électrons et sont étudiés à l'aide de la méthode LEED. La catalyse utilisée à grande échelle par l'industrie chimique constitue encore un autre phé-

nomène de surface dans lequel un catalyseur finement pulvérisé accélère des milliers ou des millions de fois les réactions chimiques, les rendant ainsi plus économiques. Enfin la surface du diamant lui-même est concernée, celui-ci pouvant servir de substrat à des dispositifs semi-conducteurs, cette surface ne devant pas

être considérée comme celle d'un cristal de carbone pur, mais plutôt comme une couche de graphite. On pourrait encore citer de nombreux exemples d'applications pratiques importantes basées sur des travaux théoriques qui semblaient a priori présenter assez peu d'intérêt en laboratoire.

Bibliographie

Nos lecteurs peuvent se procurer les nouveautés présentées dans cette rubrique à la librairie **Technisciences**, 10, rue Mayran, 75009 Paris (878.24.39 et 526.03.43) qui a réalisé cette documentation.

Analyse

A4. Analysis and testing of adhesive bonds

par G.P. Anderson, S.J. Bennett et K.L. DeVries

Le développement d'adhésifs toujours plus puissants et plus fiables a, par voie de conséquence, conduit à l'élaboration d'essais et de techniques d'analyse permettant l'évaluation de leur pouvoir d'adhérence. Les auteurs en livrent ici la description, depuis la théorie et les phases expérimentales, jusqu'aux techniques d'application. Certaines des techniques décrites dans ce traité sont susceptibles d'être conduites en association avec un ordinateur. Grandes lignes de l'ouvrage : Standard adhesive test techniques. Theory of adhesive fracture. Adhesive fracture energy tests. Analytical methods and computer techniques for adhesive bonding. Chemical and physical aspects of adhesive fracture. Specific applications and aspects of adhesive fracture mechanics.

1977, 268 p., F 145.

W24. Analytical applications of nmr

par D.E. Leyden et R.H. Cox

Destiné aux chimistes analystes et organiciens, ce quarante-huitième volume de la collection "Monographs on Analytical Chemistry and its Applications" est consacré aux applications en analyse de la résonance magnétique nucléaire. Il constitue une vue d'ensemble sur les possibilités offertes par cette technique : Rappel des principes théoriques de la résonance magnétique nucléaire. Aspects expérimentaux et instrumentaux de la RMN. Analyse de spectres et détermination de la structure de substances. Études par la résonance magnétique nucléaire du carbone-13. Méthodes de mesures quantitatives. Exemples d'applications analytiques de la résonance magnétique nucléaire. L'ouvrage est pourvu de quantité de références bibliographiques relatives aux travaux originaux consultés par les auteurs.

1977, 448 p., F 225.

A5. Non-isothermal reaction analysis

par E. Koch

Les méthodes décrites dans ce livre, qui s'adresse essentiellement aux professionnels de la chimie industrielle et de la photochimie, sont davantage concentrées sur les possibles réactions des systèmes que sur celle des particules impliquées. L'auteur s'efforce de montrer comment un rendement plus élevé d'une opération analytique dans le domaine des réactions est souvent réalisé par la mesure à température programmée du changement total d'une propriété du système. Des méthodes modernes, telles que la thermogravimétrie et la calorimétrie d'exploration différentielle, sont passées en revue du point de vue nonisotherme, et les dérivations mathématiques sont présentées de manière à élucider nombre de relations entre les signaux mesurés et les lois fondamentales de la cinétique.

1977, 600 p. environ, prix non communiqué.

A5. The determination of sulphur containing groups. Volume 3 : Analytical Methods for Sulphides and Disulphides

par M.R.E. Ashworth

Troisième de l'ouvrage consacré à l'identification des groupements sulfurés (publié dans la collection "Analysis of organic materials") ce volume fournit une description détaillée des méthodes analytiques actuellement utilisées pour les composés dans lesquels les groupements -S- ou -S-S- sont fixés aux atomes de carbone d'autre part seulement enchaînés aux atomes d'hydrogène, ou à d'autres atomes de carbone. Les travaux publiés ici couvrent les thia- et dithiaalcanes, les cycloalcanes et arènes. Notons enfin que parmi les nombreuses structures hétérocycliques, les auteurs ont seulement retenu, dans cet ouvrage, les thiophènes importants et la biotine en raison de l'intérêt que présente leur étude.

1977, 220 p., F 130.

A5. Physical methods in determinative mineralogy. 2^e Édition
par J. Zussman

Publié à l'intention des géologues, des minéralogistes et des chercheurs dans les domaines du verre, de la céramique et du ciment, ce livre (auquel ont contribué nombre de spécialistes, et qui est consacré aux méthodes physiques d'identification utilisées en minéralogie) traite, dans ses grandes lignes, de : Microscopies de la lumière transmise et de la lumière réfléchie. Spectrométrie de fluorescence par rayons X. Microanalyse à l'aide de la sonde électronique. Méthodes instrumentales d'analyse impliquant l'activation neutronique. Diffraction des rayons X. Microscopie électronique et diffraction électronique. Spectroscopie infrarouge. Technique thermiques. Détermination de la densité. Techniques radiographiques.

1977, 720 p., environ, prix non communiqué.

A4. Analysis of noble metals. Overview and Selected Methods
par F.E. Beamish et J.C. Van Loon

Même les chimistes analystes les plus expérimentés se trouvent parfois embarrassés devant le choix des procédures les plus appropriées en vue de séparer et d'identifier les métaux nobles présents dans des matériaux de composition inconnue. Destiné aussi bien aux analystes de profession qu'aux chercheurs ayant à procéder à une analyse, cet ouvrage fournit une description détaillée de méthodes efficaces dans la plupart des situations. Elles impliquent des techniques relativement simples et sont d'une grande sensibilité. Leur exactitude, de même que leur précision, ne sont conditionnées que par les caractéristiques des instruments de mesure utilisés. Parmi les principales méthodes couvertes par ce livre, nous notons celles de l'absorption atomique, la spectrochimie, la spectrophotométrie, la gravimétrie et la volumétrie.

1977, environ 300 p., prix non communiqué.

Biochimie. Biologie

W24. The total synthesis of natural products. Volume 3
par J. ApSimon

Il s'agit ici d'un ouvrage de référence sur la synthèse totale dans le domaine des alcaloïdes. Il a pour objet de compléter le volume I qui décrit la synthèse totale de toute une variété de produits d'origine naturelle d'une part, et, d'autre part, de compléter la teneur du volume II dans lequel se trouvent décrites les synthèses d'un certain nombre de substances terpéniques et de stéroïdes. Il contient en outre des références supplémentaires de mise à jour, ainsi que des additifs. *Extrait du sommaire* : The total syntheses of isoquinoline alkaloids; the synthesis of indole alkaloids; alkaloid synthesis. L'ouvrage s'adresse aux organiciens, aux biochimistes et aux spécialistes de l'industrie des produits pharmaceutiques.

1977, 832 p., F 260.

W24. Toxicology of trace elements
(Series : Advances in Modern Toxicology, volume 2)
par R.A. Goyer et M.A. Mehlman

Deuxième d'une collection consacrée aux progrès enregistrés dans le domaine de la toxicologie moderne, ce livre est en particulier destiné aux chimistes, pharmacologues, laboratoires industriels de produits pharmaceutiques et aux toxicologues. Il étudie les éléments en trace, ainsi que les propriétés toxicologiques des diverses formes de chaque métal. Les auteurs mettent surtout l'accent sur les possibles effets nuisibles à la santé de l'homme. Après l'introduction, où sont réunis quantité de renseignements basés sur les origines ambiantes des éléments en trace et leurs divers effets sur les espèces autres qu'humaines, ils traitent, entre autres sujets, du métabolisme des composés du mercure, de la toxicité du plomb, des aspects des éléments en trace dans le domaine du laboratoire, de la toxicologie de l'arsenic contenu sous des formes variées dans l'environnement, etc.

1977, 172 p., F 215.

A5. Chemistry and control of enzyme reactions
par K.G. Scrimgeour

Consacré à la chimie et au contrôle des réactions enzymatiques, cet ouvrage traite de la structure et des propriétés des enzymes, du mécanisme de leur action et de leur rôle dans la régulation métabolique. L'auteur développe son sujet à grand renfort d'illustrations expérimentales dans le cadre de 3 parties principales : chimie protéique des enzymes, méthodes d'isolement, applications de la cinétique et théorie de la catalyse enzymatique, dans la première partie; tandis que la seconde étudie les enzymes sélectionnées en tant que prototypes de différents mécanismes catalytiques. La troisième partie traite des régulations biologiques produites par le contrôle des activités enzymatiques. Elle constitue une illustration de la structure quaternaire et de l'action coopérative, ainsi que du contrôle allostérique et de l'organisation des enzymes en complexes, voire leur intégration dans les membranes. La conclusion inclut des considérations sur la régulation

artificielle d'enzymes par la chimiothérapie et sur divers mécanismes régulatoires compliqués.

1977, Pages et prix non communiqués.

A4. Chromatin and chromosome structure
par H.J. LI et R.A. Eckhardt

Destiné aux chercheurs et aux étudiants en biologie, cet ouvrage sur la structure de la chromatine et des chromosomes est également de grand intérêt pour les généticiens et pour les microbiologistes. Les auteurs y présentent des études biochimiques et biophysiques sur les constituants chromosomiques, leurs interactions, leur structure moléculaire et leurs fonctions biologiques, ainsi que sur la régulation des gènes et les interactions hormonales. Il traite, en outre, de la structure et des fonctions des groupements positifs et négatifs d'histones et présente des études physiques sur les interactions des histones avec le D N A et la structure de la chromatine, l'action des hormones sur cette dernière, etc... L'ouvrage comporte également un développement historique du sujet traité, ainsi qu'une revue bibliographique de la littérature publiée dans ce domaine.

1977, 372 p., F 115.

Chimie générale

W24. An introduction to clay colloid chemistry. 2^e Édition
par H. van Olphen

Cette introduction à la chimie colloïdale de l'argile traite successivement des suspensions argileuses et des systèmes colloïdaux en général; des propriétés des sols hydrophobes et de la théorie relative à leur stabilité, ainsi que des avantages de cette dernière. Les chapitres suivants sont consacrés à d'autres théories et à leur mise en valeur, à la minéralogie de l'argile, à la forme et à la grosseur des particules, ainsi qu'à l'aire superficielle et à la densité de charge. L'auteur étudie ensuite la structure bipolaire et la stabilité des suspensions argileuses et leur peptisation; les applications technologiques du contrôle de stabilité : sédimentation, filtration et comportement à l'écoulement; le gonflement intralamellaire et osmotique. Applications. Interaction des argiles et des composés organiques; propriétés électrocinétiques et électromécaniques des systèmes argile-eau.

1977, 336 p., F 170.

A4. Combustion
par I. Glassman

Sujet éminemment complexe, la combustion fait appel à un certain nombre de disciplines, dont la chimie, la physique et la mécanique des fluides. L'auteur s'efforce de les présenter, ainsi que leurs interactions, dans le cadre de neuf chapitres principaux, dont le dernier met l'accent sur cette coordination multidisciplinaire : Thermodynamique chimique. Cinétique chimique. Caractéristiques explosives et oxydantes générales. Phénomènes de flammes en milieux de gaz préalablement mélangés. Détonation. Diffusion des flammes. Incandescence. Considérations sur les milieux de combustion. Combustion du charbon. L'ouvrage s'adresse aussi bien aux ingénieurs chimistes, qu'aux ingénieurs mécaniciens et aux ingénieurs de l'aéronautique.

1977, 300 p., environ, prix non communiqué.

Chimie organique

W24. Chromenes, chromanones and chromones
par G.P. Ellis

L'auteur décrit la chimie de composés hétérocycliques tels que les chromènes, les chromanones et les chromones. Il présente une étude critique des travaux biologiques et phytochimiques publiés dans le domaine des composés susvisés, puis traite des techniques physiques modernes appliquées à leur étude en soulignant le rôle qu'y jouent la spectroscopie et la chromatographie. L'ouvrage contient également une liste des chromènes, chromanones et chromones actuellement connus, en indiquant les points de fusion ou d'ébullition, ainsi que quantité de références bibliographiques. L'ouvrage s'adresse aux organiciens, aux chimistes des laboratoires de produits pharmaceutiques, aux toxicologues, aux biochimistes et aux microbiologistes, ainsi qu'aux phytochimistes.

1977, 1328 p., F 690.

A5. Metal alkoxides
par D.C. Bradley et D.P. Gaur

Les auteurs rendent compte des travaux les plus récents effectués dans le domaine des alcoolates métalliques. Ils mettent en particulier l'accent sur la synthèse, les propriétés et la structure des alcoolates. Il s'agit, en effet, d'une famille de composés qui présente une grande variété de propriétés

physico-chimiques très intéressantes à bien des égards. L'ouvrage traite également d'aspects fondamentaux apparaissant par corrélation desdites propriétés avec la nature du métal (configuration électronique) et la forme et l'importance du groupement alcoxyde. Il est bien entendu aussi tenu compte dans cet ouvrage, qui s'adresse après tout à des professionnels, des applications industrielles des alcoolates métalliques.

1977, en préparation, prix non communiqué.

Chimie physique

W24. Introduction to liquid state chemistry par Y. Marcus

Cette introduction à la chimie de l'état liquide fait état des mécanique et thermodynamique statistiques dans le domaine des propriétés d'équilibre de liquides et de mélanges de liquides, de manière à rendre intelligibles les réactions et interactions décrites du point de vue phénoménologique. Grandes lignes de l'ouvrage : Généralités sur les liquides, leur structure et leurs propriétés. Étude générale des mélanges liquides ; mélanges de liquides moléculaires ; solutions d'électrolytes en milieux diélectriques ; mélanges de sels fondus ; mélanges de métaux fondus.

1977, 368 p., F 170.

Environnement

W24. The chemistry of our environment par R.A. Horne

Description des principaux domaines constituant notre environnement : exosphère, atmosphère, hydrosphère, lithosphère et biosphère. L'auteur en profite pour étudier les rapports chimiques agissant entre eux et entre ces divers domaines. Il traite également des modifications chimiques et de la pollution de l'environnement, ainsi que de la "pollution interne" due aux médicaments et aux additifs contenus dans les denrées alimentaires. Notons, entre autres sujets passés en revue : l'origine cosmique et la répartition des éléments ; le système solaire ; la composition chimique de la terre ; l'exploitation des ressources minérales et ses abus ; la chimie atmosphérique ; la chimie de la pollution de l'air, la chimie de l'eau potable ; les perturbations de la biosphère dues à l'homme ; la chimie de la vie, ainsi que la composition et la structure de la biosphère, etc...

1977, 832 p., F 215.

Industrie

D14. Filtration. Principles and Practice. Part 1 (Chemical Processing and Engineering, volume 10) par C. Orr

Publiée dans le cadre d'une collection consacrée aux procédés et à l'ingénierie chimiques, la première partie de ce dixième volume traite de la filtration (principes et pratique) à laquelle il est fréquemment fait appel dans l'industrie pharmaceutique, en chimie analytique, dans la protection de l'environnement, etc. L'ouvrage s'adresse aussi bien aux professionnels de ces domaines, qu'à ceux des composants électroniques. Extrait du sommaire : Gas filtration theory. Liquid filtration theory and filtration pretreatment. Filter media. Industrial gas filtration. Filtration in the chemical process industry. Ultrafiltration.

1977, 560 p., F 380.

P48. Laser systems in flow measurements par T.S. Durrani et C.A. Greated

Les auteurs décrivent de manière approfondie les techniques de mesure d'écoulement conventionnelles et les systèmes à laser. Ils rendent compte de l'état actuel des connaissances dans ce domaine, tant en ce qui concerne les aspects théoriques que pratiques de l'anémométrie au laser. L'ouvrage informe sur les constituants optiques de base et le matériel d'analyse des signaux, ainsi que sur la turbulence statistique ; l'analyse de l'effet de Doppler, la relation des données entre elles, et les techniques de corrélation photonique, ainsi que les aspects pratiques associés avec le montage d'un dispositif de mesure et les rapports entre les signaux photodétecteurs et

les paramètres d'écoulement sous certaines conditions laminaires et de turbulence.

1977, 281 p., F 225.

A92. Industrial and laboratory pyrolyses par L.F. Albright et B.L. Crynes

Il est rendu compte, ici, des divers progrès enregistrés dans le domaine de la pyrolyse, tant du point de vue industriel, que de celui du laboratoire. La rareté des paraffines légères conduisant à faire appel à des charges de départ plus lourdes produites par pyrolyse, telles que le propylène, les diènes et les aromatiques, on accorde une importance accrue aux descriptions contenues dans ce compte rendu de symposium dont les grandes lignes portent sur : la chimie et le mécanisme de la pyrolyse d'hydrocarbures légers divers ; considérations conceptuelles d'installations industrielles ; unités pilotes et unités industrielles pour la pyrolyse d'hydrocarbures variés ; pyrolyse de divers composés présents dans les huiles dérivées de la houille, les schistes bitumineux, les produits résiduels et les matériaux organiques divers.

1977, 510 p., F 180.

A4. Solar energy engineering par A.A.M. Sayigh

Fruit de la collaboration de quelque 21 spécialistes faisant autorité dans ce secteur énergétique, cet ouvrage sur l'ingénierie de systèmes pour l'exploitation de l'énergie solaire constitue un traité complet couvrant tous les aspects de son utilisation et de ses dimensions. Les auteurs en décrivent dans le détail les facettes théoriques et pratiques, tout autant que le cadre de chaque phase d'ingénierie, en y incorporant diverses nouvelles idées et orientations au bénéfice de recherches ultérieures. Grandes lignes de l'ouvrage (amplement illustrées) : Éclairage énergétique solaire, total et spectral. Transfert de chaleur pour l'utilisation de l'énergie solaire. Échangeurs aérothermiques solaires et leurs applications. Accumulateurs solaires. Climatisation domestique solaire. Conversion photoélectrique. Stockage d'énergie solaire.

1977, 500 p., environ, prix non communiqué.

Industries alimentaires

A92. Phenolic, sulfur and nitrogen compounds in food flavors par G. Charalambous et I. Katz

Consacré aux composés phénoliques, du soufre et de l'azote contenue dans les agents aromatiques alimentaires, cet ouvrage répond au besoin croissant de connaître la constitution des aliments que nous consommons ; particulièrement en ce qui concerne la santé publique, l'économie et la démographie. Il traite, entre autres sujets principaux : du rôle de la flavone et des composés s'y rattachant dans l'action retardatrice de la modification aromatique des aliments par l'oxydation des lipides ; de l'apport de goût par l'intermédiaire de divers composés au thé, à certains vins et aux aliments ; de la surveillance et du contrôle du goût de l'eau potable ; des procédés analytiques pour la détermination des propriétés aromatiques de certains des composés précités et du taux de leur présence dans les aliments, etc...

1977, 215 p., F 125.

Polymères

A4. Ion-containing polymers : physical properties par A. Eisenberg et M. King

Le premier volume de ce traité consacré à la physique des polymères concerne essentiellement les polymères de type ionique et leurs propriétés physiques. Grandes lignes de ce volume : Application of ion-containing polymers. Recent symposia and reviews in the field. Scope of this work. General classification. Detailed classification and examples of linear and branched ionics. Supermolecular structure and glass transition : Supermolecular structure. Glass transition. Viscoelastic properties of homopolymers : Inorganic ionics. Organic nonionic homopolymers. Ionizable organics. Viscoelastic properties of copolymers : Non-crystalline copolymers of high Tg. Rubber-based ionomers. Crystalline copolymers. Polyelectrolyte complexes.

1977, 300 p., F 190.

Densimètre de haute précision à affichage numérique

La gamme des densimètres à affichage numérique PAAR vient de s'enrichir d'un nouveau modèle : le DMA 55.

Cet appareil possède les derniers perfectionnements apportés dans ce domaine :

- calculs pris en charge par un microprocesseur
- affichage direct de la grandeur programmée : masse volumique, densité, degré Beaumé, indices API, Twadell, etc...
- temps de mesure de 0,7 à 2 secondes



Les autres caractéristiques de cet appareil sont les suivantes :

- gamme de mesure jusqu'à 3 g/cm^3
- précision $\pm 1.10^{-5} \text{ g/cm}^3$
- volume d'échantillon 0,7 ml.

Comme les autres matériels de cette gamme, l'appareil peut fonctionner en flux continu, ce qui le rend particulièrement utile en médecine (dialyse rénale), en brasserie (Balling) en œnologie (degré alcoolique).

Il trouve aussi sa place dans d'autres secteurs industriels : pétrochimie, pharmacie, cosmétiques entre autres.

Instrulab, 13, rue d'Artagnan, 13014 Marseille. Tél. (91) 50.84.96. Téléx : Bnma F 420579 Code 364.

Analyse viscoélastique des polymères

La Division Instruments de Du Pont de Nemours vient d'ajouter à son ensemble

d'analyse thermique un remarquable module, l'analyseur viscoélastique 980 (DMA).

Le DMA associe les mesures de fréquences de résonance naturelle et d'absorption d'énergie sous oscillation mécanique avec les changements de la température de l'échantillon. Ces mesures donnent des informations précises sur la rigidité, la cristallinité, la capacité à absorber les bruits et la fragilité des matériaux, mieux encore, le mode de fonctionnement du DMA permet la mesure des propriétés de polymères en présence de matériaux interférants (Cas des revêtements sur métaux).

Le DMA permet d'étudier la structure des hauts polymères et d'analyser la composition chimique des copolymères et des mélanges, ce qui rend cet appareil particulièrement adapté à l'étude de la morphologie des polymères, des mélanges de polymères, des thermodurcissables.

Le DMA offre une gamme de modules large, une gamme de température large et une grande facilité de manipulation. De plus l'enregistrement, en temps réel, sur un enregistreur X-Y₁-Y₂ (à 2 plumes) à la fois de la fréquence de résonance et de l'amortissement mécanique en fonction de la température permet de mener à bien plusieurs expériences en moins d'une heure de fonctionnement.

Une échelle de température de $-150 \text{ }^\circ\text{C}$ + $500 \text{ }^\circ\text{C}$, des vitesses de chauffage ou de refroidissement aisément réglables sont le résultat d'une programmation de température linéaire et des possibilités de travail à basse température du DMA.

Une fois l'échantillon mis en place, le DMA fonctionne automatiquement et ne demande pas de surveillance particulière de la part du technicien ou du chercheur responsables du résultat des essais. D'autres caractéristiques intéressantes sont la rapidité d'analyse et la facilité du traitement des résultats.

Le module DMA est relié par un seul câble au système programmeur-enregistreur de Du Pont bien connu sous la désignation 990.

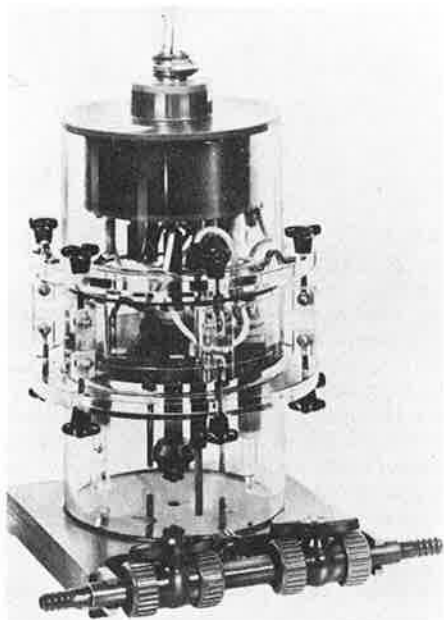
Pour tout renseignement complémentaire, téléphonez à M. Mangé, Société Du Pont de Nemours. Tél. 907.78.72.

Blocs multiélectrodes

Les blocs multiélectrodes type KMS permettent la mesure simultanée de plusieurs paramètres : pH, oxygène dissous, conductivité électrique, température, redox.

Ils peuvent fonctionner soit en circulation continue, soit en immersion. Ils sont construits en boîtier de PVC entièrement étanche pour un fonctionnement en extérieur (ou en intérieur) en continu.

Pour les eaux très polluées, le modèle KMS



702 comporte un système de nettoyage automatique.

Pour tous renseignements : Labo-Moderne, 37, rue de Dombasle, 75015 Paris. Tél. 532.62.54.

Transmetteurs de pression différentielle liquide - liquide

Le transmetteur de pression différentielle Viatran, modèle 504 est un appareil destiné à effectuer des mesures basse pression dans des milieux très corrosifs.

Il a été conçu pour être utilisé dans les chaînes de contrôle de processus.

Les étendues de mesure s'étagent de ± 37 mbars à $\pm 1,75$ bar en 15 gammes. La pression de ligne standard est de 200 bars, elle peut être de 350 bars en option. Grâce à des butées mécaniques de protection, toute la pression de ligne peut être appliquée sur un seul des côtés sans pour cela altérer le retour à zéro du capteur qui a une précision de $\pm 0,25\%$ de la pleine échelle.

Il est monté en boîtier étanche anti-déflagrant.

Le transmetteur délivre un courant de 4-20 mA en montage 2 ou 4 fils selon le type d'alimentation retenu par l'utilisateur.

En montage 2 fils, l'alimentation se fait en 24 Vcc ou 100 Vcc ; l'alimentation 220 V ou 110 V implique un montage 4 fils. La

version 24 V a été particulièrement étudiée pour répondre aux normes de sécurité intrinsèque.

Tous les réglages de zéro et de sensibilité sont facilement accessibles, et de plus l'appareil dispose de deux échelons de calibration à 20 % et 100 % de l'échelle, qui permettent de simuler une pression et de calibrer ainsi toute l'installation très simplement.

Les cavités sont en acier inoxydable type 304 et 347, ce qui permet l'utilisation dans la plupart des milieux corrosifs ; lorsque ceci n'est pas suffisant, en option, il est possible d'avoir celles-ci recouvertes d'un film de téflon.

Il faut également noter que sur ce capteur dont l'élément sensible est équipé d'un pont de jauges métalliques, le constructeur garanti, outre la précision, une stabilité sur 6 mois meilleure que 0,25 % de la pleine échelle.

Pour tous renseignements : P.G.P. Instrumentation, 84, rue Henri Priou, 78340 Les-Clayes-sous-Bois. Tél. 055.74.92 et 055.68.20.

Appareil portable de détection et de localisation de fuite de gaz

Nouvel appareil sensible à tous les gaz inflammables (quelques ppm), permettant de déceler l'anomalie et de la localiser avec une exceptionnelle précision (de l'ordre du cm).

D'emploi simple, ce matériel robuste et complet signale le défaut par des indications galvanométrique, sonore et lumineuse. Entre autres originalités, signalons

un système exclusif de canne télescopique équipée d'une extrémité flexible, offrant à l'utilisateur un rayon d'intervention supérieur à 3 m. Il donne accès sans peine aux endroits élevés ou dissimulés.

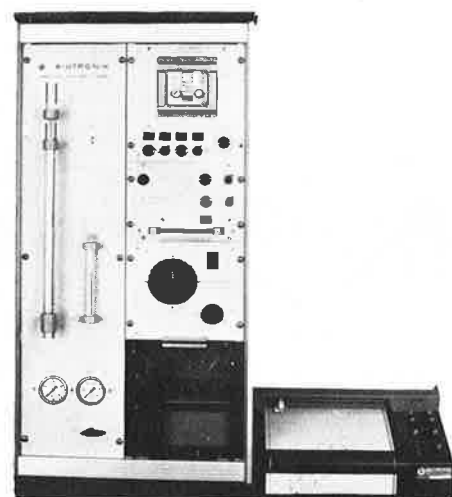
le fonctionnement, sans modification mécanique ou électronique, sur toute alimentation entre 6 et 9 V. (piles - accu cadmium nickel).



Dans tous les cas, l'autonomie dépasse 12 heures.

Cet appareil étalonné sur chaque cas en laboratoire, apporte une solution efficace et pratique aux problèmes de contrôle, de maintenance et de sécurité qui se posent dans l'industrie, les municipalités, les hôpitaux, les laboratoires...

Distalarm, 22 quai de Seine, 78420 Carrières sur Seine. Tél. 914.85.27.



L'analyseur d'acides aminés LC 2 000

Conçu pour être confié à un non-spécialiste l'analyseur d'acides aminés LC 2 000 est livré avec des programmes sur bande perforée, optimisés pour des analyses répétitives de liquides physiologiques, ou d'hydrolysats de protéines avec ou sans sucres aminés etc. Des programmes particuliers peuvent être réalisés par l'utilisateur lui-même. La simplicité de la programmation se traduit par une importante économie dans l'investissement, tout en atteignant les plus hautes performances :

- Analyse monocolonne haute pression en 90 minutes pour les hydrolysats, 3 heures et demie pour les liquides physiologiques ;
- Mesure photométrique sur deux longueurs d'onde simultanément ;
- Sensibilité d'une nanomole ;
- Reproductibilité 2 % ;
- Injecteur automatique d'échantillons et intégrateur numérique en options.

Constructeur : Biotronik.
Distributeur en France : Sema, 109, avenue de Verdun, 92130 Issy-les-Moulineaux.

<p>Appels d'offres 26. Biochimie, biologie 9, 12, 14, 17, 20, 26 Catalyse 4, 6, 12 Chimie analytique 10, 13, 17, 20, 23 Chimie générale 2 Chimie minérale 1, 8, 21 Chimie organique 2, 4, 9, 18 Expositions 1, 16</p>	<p>Formation continue 25 Génie chimique 5, 6, 14, 17 Industrie 5, 6, 7, 8, 10, 14, 15, 16, 19, 25 IUPAC 11, 17 Photochimie 11 Polymères 17, 22 Prix 19 Publications 20, 21, 22, 23, 24</p>
---	--

1. Le vitrail

A partir du 15 décembre, le Palais de la Découverte avec le Laboratoire de recherche des Monuments historiques organisent une exposition à Paris, au Palais de la Découverte, sur le vitrail : art et technique.

Les vitraux anciens posent un grave problème de conservation : ils sont en effet le siège de phénomènes de dégradation très importants qui menacent la survie de ce patrimoine considérable.

Ces dégradations sont dues à la composition particulière du verre ancien et à l'action d'agents extérieurs : l'eau, la pollution atmosphérique, les divers facteurs climatiques sont autant de causes de destruction. L'exposition présentera la technique du vitrail et les recherches scientifiques qui ont abouti à une meilleure connaissance des phénomènes de corrosion et à la mise au point de procédés de conservation.

Une importante documentation photographique, des schémas, des pièces authentiques, une démonstration pratique de la technique du vitrail et diverses expériences de laboratoire permettront d'informer le public sur l'ensemble et la complexité des problèmes du vitrail.

2. Séminaires de l'École Normale Supérieure

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

Mardi 20 décembre 1977, Dr. Ph. Millie (E.N.S.) :

Prévision du chemin réactionnel dans les réactions atome - atome et atome - molécule diatomique. Exemples ; applications.

Mardi 17 janvier 1978, Dr. E. Glotter (Faculty of Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem, Israël) :

Neighboring group effects in the opening of steroidal epoxides.

3. Journées d'information de l'ITF

L'Institut Textile de France organise une journée d'information, le jeudi 12 janvier

1978, à partir de 9 heures, à l'Hôtel Inter-Continental à Paris (angle de la rue de Rivoli et de la rue de Castiglione).

Des exposés de 15 mn se succéderont sur les thèmes suivants :

- *Apport de l'ITF à l'utilisation de nouveaux procédés de filature*
- *Assistance technique à l'industrie*
- *Fils nouveaux : fils multifilaments à aspect de filés de fibres*
- *Formation continue*
- *Dépollution des eaux dans l'ennoblissement textile*
- *Utilisation de nouvelles formes de l'énergie*
- *Une forme moderne de documentation*
- *Textilisation des fibres aramidées*
- *Progrès dans la protection et l'utilisation du lin*
- *Qualification des produits textiles*
- *Application de l'automatisation en confection-bonneterie.*

Pour tous renseignements : Institut Textile de France, 35, rue des Abondances, 92100 Boulogne-sur-Seine. Tél. 825.18.90.

4. Séminaires de chimie organique de l'E.N.S.C.P.

Le prochain séminaire aura lieu à l'École, 11, rue Pierre-et-Marie Curie (Paris 5^e), Salle n° 1, à 16 heures.

Judi 26 janvier 1978, M. M. Blanchard, (Université de Poitiers) :

Métathèse des alcynes en catalyse homogène et hétérogène.

5. Symposium international de génie chimique

Sur le thème : *Les techniques d'agitation et de mélange dans les industries chimiques et connexes*, ce symposium se tiendra à la Faculté Polytechnique de Mons, du 21 au 24 février 1978, sous le patronage de la Fédération Européenne de Génie Chimique, de la Société Royale Belge des Ingénieurs et des Industriels, de la branche Belge de la Société de Chimie Industrielle, de la Société Belge des mécaniciens et de l'Association des Ingénieurs de la Faculté Polytechnique de Mons.

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

Les thèmes des quatre journées seront :

1. *Caractérisation et modèles des écoulements de solutions de liquides miscibles, peu ou très visqueux, newtoniens ou non, dans des cuves munies d'agitateurs.*
2. *Agitation des systèmes liquide-solide. Visite d'une exposition de matériel technique et scientifique organisée dans les locaux de la Faculté.*
3. *Agitation des systèmes gaz-liquide (mobile immergé ou aérateur de surface).*
4. *Mélange des matières pulvérulentes ou granuleuses - Mélangeurs statiques et inline.*

Les sujets traités rejoindront non seulement les préoccupations de l'industrie chimique, mais aussi celles des industries métallurgiques, cimentières, céramiques, ... ainsi que certaines techniques mises en œuvre dans l'épuration des eaux résiduaires. Trente-six communications présentées par des spécialistes de dix pays différents sont inscrites au programme provisoire.

Pour tout renseignement, s'adresser à Marc Bruxelmann, Laboratoire de génie chimique, Faculté Polytechnique de Mons, rue de l'Épargne, 7000 Mons.

6. Symposium international sur le génie chimique des réactions gaz-liquide-catalyseur solide

Le Groupe de chimie appliquée et l'Unité «Applications» du Centre de Recherches sur la Catalyse de l'Université de Liège organisent du 1^{er} au 3 mars 1978, un symposium international sur le thème : *Génie chimique des réactions gaz-liquide-catalyseur solide.*

Le symposium consistera en une série de conférences en français et en anglais faisant la synthèse des connaissances actuelles et analysant les perspectives d'avenir des systèmes catalytiques à 3 phases dans les industries pétrolière et chimique, dans le contexte de la raréfaction des matières premières et des ressources énergétiques.

Les conférenciers sont des personnalités universitaires et industrielles :

Prof. J.C. Charpentier, Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques, Nancy

Dr. A. Germain, Maître de conférences, Université de Liège

Prof. A. Gianetto, Institut Polytechnique de Turin

Prof. H. Hammer, Université Technique d'Aix-la-Chapelle

Dr. A. Laurent, Maître de conférences, Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques, Nancy

Prof. A. Lefebvre, Université de Liège

Prof. G. L'Homme, Université de Liège

Dr. Ir. R. Van Dongen, Koninklijke Shell Laboratorium, Amsterdam.

Dr. Ir. J. Van Klinken, Koninklijke Shell Laboratorium, Amsterdam.

Des renseignements plus détaillés peuvent être obtenus auprès de l'organisateur : Prof. G. L'Homme, Laboratoire de génie chimique, Institut de Chimie Industrielle, Uni-

versité de Liège, Rue A. Stévant 2, B-4000 Liège (Belgique). Tél. : 041/52.01.80 (poste 135).

7. Symposium international de l'I.S./C.C.

Le prochain symposium international de l'I.S./C.C. (Industrial Scientific & Commercial Council), anciennement I.B./C.C. se tiendra à l'hôtel Hilton de Bruxelles, le 27 avril 1978. Le thème en sera : *Promotion, technologie, produits, services, 1978-1979, chimie et industries connexes.*

Le programme pourra être obtenu auprès de l'I.S./C.C., BP 50, B-1060 Bruxelles 31.

8. V^e Symposium international du sel

Un nombre important d'experts, venant du monde entier, a promis sa participation au V^e Symposium international du sel qui aura lieu du 29 mai au 1^{er} juin 1978 à Hambourg. Au cours de cette manifestation, d'une durée de quatre jours, 129 communications seront présentées.

Voici la répartition entre les différentes Sections.

- Géologie, tectonique, minéralogie, géochimie : 30 exposés,
- Exploitation minière, géophysique, mécanique des roches ; droit minier et règlements : 33 exposés,
- Exploitation par dissolution ; création de cavités, utilisation des cavités, stockage souterrain : 22 exposés,
- Evaporation solaire, évaporation thermique ; production de sel et technologie ; dessalage de l'eau de mer ; produits résiduaires : 23 exposés,
- Marchés du sel, alimentation et autres usages ; questions relatives à l'environnement ; divers : 21 exposés.

Pour tous renseignements complémentaires, veuillez vous adresser à Kaliverein e. V., Postfach 32 66, D-3000 Hannover 1, République Fédérale d'Allemagne.

9. Première réunion du Groupe peptides

La première réunion du Groupe peptides aura lieu du dimanche 4 juin 1978 au soir au mercredi 7 juin au soir à l'Abbaye des Prémontrés à Pont-à-Mousson.

Cette réunion informelle n'a pas un caractère de colloque mais est destinée à faire connaître les activités des groupes qui se consacrent, en France, à ce domaine de recherches.

Les thèmes retenus sont les suivants :

1. *Aspects chimiques (Isolement. Synthèse. Purification...)*
2. *Aspects physico-chimiques (Conformation. Interactions moléculaires...)*
3. *Aspects biologiques (Les relations structure-activité biologique. Récepteurs...)*

Renseignements complémentaires et inscription : Secrétariat du Groupe peptides,

Mme F. Normand, D.G.R.S.T., 35, rue Saint-Dominique, 75007 Paris, ou : Comité du Groupe peptides, M. Rivaille.
Frais d'inscription : Cadres A : 100 F ; cadres B : 150 F ; industriels : 250 F.
Date limite d'inscription : 28 janvier 1978.

10. Conférence ASTM sur le contrôle des rayonnements dans l'environnement et les effluents

La Conférence de l'ASTM sur le contrôle des rayonnements dans l'environnement et les effluents se tiendra du 9 au 14 juillet 1978, au Johnson State College, à Johnson dans le Vermont, U.S.A. Elle est organisée par le Comité D-22 sur les méthodes d'échantillonnage et analyse de l'air et le Comité D-19 sur l'eau de l'American Society for Testing and Materials (ASTM).

Pour tous renseignements : Miss Carolyn Morris, Universities Space Research Association, P.O. Box 3006, Boulder, Colo. 80303.

11. VII^e Symposium de photochimie à l'IUPAC

Ce symposium se tiendra à l'Université Catholique de Louvain (Belgique) du 24 au 28 juillet 1978.

Pour tous renseignements : Prof. F. De Schryver, VII IUPAC Symposium on Photochemistry, K.U. Leuven, Département Scheikunde, Celestijnenlaan 200 F, B-3030 Heverlee, Belgium.

12. VII^e Symposium ibéro-américain de catalyse

Le VII^e Symposium ibéro-américain, qui se tiendra à Rio de Janeiro du 7 au 11 août 1978, est organisé par l'Institut Brésilien du Pétrole. Les domaines suivants ont été retenus : *Processus enzymatiques et chimiques fondamentaux en catalyse homogène et hétérogène ; génie des réactions chimiques ; préparation des catalyseurs et modèles pour réacteurs catalytiques.*

Les auteurs désirant présenter une communication doivent en soumettre le titre et le résumé (400 mots), avant le 31 janvier 1978 à l'Instituto Brasileiro de Petróleo, Av. Rio Branco, 156-10^o andar s/1035 Caixa Postal 343, 20000 Rio de Janeiro, Brésil.

Renseignements : Pr. G. Pannetier, Secrétariat : M. Djega-Mariadassou, Université Paris VI, Laboratoire de cinétique chimique, 1 rue Guy-de-la-Brosse, 75005 Paris. Tél. 336.25.25, poste 36-30 ou 36-35.

13. XII^e Symposium international sur la chromatographie

Le XII^e Symposium international sur la chromatographie aura lieu à Baden-Baden

(RFA) du 25 au 29 septembre 1978. Figureront au programme des conférences-débats touchant tous les domaines de la chromatographie et des techniques apparentées. Par ailleurs, des hôtes donneront quelques conférences plénières et vues d'ensemble. Les conférences peuvent se faire en langues anglaise, française ou allemande.

Le Symposium est organisé en commun par le «Chromatography Discussion Group», le Groupement pour l'Avancement des Méthodes Spectroscopique et Physicochimique d'Analyse (GAMS) ainsi que le Cercle d'études de la chromatographie du groupe professionnel «Analytische Chemie» de la Gesellschaft Deutscher Chemiker.

Les inscriptions pour les conférences-débats, avec un résumé comportant de 300 à 600 mots, seront adressées jusqu'au 15 novembre 1977 au Geschäftsstelle der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Abteilung Fachgruppen, Postfach 90 04 40, 6000 Frankfurt/Main 90.

Parallèlement au Symposium il est prévu d'organiser une exposition d'instruments et d'accessoires. On vise à ce que cette exposition se tienne sous une forme nouvelle et concentrée. Toute Société désirant participer à l'exposition est priée d'adresser sa demande à Dr. K.-P. Hupe, Ohmstrasse, 7500 Karlsruhe 41.

14. 1^{er} Congrès européen du génie biologique

Le 1^{er} Congrès européen du génie biologique se tiendra du 25 au 30 septembre 1978, à Interlaken (Suisse). Les thèmes principaux en sont les suivants :

- *Bioréacteurs (types de fermentateurs, techniques des mesures et de régulation).*
- *Biocatalyseurs immobilisés.*
- *Phénomènes de régulation en vue de procédés bio-technologiques.*

Pour tous renseignements s'adresser à la Dechema, Deutsche Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen, Postfach 970146, D-6000 Frankfurt/Main 97, R.F.A.

15. 5^e Congrès international sur l'étude des coûts

Le 5^e Congrès international sur l'étude des coûts est organisé par Nederlandse Stichting voor Kostentechniek et Dutch Association of Cost Engineers. Il se tiendra à Utrecht (Pays-Bas), du 30 octobre au 1^{er} novembre 1978 et sera précédé de deux séminaires sur l'étude des coûts : études réalisables, estimation des facteurs et aspects de la gestion; analyse spéculative et des risques, contrôle des coûts des projets et aspects de la gestion.

Pour tous renseignements : M. J. Korevaar, 5th International Cost Engineering Congress, 2 Javastraat, 2885 AM La Haye, Pays-Bas.

16. KEMI 78

Le Salon KEMI 78 (2^e Salon international de la chimie appliquée et de la chimie industrielle) se tiendra en Suède, du 7 au 10 novembre 1978.

KEMI 78, comme l'exposition précédente en 1975, aura lieu à Göteborg. Il sera organisé par la «Svenska Mässan Stiftelse» (Foire internationale de Göteborg), avec le concours des deux associations professionnelles de chimistes suédois les plus importantes : la Svenska Kemistsamfundet (Association des Chimistes Suédois) et la Svenska Kemiingenjörers Riksförening (Fédération Suédoise des Ingénieurs Chimistes). La surface d'exposition sera le double de celle dont disposaient, il y a trois ans, les participants au Salon KEMI 75. L'exposition sera encadrée par des conférences, des tables rondes, etc.

Pour tous renseignements, s'adresser à : Svenska Mässan Stiftelse, Box 5222, 402 24 Göteborg, Tél. (0) 31.20.00.00.

17. 27^e Congrès de l'IUPAC

Le 27^e Congrès de l'IUPAC se tiendra à Helsinki (Finlandia Hall), du 27 au 31 août 1979.

Les thèmes de ce congrès sont les suivants :

1. *Analyse des éléments traces.*
2. *Méthodes modernes en chimie clinique.*
3. *Chimie et biologie des hydrates de carbone des membranes cellulaires.*
4. *Chimie et technologie des polymères naturels et de leurs produits de dégradation.*
5. *Biotechnologie et génie biologique.*
6. *Ressources minérales du nord de l'Europe.*

Pour tous renseignements : 27 th IUPAC Congress, P. O. Box 13244, SF-00131, Helsinki 13, Finland.

18. 9^e Conférence internationale de chimie organométallique

La 9^e Conférence internationale de chimie organométallique (IXth ICOMC) se tiendra à Dijon du 3 au 7 septembre 1979. Une première circulaire sera envoyée individuellement, début 1978, aux chimistes dont le centre d'intérêt se situe en général dans le domaine de la Conférence.

Pour toute information, s'adresser au Pr. Tirouflet, Université de Dijon, BP 138, 21004 Dijon Cédex.

19. Prix international de l'A.I.M.s

Le Conseil National des Ingénieurs Français nous signale que l'Association des Ingénieurs de la Faculté Polytechnique de

Mons (A.I.M.s) a créé un prix international pour la période 1973-1977.

Le montant de ce prix est de 50.000 francs belges.

Pour pouvoir participer à ce concours, les intéressés devront faire parvenir leurs mémoires au Président de l'Association avant le 30 juin 1978.

Règlement

● Le Prix est décerné à l'auteur du meilleur travail original se rapportant à l'art de l'ingénieur.

● Peuvent prendre part au concours, les ingénieurs diplômés des universités et des grandes écoles de niveau universitaire sans distinction de nationalité.

● Les mémoires seront rédigés en français, en néerlandais, en anglais ou en allemand. Ils seront dactylographiés en quatre exemplaires. Les mémoires seront signés d'un pseudonyme et adressés à M. le Président de l'Association des Ingénieurs de la Faculté Polytechnique de Mons, rue de Houdain, 9, 7000 Mons, Belgique, sous enveloppe cachetée. Une seconde enveloppe cachetée contenue dans la première mentionnera le pseudonyme ainsi que les noms et titres de l'auteur.

Tous renseignements complémentaires relatifs à ce prix peuvent être obtenus en s'adressant au Secrétariat de l'A.I.M.s, 9 rue de Houdain, 7000 Mons, Belgique, Tél. 065/33.32.61.

20. Analyse de la théophylline dans le sang

Une méthode pour l'analyse de la théophylline dans le sang est décrite dans une nouvelle note d'application de 6 pages de Hewlett-Packard. Cette méthode ne nécessite que 50 microlitres de sérum et comprend une simple précipitation des protéines, suivie d'une séparation et d'un dosage sur un chromatographe liquide haute performance (HPLC). L'analyse complète est réalisée en moins de 25 minutes, le chromatogramme prenant moins de 10 minutes.

Courbes, tableaux, chromatogrammes sont inclus dans la note qui explique le choix de la colonne et de la phase stationnaire et donne toutes les conditions d'analyse.

La note d'application 232-3 «Théophylline Assay by High Performance Liquid Chromatography» est mise gratuitement à votre disposition.

Hewlett-Packard, Z. I. Courtabeuf, BP 70, 91401 Orsay Cédex. Tél. 907.78.25.

21. Le nitrure de bore Amber

La division Diamant industriel de De Beers a récemment publié une fiche technique sur l'ABN300 et l'ABN360, deux nouveaux abrasifs mis au point pour la rectification de l'acier.

Ces deux versions du nitrure de bore Amber, à maille cubique et de couleur ambre clair, présentent un potentiel considérable pour la rectification à sec et sous arrosage d'une gamme étendue de matériaux, dont les aciers rapides, les aciers à outils, les aciers inoxydables et résistant à la chaleur, la fonte et les alliages de nickel, de chrome et de titane.

Dans sa version sans revêtement, ABN300, le nitrure de bore Amber convient parfaitement aux outils à liant métallique ou vitrifié et aux outils à liant déposé par électrolyse. L'ABN360 à revêtement métallique de nickel dans une proportion de 60 % de son poids total, a été conçu pour tous les types d'outils à liant résinoïde.

Ce document, qui présente diverses données sur les applications et le rendement de deux abrasifs et sur les grosseurs de grains disponibles, peut être obtenu, sur simple demande, auprès de la division Diamant industriel de De Beers.

De Beers Industrial Diamond Division, Charters Sunninghill, Ascot, Berkshire SL5 9PX, Angleterre.

22. Notice sur les résines méthacrylate

La Division Produits chimiques de la Degussa de Francfort-sur-le-Main vient d'éditer une brochure (16 pages imprimées du format 20 x 26 cm) sur «Degadur», résines de méthacrylate durcissables à froid pour balisages. Cette brochure décrit les avantages des balisages réalisés à froid avec Degadur, les techniques de pose appropriées ainsi que les conditions de mise en œuvre. En outre, elle présente les résines Degadur convenant à la réalisation des balisages, indique les mesures à respecter pour la protection du personnel et les prescriptions officielles et fournit des informations sur le durcissement et sur les adjuvants utilisés tels que catalyseurs, pigments, charges et perles réflectrices. La brochure est disponible en langue allemande et en langue anglaise. L'édition française est en cours de préparation.

Degussa, Département des relations publiques, Postfach 2644, D 6000 Frankfurt am Main 1.

23. For better thermal analysis

La brochure s'adresse aux utilisateurs des diverses techniques d'analyse thermique : thermogravimétrie, analyse thermique différentielle, analyse calorimétrique différentielle, dilatométrie, analyse thermomécanique, etc... Elle communique les renseignements essentiels sur les activités de la Confédération Internationale d'Analyse Thermique (ICTA), en particulier sur les publications ayant trait à la nomenclature

en analyse thermique, aux étalons thermométriques sélectionnés par l'ICTA, aux recommandations actuelles pour la présentation normalisée des résultats. Elle fournit également une liste des principaux périodiques internationaux spécialisés en analyse thermique, ainsi que des livres et monographies parus de 1937 à 1976 sur ce sujet.

La brochure est disponible auprès des deux Sociétés françaises affiliées à l'ICTA : l'Association Française de Calorimétrie et d'Analyse Thermique (AFCAT) (Responsable : P. C. Gravelle, Institut de Recherches sur la Catalyse, C.N.R.S., 76 rue du 11 Novembre 1918, 69626 Villeurbanne Cédex) et le Groupe de thermodynamique expérimentale de la Société Chimique de France (Responsable : P. Cléchet, École Centrale de Lyon, BP 163, 69130 Ecully).

1 brochure, 36 pages, prix : dix francs.

24. Annuaire des Docteurs ès sciences

Une troisième édition de l'Annuaire des Docteurs ès sciences est en préparation. Si vous désirez y voir figurer votre nom, avec votre spécialité scientifique actuelle, mettez-vous en relation avec l'ANDES qui vous remettra le document à remplir.

Responsable scientifique : Mme C. Deschamps, 11 rue d'Assas, 75006 Paris. Tél. 544.08.18.

25. Formation continue

Conférences de l'ESPCI

Dans le cadre de la formation continue, l'École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris et l'Association des Anciens Élèves organisent un nouveau cycle de conférences sur la Sécurité intitulé : *La sécurité et la prévention des accidents du travail dans l'industrie chimique et dans les laboratoires*.

Ces journées se dérouleront sous la Direction technique de M. Chovin, Directeur honoraire du Laboratoire Central de la Préfecture de Police, et de M. Vallaud, Ingénieur en chef honoraire de Sécurité de la Société St-Gobain-Péchiney. Des personnalités éminentes des organismes d'étude des risques et de prévention des accidents et des services de sécurité de grandes entreprises y apporteront leur concours.

Ces journées auront lieu à l'E.S.P.C.I., les 2 et 3 mars 1978.

Pour obtenir le programme détaillé et les conditions de participation, s'adresser à l'Association E.S.P.C.I., 10 rue Vauquelin, 75231 Paris Cédex 05. Tél. 331.83.19.

26. Appels d'offre 1978 de la D.G.R.S.T.

Action complémentaire coordonnée «Pharmaco-biochimie des polypeptides : structure, préparation et mécanisme d'action»

Cette ACC s'insère dans le cadre du Programme d'action prioritaire du VII^e Plan : Pharmacologie moléculaire et clinique; nouveaux médicaments.

Elle a été créée pour inciter des collaborations entre chimistes, biologistes et industriels ; une priorité sera accordée aux projets pharmacologiques associant les aspects chimiques et biologiques.

1. Structure et préparation

- Relation entre la conformation (structure tridimensionnelle) et l'activité,
- Procédés de synthèse et de purification des polypeptides et de leurs analogues, marquage en cours de synthèse,
- Isolement et détermination de la structure de nouveaux peptides naturels.

2. Mécanismes d'action

- Interactions des polypeptides avec diverses structures de reconnaissance (récepteurs, transporteurs, anticorps, ...),
- Critères d'appréciation de l'activité biologique au niveau cellulaire et moléculaire en vue d'élaborer de nouveaux tests pharmacologiques,
- Relations structure-activité (agonistes et antagonistes).

3. Métabolisme

- Mécanismes d'activation et d'inactivation,
- Activités biologiques des métabolites ; dérivés à action prolongée.

Dans le cadre de ce programme prioritaire est créée, au C.N.R.S., l'A.T.P. «Pharmacologie des récepteurs et des médiateurs» (hors peptides).

Enfin, il existe à la D.G.R.S.T. d'autres Actions complémentaires coordonnées qui incitent des recherches concernant les peptides sous l'aspect non pharmacologique :

- Biologie de la reproduction et du développement,
- Biologie et pathologie des parois artérielles et artériolocapillaires,
- Immunologie des allogreffes,
- Membranes biologiques : mécanisme de reconnaissance, de transfert et d'amplification.

Dates limites de dépôt : session de printemps : 31 janvier 1978, session d'automne : 31 juillet 1978.

Nombre d'exemplaires à envoyer : 30.

La demande doit parvenir à la D.G.R.S.T. sans aucune couverture, pour faciliter les manipulations, et adressée à la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (à l'attention de Monsieur De-

colin), Secrétariat des Comités, ACC «Pharmacobiologie des polypeptides», 35, rue Saint-Dominique, 75700 Paris.

1. Toute demande non signée par l'autorité responsable (Président d'Université, Directeur d'Organisme) ou dont une confirmation signée ne nous parviendrait pas un mois après la date limite fixée pour la remise des appels d'offres, sera considérée comme irrecevable.

2. Par ailleurs, le Comité se refuse d'instruire les demandes qui n'indiqueraient pas clairement :

- les différentes ressources du laboratoire,
- la liste des contrats en cours (titre, durée, échéance, montant),
- les demandes déposées auprès d'autres instances.

Les formulaires ainsi que les renseignements complémentaires peuvent être obtenus par téléphone auprès de :

nus par téléphone auprès de :

- Mme F. Normand-Plessier, poste 574 (questions scientifiques),
- Melle C. Zadounaïskv. poste 575 (questions administratives).

Important : Les vacations ne doivent, en aucune manière, dépasser 6 000 F par an et par personne (hors charges sociales), pour le secteur public.

L'énergie nucléaire en Allemagne. « Atome, illusion ou miracle ? »

A l'occasion de la parution aux Presses Universitaires de France de l'ouvrage « Atome, illusion ou miracle ? » des professeurs Karl Winnacker, président du Conseil de Surveillance de Hoechst A.G., et Karl Wirtz, professeur à l'Université de Karlsruhe, M. François Donnay, président, et les membres du Conseil d'administration de Hoechst France ont présenté l'ouvrage le 3 novembre dernier dans les salons du Pré Catelan à Paris, aux personnalités industrielles et scientifiques françaises et à la presse.

Au moment où le choix nucléaire suscite dans les pays industrialisés les mouvements les plus contradictoires, particulièrement en Allemagne où les associations écologiques opposent une plus grande résistance qu'en France, cet ouvrage important vient proposer lucidement des éléments de réflexion, en présentant le point de vue de l'industrie allemande.

En 35 ans, la consommation moyenne d'électricité par habitant en Europe de l'Ouest s'est multipliée par plus de 6. Malgré une croissance économique ralentie dans les prochaines années, les besoins en énergie restent très élevés : une comparaison avec les Etats-Unis nous le montre. Ce développement parallèle à notre dépendance extérieure en matière d'énergie est un fait politique et économique de première importance et qui concerne tous les européens. Ne pas résoudre ce problème à moyen terme signifierait un déclin certain de l'Europe. Dans ce contexte, l'exemple de la chimie européenne est significatif.

L'industrie chimique de la Communauté Européenne a réalisé en 1976 un chiffre d'affaires de 560 milliards de francs, c'est-à-dire un montant qui correspond à 40 % du produit national brut de la France. Elle a employé 1,8 million de personnes et a exporté plus d'un tiers de ses productions. Le développement de ses activités est donc d'une importance vitale. Or, cette industrie se heurte à un certain nombre de problèmes, en particulier dus notamment à la disponibilité et au coût de l'énergie.

Les plus grands concurrents de l'Europe en chimie sont les producteurs américains. Ils ne disposent pas seulement d'un marché extrêmement large, mais encore d'une énergie moitié moins chère que celle qui peut nous être fournie actuellement en Europe. En outre, la sécurité d'approvisionnement en énergie est bien supérieure aux Etats-Unis, alors qu'en Europe, le souvenir de 1973 reste encore douloureusement marqué dans nos mémoires.

Que faire pour relever cet énorme défi ? Les mesures d'économie d'énergie et la recherche de nouveaux procédés de fabrication jouent certainement un grand rôle. L'industrie chimique s'y est attachée avec son dynamisme habituel.

Toutefois, malgré leur importance, ces me-

sures sont insuffisantes. Il s'agit plutôt de diversifier nos sources d'énergie et de les rendre moins chères. Une seule possibilité nous est offerte dans un proche avenir : l'énergie nucléaire. Malgré les problèmes que pose cette énergie, elle est actuellement la seule capable de résoudre nos difficultés en la matière.

Au milieu des années 50, après le marasme de l'après-guerre, la reconstruction de l'Allemagne risquait d'être remise en cause par manque d'énergie. Ceci était particulièrement vrai pour l'industrie chimique. Cette pénurie était due à la perte d'importants gisements de matières premières à l'Est, mais aussi aux disponibilités insuffisantes de lignite et de houille en République Fédérale d'Allemagne.

Le pétrole, dans un premier temps, permit de résoudre ce problème, mais la R.F.A. en est relativement démunie. Nous savons, par ailleurs, que les ressources mondiales ne sont pas inépuisables et que nous ne sommes pas sûrs de pouvoir en disposer.

Si la pénurie a pu être évitée jusqu'ici, elle continue à nous menacer sérieusement en Europe. Dans ces conditions, l'énergie nucléaire est et demeure l'unique alternative, quelque prometteuses que soient à long terme les autres solutions proposées.

En Allemagne, tout a vraiment commencé en 1954. Cette année-là, un groupe d'industriels soucieux de leur approvisionnement énergétique fondèrent la Physikalische Studiengesellschaft, afin de promouvoir les travaux scientifiques consacrés aux applications pacifiques de la physique nucléaire. Il fut décidé que, pour l'aider dans ses orientations, la Société serait conseillée par un Comité consultatif scientifique et technique, composé de savants et de techniciens. C'est ainsi que s'instaura un long dialogue fructueux entre la science et l'industrie.

Le gouvernement allemand prend alors conscience de l'enjeu atomique et crée un Ministère de l'atome avec à ses côtés, une commission composée (et c'est là son originalité) d'hommes venant à la fois des milieux de l'économie, de la science et de l'administration.

Tous les éléments sont en place pour que la coopération si bien engagée entre l'administration et les milieux professionnels produise ses effets. En 1956 naît la Kernreaktor Finanzierungsgesellschaft, qui financera la construction à Karlsruhe d'un premier réacteur nucléaire avec une participation importante de l'industrie.

L'étude des différents problèmes et de leurs nombreuses implications est alors suffisamment avancée pour qu'en 1957 la Commission Atomique soit en mesure de proposer le premier programme atomique allemand.

Les événements s'accélérent : Euratom est fondé en 1957. Un groupe de personnalités

connue pour leur compétence et leur objectivité est appelé pour coopérer à son développement : c'est le Comité consultatif pour la science et la technique.

Dès cette époque, en Allemagne, de nombreuses associations s'intéressent à l'énergie atomique et le besoin d'une coordination se fait sentir. C'est ainsi qu'en 1959 le Deutsches Atomforum va regrouper, outre la Physikalische Studiengesellschaft dont nous avons parlé, des associations d'industriels, de parlementaires et d'hommes de science.

Les grands axes du développement de l'industrie atomique allemande sont maintenant clairement tracés et le réacteur de Karlsruhe diverge dès 1961. Le gouvernement allemand signe le traité de non-prolifération des armes nucléaires en 1969. Enfin, en 1973 est posée la première pierre d'un réacteur à neutrons rapides à Kalkar, en Rhénanie-Westphalie.

Les experts et industriels français pourront d'abord, à travers le récit détaillé qu'en font les professeurs Winnacker et Wirtz, méditer sur les enseignements de l'expérience allemande, fort différente de ce qui a été tenté et réalisé dans notre pays. Comment en 20 ans, l'Allemagne est-elle par-

venue à surmonter les handicaps que représentaient le retard technologique et la faible participation de l'Etat dans un domaine où les investissements sont considérables, pour devenir un important producteur d'énergie et un des grands constructeurs de matériel nucléaire ? Comment et pourquoi l'initiative privée a-t-elle été le moteur de cet étonnant développement ? Quelle voie a-t-on suivi depuis les réacteurs à eau légère jusqu'aux réacteurs à haute température ? Comment ont-été élaborées les normes de sécurité ? Autant de questions, autant de solutions qui montrent qu'en la matière il n'existe pas de politique unique et que l'expérience de chacun peut et doit contribuer à éviter les écueils, les erreurs et les dangers.

Car le point fondamental est bien là. L'énergie nucléaire fait peur et nombreux sont ceux qui reprochent à ses partisans de faire peu de cas de l'homme et de la nature. Il est vrai que l'atome introduit pour la première fois dans l'histoire une dimension nouvelle : la biosphère peut désormais être atteinte dans sa totalité et l'espèce humaine frappée de manière irrémédiable. Le choix est également irréversible si l'on prend conscience du fait que la nocivité des dé-

chets radioactifs ne s'éteindra pas avant plusieurs milliers d'années. Nos connaissances en ce domaine sont-elles assez nourries et les normes de sécurité assez rigoureuses pour éviter toute catastrophe et toute action de terroristes résolus à imposer la loi de minorités ?

Pour être résolument prométhéens, les professeurs Winnacker et Wirtz ne se cachent pas les difficultés qui subsistent et analysent longuement dans la seconde partie de l'ouvrage les dimensions de ce risque. Risque certain, mais dont il faut aussi mesurer le contraire : s'il est possible de se passer d'énergie nucléaire, ce n'est qu'au prix d'un profond changement de société. C'est face à ce pari, et au manque de ressources énergétiques, que l'Allemagne élabore plusieurs programmes atomiques. Pour l'Allemagne, pour les pays industrialisés, il s'agit de prendre en main son histoire et face à l'explosion de la demande énergétique, de répondre vite et complètement.

«Atome, illusion ou miracle ?» est la traduction française de «Das unverstandene Wunder Kernenergie in Deutschland», paru en 1975.

Consommation et utilisation des engrais

La Section «Agriculture - industries agricoles et alimentaires» de la Société des Ingénieurs Civils de France a organisé, le 27 octobre dernier à Paris, une journée d'étude sur «l'industrie des engrais en France : ses perspectives et ses contraintes».

L'industrie française des engrais, qui est la troisième du monde après celle des Etats-Unis et de l'Union Soviétique, traverse une période critique due à une réduction de ses ventes entraînant une surcapacité de production.

L'amélioration de la fertilité des sols a

toujours été une préoccupation des agriculteurs français. La mise en évidence de l'importance des apports de fertilisants minéraux date de la fin du XIX^e siècle, époque à laquelle est née l'industrie des engrais minéraux, c'est-à-dire des produits capables d'apporter au sol et à la plante les trois principaux éléments nutritifs : azote, phosphore et potassium.

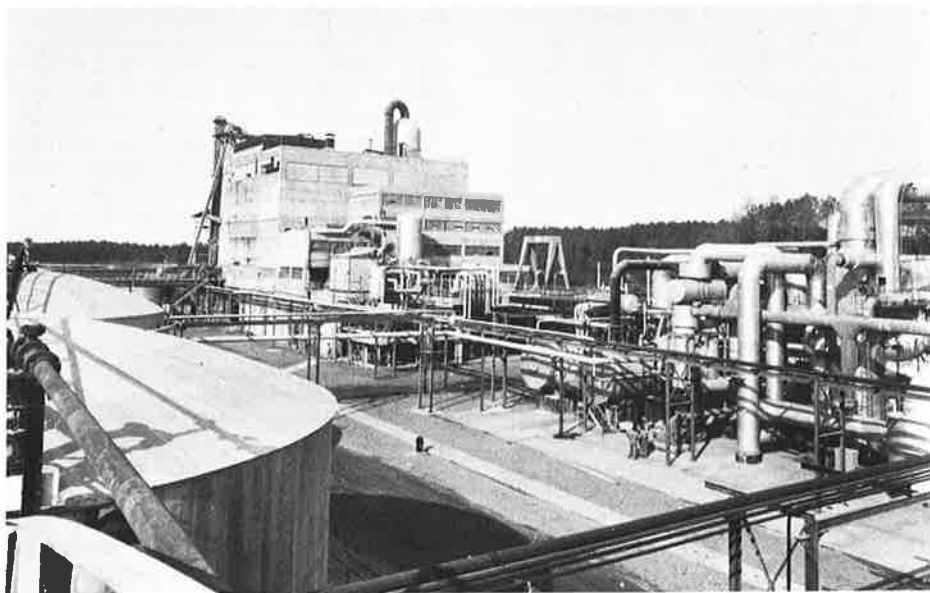
Malgré les chiffres (cf. tableau ci-après) l'utilisation des engrais dans le monde reste insuffisante. Depuis une trentaine d'années, on a pu constater une diminution de la consommation due à une réduction de la

demande principalement de P et K dans les pays développés, qui n'a pas été compensée par la demande dans les pays en voie de développement qui reste stagnante. Cependant, dès la campagne 1975-1976, la consommation des engrais a augmenté.

On estime à environ 6 % la progression annuelle de la consommation des engrais. C'est-à-dire que pour une consommation mondiale de 96 millions de tonnes en 1976-1977, la consommation pour 1980-1981 devrait être de 121 millions de t (+ 26 %, répartis en tonnage : + 48 % de N, + 27 % de P, et + 25 % de K) et pour 1985-1986, elle atteindrait 156 millions de t (+ 66 %, répartis en tonnage : + 50 % de N, + 27 % de P, + 23 % de K).

Si dans les pays industrialisés la consommation des engrais doit se ralentir, on pense généralement que l'augmentation doit se poursuivre en U.R.S.S. et en Europe de l'Est, ainsi que dans les pays en voie de développement mais dans ce dernier cas à un rythme rapide.

La France est grande consommatrice d'engrais : 5 % du total, soit le tiers de la part de la C.E.E. (15 %). On a constaté depuis les années record 1972-1973 (5,4 millions de t), une diminution de la consommation qui est passée à 4,7 millions de t en 1975-1976 et a progressé jusqu'à 5 millions de t pour 1976-1977 (ce dernier chiffre étant encore provisoire). La hausse du pétrole, de l'énergie et des phosphates, la mauvaise récolte de 1975 (excès d'humidité) et de 1976 (sécheresse) expliquent que les agriculteurs ont utilisé moins d'engrais alors qu'en 1977 une meilleure trésorerie leur a permis d'en acheter plus largement. On estime à 6,3 millions de t la consommation des engrais en France pour les années à venir si le revenu des agriculteurs progresse.



Atelier de P₂O₅ de Socadour, Le Boucau, Capacité 120 t/jour.
(Document Speichim.)

Consommation mondiale des engrais
(en 1 000 t d'éléments fertilisants et en %)

	Engrais azotés		Engrais phosphatés		Engrais potassiques		N + P ₂ O ₅ + K ₂ O	
	1966-67	1976-77	1966-67	1976-77	1966-67	1976-77	1966-67	1976-77
<i>Monde</i>								
Europe de l'Ouest	5 200	8 400	4 700	5 500	4 100	5 600	14 000	19 500
Europe de l'Est	1 900	5 200	1 400	3 300	1 800	3 300	5 100	11 800
U.R.S.S.	2 700	7 300	1 600	4 200	1 900	5 600	6 200	17 100
Amérique du Nord	5 800	10 500	4 300	5 300	3 400	5 200	13 500	21 000
Amérique Latine	800	2 300	500	1 800	300	1 200	1 600	5 300
Afrique	500	900	400	800	200	400	1 100	2 100
Asie	4 800	11 100	1 900	4 400	1 200	2 200	7 900	17 500
Océanie	100	200	1 300	1 000	200	300	1 600	1 500
TOTAL	21 800	45 900	16 100	26 300	13 100	23 800	51 000	96 000
Variation 1976-77 / 1966-67 (%)		110		63		82		88
Part dans la fertilisation totale (%)	43	48	31	27	26	25	100	100
<i>C. E. E.</i>	3 900	6 000	3 600	4 100	3 300	4 500	10 800	14 600
Variation 1976-77 / 1966-67 (%)		54		14		36		35
Part C.E.E. dans le monde (%)	18	13	22	15	25	19	21	15
<i>France</i>	1 000	1 800	1 400	1 800	1 000	1 400	3 400	5 000
Variation 1976-77 / 1966-67 (%)		80		29		40		47
Part France dans la C.E.E. (%)	26	30	38	44	30	31	31	34
Part France dans le monde (%)	5	4	9	7	8	6	7	5

Source : F.A.O.

17/10/77

Production des engrais

La production des engrais a suivi l'évolution de la consommation. On remarquera que l'on va plutôt vers une aggravation de l'état de surcapacité malgré l'accroissement de la demande et la progression des pays en voie de développement ; les pays producteurs devenant plus nombreux, la tendance au regroupement des producteurs, la taille des unités augmentant considérablement (les unités de NH₃ atteignant maintenant 1 000 à 1 500 t/jour) sont les principales causes de cette surcapacité.

La production mondiale des engrais N + P₂O₅ + K₂O a atteint, en 1976-1977, 102,9 millions de t contre 54 millions de t en 1966-1967 (en progression de 90 %). La part de la production française en a été de 4 % en 1976-77, contre 8 % en 1966-67 (pour la C.E.E. respectivement 15 % et 26 %).

On notera que les principaux producteurs de phosphates sont le Maroc : 15 millions de t, les U.S.A. : 45 millions de t et l'U.R.S.S. 25 millions de t. Ils représentent à eux trois 80 % de la production mondiale.

Les plus gros producteurs de soufre sont les U.S.A. : 18 millions de t et l'U.R.S.S. et les pays de l'Est : 17 millions de t (la France : 2 millions de t). Pour la potasse, les deux principaux producteurs sont l'U.R.S.S. et le Canada. Pour les engrais azotés la matière première est l'ammoniac produit dans

les pays industrialisés à partir du gaz naturel, du naphta ou du gaz de cokerie.

Indice des prix : si l'indice des prix est de 100 pour N, il est de 94 pour P et de 33 pour K.

En France nous avons assez de soufre et de potasse; les phosphates et le gaz sont importés. On constate que notre industrie ne travaille pas à 100 % de ses capacités à cause d'importations (pays de l'Est) variant selon les cours mondiaux, donc difficilement prévisibles.

L'industrie des engrais est représentée par 5 groupes : APC/CdF Chimie, la Générale des Engrais S.A. (constituée à parts égales par Rhône-Poulenc et PUK), Cofaz, Gardinier et la Société Chimique de la Grande Paroisse.

Effets de la fertilisation

Les engrais sont largement utilisés en France ainsi, grâce également aux améliorations des variétés, la production française du blé qui était de 71 millions de quintaux en 1951 (rendement moyen : 16,7 q/ha) est passée à 185 millions de quintaux en 1974 (rendement moyen : 46 q/ha) ; pour le maïs, le rendement moyen est passé de 19,8 q/ha en 1951 à 46 q/ha en 1974. Le développement de l'emploi des engrais, tout particulièrement en France, a été indiqué dans les inquiétudes concernant le maintien de la fertilité des sols, la sauvegar-

de de la qualité des eaux et l'obtention d'une composition chimique des aliments propre à bien satisfaire les consommateurs. Lors d'un récent congrès scientifique organisé à l'Institut National Agronomique Paris-Grignon, en juillet 1976, il a été possible de faire le point sur les enseignements que des résultats de la fertilisation pratique plus que centenaire, permettent de dégager à propos des effets des apports d'engrais sur les multiples composantes de la fertilité des sols. Il ne s'est pas trouvé un seul expérimentateur pour reprocher à une fertilisation minérale bien conduite la moindre conséquence dommageable vis-à-vis des diverses propriétés physico-chimiques du sol. Bien au contraire, les exemples de la fertilité de sols pauvres ou appauvris, restaurée par application d'engrais minéraux, sont innombrables.

D'autre part, la fertilisation a aussi une influence sur la qualité des eaux. Du fait de l'accroissement de la biomasse terrestre et d'un urbanisme excessif, les cycles géochimiques des éléments ont été intensifiés et détournés de leur voie naturelle. Il en résulte des transferts accrus d'éléments biogènes vers les eaux de surface et les eaux souterraines. Dans le premier cas, on s'inquiète, à juste titre, d'une eutrophisation devenue plus fréquente et souvent excessive ; dans le second cas, il s'agit d'une pollution par les nitrates qui atteint parfois des valeurs inquiétantes.

Cette dernière pollution est devenu préoccupante en de nombreuses situations et les hydrogéologues ont été tentés d'en imputer la cause principale au développement de la fertilisation azotée.

On reconnaît une part de responsabilité de la fertilisation, mais elle n'est pas seule coupable ; il est difficile de séparer les responsabilités agricoles et urbaines. Le climat

la texture du sol, les apports et les cultures ont une influence sur l'entraînement des nitrates qui, on l'a constaté, a augmenté ; mais une bonne utilisation des engrais et une culture bien conduite doivent réduire cette pollution.

D'autre part, si jusqu'à ce jour on a pu préserver la qualité du sol et du sous-sol, il ne faudrait pas aggraver la pollution par l'em-

ploi de sous-produits mal connus ou de produits récupérés, sans discernement, de déchets et qui peuvent introduire, dans ce dernier cas des métaux lourds toxiques, alors que des résultats d'études concrètes mettent au contraire en évidence l'intérêt agronomique de certains déchets d'origine bien définie (boues de stations d'épuration, composts d'ordures ménagères).

Groupe de l'Air Liquide : les trois premiers trimestres

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 1977 à 1 503 millions de francs contre 1 347 millions de francs pour la période correspondante de 1976. Il comprend le chiffre d'affaires :

- du Département français des gaz et divers, qui s'élève à 1 321 millions de francs en 1977, contre 1 143,9 millions de francs en 1976,

- du Département construction, qui est de 182 millions de francs, contre 203 millions de francs en 1976. Il est rappelé que le chiffre d'affaires de ce Département qui, actuellement, 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 dont la construction exige parfois un délai de plusieurs années.

La Soudure Autogène Française - SAF

Le chiffre d'affaires de la Soudure Autogène Française, pour les trois premiers trimestres 1977 s'est monté à 363 millions de francs contre 332 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 337 millions de francs contre 309 millions en 1976.

Société Chimique de la Grande Paroisse

Le chiffre d'affaires de la Société Chimique de la Grande Paroisse, pour les trois premiers trimestres 1977, s'élève à 340 millions de francs contre 294 millions de francs pour la période correspondante de 1976.

Les ventes d'ammoniac, engrais et divers représentent 322 millions de francs contre 281 millions en 1976.

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 1977, s'est estimé à 3,9 millions de francs contre 4,1 millions pour la période correspondante de 1976. 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.

Résultats trimestriels de Stauffer

Stauffer Chemical Company a, au cours du 3^e trimestre, enregistré, par rapport à la période identique de l'an passé, une augmentation de ses ventes de 10 % avec un bénéfice accru de 2 %.

Le bénéfice net, pour les 3 mois se terminant le 30 septembre, a été de 17,530 millions de dollars, contre 17,203 millions de dollars pour le 3^e trimestre de 1976. Les ventes au cours du trimestre écoulé se sont élevées à 263,779 millions de dollars contre 238,724 millions au 3^e trimestre 1976.

D'après M. H. Barclay Morley, président directeur général, les ventes de la Division des spécialités chimiques ont continué, comme lors du trimestre précédent, à être excellentes.

Les pertes à nouveau subies sur les taux de change ont fait baisser le bénéfice de 7 % par action. Cette perte, ainsi que des impôts plus élevés, ont été cependant compensés et au-delà par d'autres revenus.

Résultats trimestriels d'IMC

International Minerals and Chemical Corporation est le plus gros producteur mondial d'engrais à base de phosphate et de potasse et l'un des tous premiers producteurs de composants pour engrais mixtes et aliments pour le bétail. La société fabrique et commercialise également des produits chimiques spécialisés, et sur le plan international, des matériaux destinés aux aciéries et aux fonderies.

Le bénéfice net d'IMC s'élève à 30,8 millions de dollars pour le premier trimestre de son exercice (1^{er} juillet - 30 septembre 1977) contre 24,6 millions de dollars pour la période correspondante de l'an passé.

Le chiffre d'affaires de ce premier trimestre est de 311 millions de dollars contre 280,1 millions pour 1976.

Ces résultats tiennent compte d'un bénéfice exceptionnel d'environ 2 millions de dollars par suite de la vente en septembre d'une ancienne usine de composants pour engrais, remplacée par une nouvelle unité.

R.A. Lenon, Chairman et président, a indiqué que le bénéfice du trimestre, en hausse de 25 % par rapport à la période correspondante de l'an passé, correspondait aux prévisions. Il a ajouté que les trois prin-

cipaux domaines d'activité de la Société (agriculture, chimie, industrie) ont contribué à ces bons résultats.

L'indice du chiffre d'affaires de la chimie suisse recule de 11,2 % au 3^e trimestre

Au cours du troisième trimestre 1977, l'indice du chiffre d'affaires de la chimie a reculé de 11,2 % par rapport aux trois mois qui ont précédé. L'indice du chiffre d'affaires de la chimie, calculé tous les trimestres par la Société Suisse des Industries Chimiques, s'établissait à fin septembre à 108,5 points (base 100 = moyenne de 1975). Par rapport au troisième trimestre 1976 par contre, l'indice est en légère progression de 3,5 %. Cette progression est positive et bienvenue, mais il ne faut pas oublier que cet indice se place encore à plus de deux points en dessous de celui du 3^e trimestre 1974 (dernière année « normale »). L'indice du chiffre d'affaires pour les trois premiers trimestres 1977 est pour sa part pratiquement identique à celui de la période correspondante de 1974, compte non tenu du renchérissement.

Les exportations de Rhône-Poulenc

Pendant les six premiers mois de l'année 1977, les exportations du Groupe Rhône-Poulenc ont atteint un montant de 3 660 millions de F, soit une augmentation de 17 % par rapport à la même période de 1976.

(Les ventes des sociétés étrangères atteignent 3 579 millions de F, ce qui représente une croissance moins forte : 13 %).

Tendances des exportations vers les différentes zones géographiques :

Zone Europe

CEE (principalement RFA, Grande-Bretagne et Espagne) : forte croissance des exportations.

Scandinavie : les exportations ont été quelque peu freinées par suite des répercussions d'une monnaie surévaluée et de la crise de l'industrie papetière.

Pays de l'Est : très forte augmentation des ventes grâce à une série d'accords cadres récemment signés avec un certain nombre de pays.

Zone Moyen-Orient : les ventes se sont bien développées sur l'ensemble des pays de cette région à l'exception de la Turquie qui traverse actuellement une grave crise économique.

Zone Asie : grâce à une action volontariste soutenue par les nombreuses implantations commerciales que le Groupe a créées sur ce continent, les exportations de Rhône-Poulenc ont enregistré une hausse très sensible.

Japon : par suite d'un tassement de la demande intérieure les ventes du Groupe n'ont pu être que maintenues à leur niveau de 1976.

Zone Afrique : les ventes du Groupe Rhône-Poulenc sont conformes aux objectifs, cependant l'endettement important de certains pays de cette zone rend difficile le maintien des positions acquises.

Zone Australie et Nouvelle-Zélande : les exportations vers ces deux pays ont connu une forte progression, mais on craint les répercussions des restrictions gouvernementales en Nouvelle-Zélande.

Zone Amérique

U.S.A. : le premier semestre a marqué un redressement très net des exportations.

Canada : légère progression des ventes.

Brésil : augmentation des ventes principalement dans la chimie.

Sous-continent Sud-Américain : ventes inférieures aux prévisions en raison des compressions des importations imposées par les Gouvernements.

Soixante milliards de francs pour nourrir les insectes !

Les végétaux sont la base de l'alimentation humaine et de la nourriture des animaux domestiques et sauvages. C'est un impératif absolu que de protéger les cultures et certaines plantes sauvages contre leurs innombrables ennemis, seul moyen de couvrir les besoins alimentaires d'une population en croissance constante.

D'autres raisons aussi obligent l'homme à protéger la végétation terrestre ; là où elle viendrait à disparaître, elle serait remplacée par des steppes et des déserts, la production d'oxygène diminuerait et les conditions climatiques évolueraient de façon catastrophique.

Des semilles à la récolte, de l'entrepôt à la cuisine, des milliards de parasites nous disputent notre nourriture :

- les champignons, les bactéries et les virus, causes de maladies des plantes
- les parasites animaux, avant tout les insectes, mais aussi les acariens, les vers, les limaces, les rongeurs et d'autres espèces encore se nourrissent de plantes sur pied ou de végétaux déjà récoltés,
- les mauvaises herbes concurrencent les plantes utiles en leur ravissant leur espace vital, la lumière, leurs ressources alimentaires et leur approvisionnement en eau.

Ensemble, les maladies, les insectes nuisibles et les mauvaises herbes détruisent chaque année 40 % des récoltes mondiales possibles, ce qui correspond à la totalité de la production agricole annuelle des Etats-Unis d'Amérique.

Les rats sont aussi nombreux que les hommes.

La FAO estime que la population ratière mondiale atteint 4 240 millions, soit autant que la population humaine. Pour se nourrir ces rongeurs dévorent et détruisent en un an environ 40 millions de tonnes de nourriture, «volant» ainsi à l'être humain quelque 11 kg d'aliments (30 kg par personne dans les pays en voie de développement).

Un cinquième des terres cultivables du globe est plus ou moins infesté par les sauterelles : un grand vol d'importance normale absorbe environ 3 000 tonnes de végétaux par jour.

La valeur totale des pertes que subit l'agriculture mondiale du fait de ses ennemis peut être estimée à 400 milliards de francs par an ; les insectes, à eux seuls, consomment pour 60 milliards de francs.

Tiré de «Agriculture, chimie, alimentation» publié par le service d'information et le Groupe Agrochimie de la Société Suisse des Industries Chimiques, 8035 Zurich.

Esso Chimie produit deux nouvelles qualités de résines Escorez

Esso Chimie a entrepris la production, dans son usine de Notre-Dame-de-Gravenchon, près du Havre, de deux nouvelles qualités de résines de pétrole du type Escorez, commercialisées sous les noms «Escorez 1304» et «Escorez 1315».

Ces nouvelles productions viennent se substituer à des résines de même qualité importées des Etats-Unis. Ainsi, la gamme des résines de pétrole Escorez fabriquées en France par Esso Chimie et vendues sur le marché intérieur français et à l'exportation, gamme qu'Esso Chimie n'a cessé de développer, comprend maintenant 16 qualités différentes.

Les résines «Escorez 1304» et «Escorez 1315» sont employées principalement dans la fabrication des adhésifs par pression et des colles par fusion. Les industries utilisatrices comprennent notamment l'emballage, la construction, l'ameublement et la reliure.

La fabrication de ces résines en Europe devrait accroître les facilités d'approvisionnement des utilisateurs européens pour des produits dont la consommation est en expansion.

Un nouveau matériel acoustique : le fil de bore

Lorsque l'on utilise un électrophone, la qualité du «cantilever» qui transmet les mouvements du saphir ou du diamant de lecture est d'une importance capitale pour la qualité de la reproduction sonore. Le groupe Toshiba annonce qu'il a mis au point un procédé de fabrication qui permet d'obtenir des fils de bore de 0,3 mm d'épaisseur qui remplacent avantageusement les fibres de verre, le magnésium, l'aluminium ou le titane utilisés jusqu'ici pour fabriquer ce «cantilever» car le bore

est extrêmement léger et fait preuve d'une excellente élasticité. Toshiba a ainsi réussi à réduire à 0,34 mg le poids du «cantilever» contre 0,6 mg pour un «cantilever» en aluminium.

Bayer produit du ^(R) Levasint à Dormagen

La société Bayer AG a mis en route, en son usine de Dormagen, une nouvelle installation de fabrication de ^(R) Levasint. Le Levasint est une poudre pour fluidisation basée sur des copolymères éthylène-acétate de vinyle saponifiés.

Jusqu'à présent, le Levasint était produit dans une petite installation implantée à Leverkusen. C'est en raison de l'augmentation constante des chiffres de vente et les bonnes perspectives d'écoulement offertes pour les prochaines années que l'on a été amené à construire la nouvelle unité de production de Dormagen.

Le Levasint est essentiellement employé pour le revêtement de pièces métalliques en vue de les protéger contre la corrosion. Sa mise en œuvre fait appel au procédé de dépôt en lit fluidisé. On s'en sert pour revêtir, par exemple, des tuyauteries, des grilles métalliques, des meubles de jardin, des éléments d'installations chimiques, des panneaux de circulation et autres objets métalliques divers. Sa bonne résistance aux intempéries et la simplicité de sa mise en œuvre permettent au produit Levasint d'accéder constamment à de nouvelles applications.

Un nouveau diamant polycristallin multiplié par sept cents la durée d'utilisation des outils

Des essais comparatifs de rectification, effectués récemment au Centre d'applications techniques De Beers d'Ascot sur une pièce particulièrement difficile à usiner, ont démontré que les outils à base de diamant polycristallin «Syndite» ont une durée d'utilisation 700 fois supérieure à celle des outils équivalents en carbure de tungstène.

La pièce servant aux essais, un cylindre de 160 mm de diamètre et 440 mm de longueur, en résine époxyde contenant de la poudre de silice dans des proportions de 66 % de résine, 21 % de durcisseur et 13 % de silice a été rectifiée sur un tour Colchester Triumph 2000 avec une vitesse de coupe de 420 m/mn, une avance de 0,25 mm/tr et une profondeur de passe de 0,5 mm.

Le segment de Syndite (identification ISO-07R0403-90), brasé sur un support en acier avait un angle de coupe de 90°, un angle de dégagement de 7° et un angle d'attaque de 0°.

L'outil carbure, utilisé à des fins de comparaison, avait un angle de coupe de 60°, un angle de dégagement de 5°, une inclinaison positive du support de 6° et une inclinaison négative de la plaquette de 11°. Les deux outils avaient un bord d'attaque de 0,4 mm de rayon.

Les fabricants de la pièce à rectifier avaient prévenu le Centre que le matériau utilisé provoquait un taux d'usure très élevé sur les outils au carbure du fait de la nature abrasive de la poudre de silice, ce qui a été confirmé au cours des tests. En effet, l'outil au carbure a failli à la tâche en raison d'une usure excessive, après avoir usiné la pièce sur une longueur de 6 mm seulement.

Etant donné que l'outil à base de Syndite n'avait subi qu'un taux d'usure négligeable après avoir rectifié le cylindre sur toute sa longueur, soit 440 mm, les essais se sont poursuivis sur dix passes, pour une longueur totale de 4 400 mm.

L'outil à base de diamant polycristallin a donc prouvé qu'il avait une durée d'utilisation 733 fois supérieure à celle de l'outil au carbure, produisant en outre un meilleur état de surface, libre de toute marque de brûlure.

Recyclage des pneus usés

Batchelor Robinson Metals and Chemicals Ltd., filiale du groupe Batchelor Robinson de Birmingham, annoncent qu'ils abordent la phase finale du développement de leur procédé de pyrolyse pour le traitement des pneus usagés. Dans ce procédé, les pneus sont chauffés dans une atmosphère dépourvue d'oxygène, produisant ainsi de l'huile, un produit carboné et de l'acier. Les essais de combustion de cette huile et de ce produit ont montré qu'ils pouvaient constituer des combustibles de haute qualité. Cependant, le métal produit doit être en fait considéré comme de la ferraille pouvant être utilisée dans la fabrication de l'acier.

Au cours des deux dernières années, une unité pilote opérant en continu et ayant une capacité de 6 tonnes-jour, a donné des résultats encourageants quant au rendement et à la qualité du produit. Les derniers essais ont lieu actuellement sous la direction de Badger Limited et devraient être très vite suivis par des études détaillées de la construction d'une unité de 50 000 tonnes par an de pneus usagés. Batchelor Robinson espère que cette unité fonctionnera en 1979, apportant ainsi sa contribution au problème délicat de l'accumulation de déchets de vieux pneus dans le Royaume-Uni tout en créant une source d'énergie valable bien que modeste.

Nouvelles de Du Pont

La direction des usines de Du Pont de Nemours (Nederland) B.V. à Dordrecht communique les conclusions de l'étude entreprise par la société Du Pont sur la fibre acrylique, en vue de rechercher des solutions aux difficultés que posent la surproduction et le niveau extrêmement bas des prix en Europe. Aux termes de ces conclusions, on pourrait envisager la cessation progressive, sur deux ans, de la fabrication de la fibre acrylique «Orlon» à l'usine de Dordrecht.

En même temps, la direction a annoncé que l'on a reçu l'autorisation de passer à la dernière étape de l'agrandissement de l'usi-

ne de production de la résine acétate «Delrin» à Dordrecht. La conception et la mise au point des plans de ce projet devraient s'étendre sur environ une année. Une fois la première étape terminée, l'autorisation de construire sera mise à l'étude. L'agrandissement des installations augmentera la capacité de production d'environ 40 pour cent.

Actuellement, la fibre acrylique «Orlon» est fabriquée à Dordrecht et dans une usine de Du Pont (U. K.) Limited à Maydown, Irlande du Nord. L'étude à démontré que seule l'exploitation continue de l'usine la plus importante et la plus récente, celle de Maydown, offrait une alternative valable sur le plan économique. La direction a indiqué que la production y serait maintenue pour approvisionner le marché européen.

Du Pont de Nemours procède aux essais de panneaux solaires comportant un vitrage intérieur en film de fluorocarbonate «Teflon» FEP. Selon les premiers résultats des tests, les panneaux à vitrage intérieur de FEP (éthylène-propylène fluoré) recueillent entre 8 et 30 % plus de chaleur qu'un panneau intégralement en verre servant de base de comparaison.

La faible valeur de l'indice de réfraction du film de «Teflon» FEP permet à une plus grande quantité de lumière transmettant la chaleur de traverser le panneau et au collecteur de récupérer la chaleur plus tôt le matin et plus tard en fin d'après-midi. Les essais préliminaires ont démontré que la lumière dispersée par les nuages ou la brume ou les rayons lumineux à faible incidence traversent mieux le film de fluorocarbonate que le verre. Cet avantage réduit l'importance du chauffage auxiliaire requis pendant les périodes de temps nuageux, en particulier dans les installations de chauffage solaire qui sont utilisées toute l'année. Le système constitué de «Teflon» FEP et de «Lucite» transmet 88 % de l'énergie solaire et permet de réaliser un panneau de 213 x 91 cm ne pesant que 5,7 kg. L'association du verre et du «Teflon» transmet 85 % de l'énergie incidente ; le panneau correspondant de 213 x 91 cm pèse 11,4 kg, environ la moitié du poids du panneau tout en verre dont le coefficient de transmission solaire n'est que de 77 %.

Le film de «Teflon» résiste très bien à la dégradation par les rayons ultraviolets. Après une exposition d'une durée de 15 ans aux rayons solaires en Floride, on n'a observé aucune chute de ses caractéristiques.

Les règlements toujours plus stricts promulgués par plusieurs pays en matière de protection de l'environnement, ont conduit à une intensification des recherches sur l'amiante, visant au remplacement du matériau de rembourrage traditionnel à base de coton et d'amiante qui est utilisé dans les cylindres de calendrage, dans l'industrie du papier. La société Karlstads Mekaniska Werkstad AB (KMW), Karlstad, (Suède) a mis au point un nouveau type de cylindre réalisé en papier aramide «Nomex» de Du Pont. Un tel cylindre vient d'être soumis à cinq années d'essais en fabrication dans un atelier de calendrage de papier cristal, à

l'usine de Säffle de la société Billeruds AB, en Suède.

L'expérience ainsi réalisée par Billeruds démontre que les cylindres munis de «Nomex» peuvent résister à une plus grande accumulation de chaleur que ceux qui utilisent la combinaison amiante-coton, ce qui permet d'accélérer la vitesse de déroulement du papier et de réaliser des économies de vapeur pendant le traitement. Grâce à la diminution substantielle du taux d'usure et des piqûres à la surface des cylindres, les intervalles entre les rectifications ont pu être prolongés, ce qui a nettement réduit les temps morts dans la production.

Nouvelles de Kellogg

Pemex (Petroleos Mexicanos, agence pétrolière et pétrochimique du Mexique) révèle le projet de construction de deux usines d'ammoniac, de 1 500 t/jour, destiné à la fabrication d'engrais. Le site choisi est dans le Cunduacan, à Tabasco. La fin des travaux est prévue pour 1980. La Division Pullman Kellogg de Pullman Inc. a été chargée de la conception du génie et des approvisionnements.

Les deux nouvelles unités de Tabasco porteront à six le nombre d'installations d'ammoniac pour approvisionner les usines d'engrais construites par Kellogg pour Pemex. Actuellement, une unité de 1 000 t/jour et une autre de 1 500 t/jour sont en service à Cosoleacaque. Une autre de 1 500 t/jour est presque achevée. En outre, à Salamanca on est en train d'atteindre la pleine production pour une installation de 1 000 t/jour.

Par ailleurs, les présidents de la Division Pullman Kellogg (Houston) et de Toyo Engineering Corporation (Tokyo) ont signé un accord de transfert de technologie valable pour sept ans. Ce document qui concerne les licences de la technologie de Kellogg est un élargissement des accords signés en 1968 qui ont conduit à la construction de 19 usines d'ammoniac, la plupart ayant 1 500 t/jour de capacité : 15 étant situées en U.R.S.S., 2 en R.D.A. et 2 en Chine. Sont concernées, les installations de production d'ammoniac, hydrogène et/ou gaz de synthèse, alimentées par gaz naturel ou par naphta.

Récupération des huiles répandues sur la terre ou sur l'eau

Un type de polypropylène breveté, appelé «Oil Magnet», dont la particularité est d'adsorber les huiles mais pas l'eau, a été utilisé pour la réalisation d'un matériel mis au point par les Ets. Oil Recovery International, de Christchurch, Dorset (Angleterre) pour la récupération des huiles répandues sur terre ou sur l'eau. Au lieu de recourir aux détergents, qui dispersent et détruisent partiellement les huiles, les appareils ORI servent à les éponger et à les récupérer de façon à les réutiliser, ou à les vendre pour les raffiner de nouveau. Le matériel, capable d'éponger tout ce qui se présente, des petites flaques d'un atelier jusqu'aux marées noires, comprend de simples

balais à franges (Fig. 1), des appareils motorisés à bande continue (Fig. 2), des barages flottants, des réservoirs flottants, et même des barges auto-motrices à faible tirant d'eau qui vont à la rencontre des nappes d'huile à une vitesse de 20 nœuds.

Le matériau de base, le «Oil Magnet», est constitué par une masse de fibres tissées en polypropylène fibrillé (médaillon figure 4), dont la surface de contact importante augmente sensiblement la capacité d'adsorption ; son poids spécifique se situant à 0,9 environ, le matériau surnage sur l'eau comme sur l'huile. L'huile adsorbée par les fibres est extraite par essorage pour être éventuellement réutilisée, ainsi que le matériau débarrassé de l'huile. L'huile récupérée, même si elle provient de la surface d'un lac ou d'une rivière ne contient pas plus de 15 % d'eau.

Les balais à franges en matériau absorbant «Oil Magnet» permettent d'intervenir sur de petites flaques telles qu'il s'en produit



Fig. 1.



Fig. 2.

sur les aéroports, les garages et les ateliers dans différentes branches de l'industrie : le «Mini Magnet» se compose de cinq balais à franges et d'une essoreuse légère, montée sur une cuve de 45 litres. Une version service intensif comprend une cuve de 135 litres équipée d'une essoreuse et deux rouleaux à engrenage et montée sur roues. Les deux versions sont représentées sur la figure 1.

Des unités motorisées appelées «Oil Scavenger» prévues pour la récupération d'huile sur les bacs de décantation, les lacs, les

estuaires et les installations portuaires, sont équipées de bandes continues, en boucle, du matériau absorbant «Oil Magnet» (Figures 2 et 4) qui courent sur la surface de l'eau et autour de poulies flottantes pour revenir à l'appareil d'extraction d'huile. L'huile récupérée sur l'eau est extraite par essorage de la bande entre deux tambours, ou à travers une série d'anneaux en acier de diamètre décroissant et coule dans un réservoir.

Les appareils «Oil Scavenger» existent en trois versions, à savoir : le «Piranha», qui



Fig. 3.

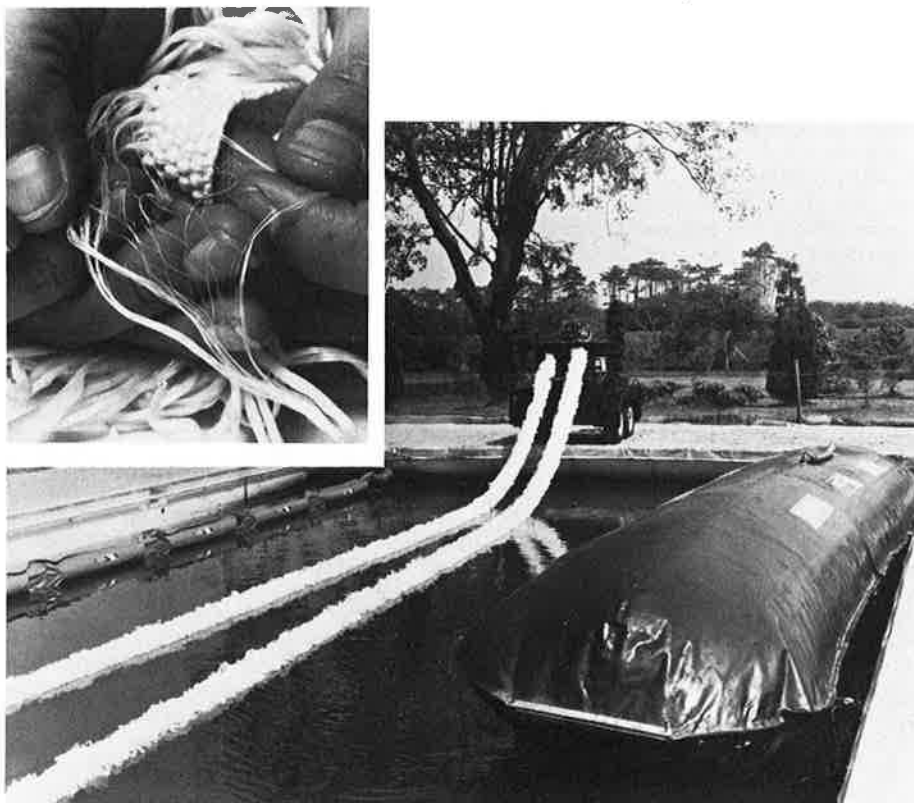


Fig. 4.

récupère 1 600 litres par heure, le «Barra-cuda», 6 000 litres par heure et le «Shark» 11 000 litres d'huile par heure. Lorsque la température ambiante est basse, ces taux d'extraction d'huile peuvent être maintenus par injection de vapeur sèche produite par une chaudière que ORI peut aussi fournir.

L'appareil de récupération d'huile «Shark» peut être installé sur une barge Rotork Seatruck (Figure 3) : dans ce cas, la bande continue est tendue à l'avant du bateau, entre deux poulies flottantes portées au bout de deux flèches. L'embarcation attaque alors la flaque, en épongeant l'huile sur son passage. L'huile récupérée peut être stockée dans des «Flexitanks» flottants, réservoirs en forme de saucisse en toile de nylon robuste recouverte de polyuréthane (Figure 4 à droite), qui peuvent être remorqués ou amarrés à proximité. Les «Flexitanks» existent en cinq tailles standard de 5 000, 9 000, 13 600, 22 700 et 90 900 litres respectivement.

Les Ets ORI ont par ailleurs réalisé un barrage flottant pour huiles, appelé «Harbour-gard», constitué par des éléments en tissu polyester recouvert de PVC, de 31 mètres de long (Figure 4 à l'extrême gauche). Le barrage est prévu avec une jupe lestée de chaînes : lorsque le barrage est installé en travers du courant, la jupe fait ventre sous la nappe d'huile, interdisant son entraînement sous le barrage.

Pour tous renseignements, s'adresser à Oil Recovery International LTD., Tuckton Bridge, Christchurch, Dorset BH 23 1JS, Angleterre. Téléphone : 19 44 20 15 6666 Telex : 41354.

Pour la protection des canalisations sous-marines

Un nouveau système destiné, en premier lieu, à la protection des canalisations sous-marines de gaz et de pétrole, a été mis au point par Linear Composites Ltd, filiale d'ICI.

Ce nouveau système est déjà expérimenté sur un tronçon d'une canalisation au départ de Piper Field. Il a été installé par 150 m de fond par la Société d'exploitation «Occidental of Britain» Inc. Le système se compose de faisceaux de fibres de polypropylène fixés à intervalles réguliers (50 cm) sur une sorte de canevas synthétique lesté par des plombs.

Le propylène étant plus léger que l'eau, les fibres flottent et forment un rideau qui non seulement freine le courant autour de la structure mais qui précipite les particules de sable et de boue en suspension vers les fonds où elles forment peu à peu un banc de sable.

En disposant une bande de ce matériau de part et d'autre de la canalisation, cette dernière finit par être entièrement recouverte de sable ; on inverse ainsi le processus normal et naturel qui très souvent entraîne de sérieux problèmes d'érosion.

On obtient le canevas qui constitue l'an-

crage des faisceaux de fibres de polypropylène en entrecroisant du Parawed et en le soudant à du Terram, le géotextile perméable à l'eau développé par ICI pour le génie civil.

Le Parawed de base, mis également au point par ICI, est un matériau très solide et durable qui se présente comme une toile composée de filaments de Terylène à haute tenacité, non torsadés et disposés parallèlement dans une gaine de polyéthylène «Alkathène».

Le canevas est réalisé en tissant des bandes d'environ 5 cm de large puis en soudant la chaîne et la trame par ultrason, au bord de la structure ainsi obtenue pour lui donner une certaine stabilité. Les faisceaux de polyéthylène en forme de rubans fibrillés, sont bloqués entre la chaîne et la trame. Ils sont ainsi protégés de l'abrasion au contact des fonds.

Toutes les composantes de cette structure complexe, sont, par nature même, impu-trescibles, et leur durée de vie sous-marine pratiquement infinie.

Un deuxième contrat pour l'I.F.P. à Abu Dhabi.

Abu Dhabi National Oil Company (ADN-OC) a décidé de confier à l'Institut Français du Pétrole l'ingénierie de base de sa nouvelle raffinerie d'une capacité annuelle de 5,3 millions de tonnes, qui sera construite dans la zone industrielle de Ruwais (Emirats Arabes Unis).

Cette raffinerie comprendra :

- une unité de distillation atmosphérique d'une capacité de 5,3 millions de tonnes/an ;
 - une unité d'hydrodésulfuration de naphta d'une capacité de 1,25 millions de tonnes/an ;
 - une unité de réformage catalytique d'une capacité de 750 000 tonnes/an ;
 - une unité d'hydrotraitement de kérosène d'une capacité de 860 000 tonnes/an ;
 - une unité d'hydrodésulfuration de gas oil d'une capacité de 990 000 tonnes/an.
- Il s'agit de la seconde réalisation de l'IFP à Abu Dhabi. En effet, la première raffinerie d'ADNOC à Umm el Nar (Emirats Arabes Unis) fonctionne depuis l'été 1976 avec des procédés de l'IFP.

Création d'une filiale Coppée-Rust à Singapour

Coppée-Rust vient de créer une filiale à Singapour en vue d'offrir des services de direction des travaux de construction principalement dans l'industrie pétrolière offshore.

Ce type de prestation est une spécialité de la Rust Engineering Cy Ltd, autre filiale de Coppée-Rust à Londres. Celle-ci a fourni jusqu'à présent, des services de supervision pour la construction de plate-formes, sur 18 chantiers répartis dans 9 pays européens, et destinées à 9 champs pétrolifères en Mer du Nord.

Projet de construction d'un vapocraqueur de 600 000 tonnes au Texas

Exxon Chemical a entrepris la construction à Baytown, au Texas, d'un très important vapocraqueur nécessitant un investissement de 500 millions de dollars, qui sera achevé vers la fin de l'année 1979. Il sera alimenté en matières de base par la raffinerie Exxon de Baytown et sa capacité est prévue pour la production de près de 600 000 tonnes de butadiène.

Ces matières premières sont utilisées par l'industrie chimique pour la fabrication de milliers de produits finis. L'éthylène entre dans la fabrication de multiples accessoires pour l'automobile, bouteilles et autres emballages pour produits alimentaires. Le propylène est très employé pour la confection de draperies, tapis, moquettes et articles divers pour l'équipement de la maison. Le butadiène est utilisé principalement pour la fabrication de caoutchoucs de synthèse, pneus, fibres synthétiques pour l'habillement, etc.

La réalisation de ce projet permettra au groupe Exxon de maintenir sa position de très important producteur d'oléfinés. Ce sera la deuxième réalisation majeure du groupe dans ce domaine aux Etats-Unis, après le vapocraqueur de Baton Rouge, en Louisiane. Rappelons que le groupe Exxon étudie deux autres projets qui n'ont pas encore fait l'objet de décisions définitives. L'un concerne un vapocraqueur de 500 000 tonnes sur la côte écossaise, alimenté à partir du gaz naturel associé au pétrole brut produit en Mer du Nord sur le gisement de Brent, l'autre serait réalisé dans le cadre d'un complexe pétrochimique envisagé sur la côte d'Arabie Saoudite, en association à parts égales avec le gouvernement.

Que reste-t-il des produits antiparasitaires, une fois l'effet désiré obtenu ?

C'est très précisément cette question que se sont posés des chercheurs de l'Office fédéral de santé de la République fédérale d'Allemagne. De 1969 à 1975, ces chercheurs ont tenté de déterminer les traces d'insecticides organo-chlorés et de divers herbicides dérivés de l'urée, afin de pouvoir se faire une idée des concentrations des produits antiparasitaires dans l'environnement. Ces recherches ont porté, avant tout, sur les traces dans les eaux de surface, mais aussi dans le sol, dans des poussières contenues dans l'air et dans les eaux de pluie. Des échantillons ont été prélevés sur tout le territoire de la RFA ainsi qu'à Berlin-Ouest.

Les résultats de ces investigations viennent d'être publiés dans la Bundesgesundheitsblatt (Feuille fédérale de santé). La conclusion des chercheurs est la suivante : les concentrations des produits antiparasitaires sont minimales. Les quantités de produits s'expriment en microgrammes par kilogramme (soit 1 part par milliard = ppb), la plupart du temps même en nanogrammes (soit 1 part par mille milliards = ppt). Il faut relever, en outre, que dans 86 % des

échantillons d'eau contrôlés, pour les traces d'insecticides et 80 % des échantillons susceptibles de contenir des traces d'herbicides, aucune trace n'a pu être décelée. Les échantillons révélant des traces ne contenaient en moyenne que 0,306 ppb d'insecticide et 1 ppb d'herbicide.

A quoi cela correspondrait-il pour le consommateur, si de temps en temps son eau potable contenait par exemple 1 ppb de ces substances ? En 70 ans, un homme absorbe environ 50 000 litres d'eau (soit quelque 2 litres par jour). Si cette eau avait une teneur non seulement occasionnelle mais constante de 1 ppb d'un produit antiparasitaire, le jour de son 70^e anniversaire notre témoin en aurait absorbé 0,05 grammes...

Nouvelles des Communautés européennes

Protection et amélioration des eaux

C'est fin 1973 que la protection et l'amélioration des eaux douces et marines furent inscrites comme «objectifs prioritaires» dans le programme d'action de la Communauté en matière d'environnement. Trois sortes d'action :

- en premier lieu, fixer des critères scientifiques, c'est-à-dire déterminer la relation qu'il y a entre la présence d'un polluant et les effets de cette présence sur l'environnement (hommes, faune, flore, etc.) ;

- en second lieu, établir des objectifs de qualité, c'est-à-dire déterminer les exigences auxquelles doit satisfaire un milieu à un moment donné. Dans le cas de l'eau, par exemple, les objectifs de qualité définissent ce que doit être une eau en fonction de l'usage que les hommes en font. Ces objectifs varient selon que les eaux sont destinées à l'irrigation ou à l'activité industrielle, à la vie piscicole ou à faire le café le matin (pour les eaux douces), à la baignade ou à l'élevage des huîtres (pour les eaux de mer) ;

- enfin, fixer des normes et des réglementations pour tous les cas où une protection générale de l'environnement peut se révéler nécessaire et possible, ainsi que dans les cas où le fonctionnement du Marché commun l'exige. C'est ainsi que la Communauté s'occupe des polluants à un double titre : parce qu'ils attaquent l'environnement et parce qu'ils gênent les échanges commerciaux à l'intérieur de la Communauté.

Sur la scène internationale, dans les organisations, les conférences et les conventions, la Communauté et les Etats qui la composent sont convenus de poursuivre et d'améliorer toutes ces actions.

Evaluer objectivement les dommages causés par certains polluants à la santé des hommes est une tâche de longue haleine. Et les difficultés s'accroissent : les informations scientifiques sont rares ou inexistantes, les statistiques ne sont pas toujours suffisantes ni fiables. Et les experts ont chacun leur propre méthode pour mesurer tel ou tel risque. Et ces méthodes ne sont pas toujours comparables. Et quand elles le sont, comment choisir l'une plutôt que l'autre ? La Commission européenne a entrepris

d'étudier toute une série de polluants qu'on trouve le plus fréquemment dans l'eau et, entre autres, le plomb, les composés organo-halogénés et organo-phosphorés, les hydrocarbures, les micro-polluants inorganiques et les phénols. Déterminer scientifiquement les risques encourus par la santé des hommes à cause des composés organo-phosphorés, du mercure et du cadmium est possible, et cette étude est en cours. Mais il est impossible d'établir scientifiquement les critères de risque pour les autres polluants qui viennent d'être cités.

Pour uniformiser les réseaux de surveillance la Commission européenne a prévu que, dans un premier temps, les échanges d'information porteront sur les valeurs mesurées de 18 paramètres. D'autres paramètres pourront ensuite être pris en considération, à la lumière de l'expérience acquise.

C'est à la source qu'il faut limiter l'émission des polluants. A cet égard, le programme d'action communautaire en matière d'environnement a chargé la Commission européenne d'étudier la pollution causée par les principaux secteurs industriels et de transmettre les résultats de ces études au Conseil de ministres de la Communauté, avec, le cas échéant, des propositions d'action. Les premières de ces études ont porté sur l'industrie de la pâte à papier et la fabrication du dioxyde de titane (les fameuses «boues rouges»).

En ce qui concerne les usines de pâte à papier, la Commission européenne estime qu'il est possible d'arriver, en dix ans, à un niveau acceptable de rejet, et elle a fait, en conséquence, des propositions qui tiennent compte des divers procédés de fabrication, de l'âge des usines et de la taille des entreprises.

En ce qui concerne les usines fabriquant du dioxyde de titane, la Commission européenne propose quatre phases, couvrant une période de dix ans, pour permettre à l'industrie de s'adapter aux normes. Durant la première phase, les usines anciennes et nouvelles pourront encore rejeter leurs déchets en mer pour autant qu'elles en reçoivent l'autorisation. Durant la seconde phase, les usines devront s'équiper de façon à réduire leur pollution de 30 %. La troisième phase prévoit la réduction de 70 % de la pollution pour les usines anciennes et de 30 % pour les usines nouvelles. Enfin, la dernière phase devrait conduire à la réduction de 95 % de la pollution.

Une directive d'une grande importance politique a été adoptée en mai 1976 par le Conseil de ministres de la Communauté : elle concerne la réduction de la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique.

Cette directive communautaire s'applique aux eaux intérieures de surface, aux eaux de mer territoriales, aux eaux intérieures littorales ainsi qu'aux eaux souterraines. Un certain nombre de substances, choisies en raison de leur toxicité, de leur persistance et de leur bio-accumulation, ne peuvent plus être déversées dans ces eaux sans une autorisation administrative fixant des normes d'émission.

L'épuration des eaux usées produit jusqu'à 700 kg de boue par habitant et par an dans la Communauté. A quoi il faut ajouter les boues industrielles biodégradables provenant de l'industrie alimentaire, etc. L'élimination de ces boues pose de sérieuses difficultés pour l'environnement. Pour surmonter ces difficultés, il faut améliorer le traitement des boues de façon à obtenir des produits grâce auxquels on peut amender et enrichir les sols agricoles dans des conditions qui réduisent au minimum la pollution et les frais.

C'est en tenant compte de ces données que le Conseil des ministres de la Communauté vient d'adopter, sur proposition de la Commission européenne, un programme de recherche concertée dans le domaine du traitement et de l'utilisation des boues d'épuration.

Le programme retenu comporte quatre thèmes principaux : stabilisation des boues et limitation du problème des odeurs ; déshydratation des boues ; problèmes d'environnement liés à l'utilisation des boues sur les terres agricoles ; «caractérisation», c'est-à-dire étude des polluants contenus dans les boues et études microbiologiques des boues.

Les Européens font confiance à la science

La Commission européenne a entrepris, début 1977, un certain nombre d'actions sur le thème «La société européenne et ses interactions avec la science et la technologie». Et une des premières tâches fut de mettre en évidence l'image que l'opinion publique européenne a de la science. Coordonnés et analysés par l'IFOP (Institut français d'opinion publique), les sondages réalisés par huit instituts nationaux auprès de 9 000 européens sont rassurants : les européens font confiance à la science.

La science est très largement perçue par les européens comme l'un des principaux facteurs d'amélioration de l'existence : c'est cette définition que 69 % d'entre eux choisissent à partir d'une liste qui offrait cinq définitions, dont trois négatives. L'ensemble des trois définitions négatives ne remporte que 14 % des suffrages, mais il n'y a que 6 % des européens pour trouver la science «exaltante».

La confiance accordée par les européens n'est pas dénuée d'inquiétude, puisque 67 % des personnes interrogées croient à la possibilité d'effets très dangereux des applications civiles de la science.

On peut être inquiet mais ne pas renoncer à l'espoir : 89 % des européens estiment qu'il y a encore quelque chose de bon à découvrir par la science et cette recherche est susceptible, entre autres, d'améliorer la vie des pays en voie de développement (80 %).

Il apparaît évident aux européens que l'Etat doit subventionner la recherche scientifique (81 %). Et il leur apparaît aussi non moins évident que cette recherche doit se poursuivre par une mise en commun des efforts des Etats de la Com-

munauté, plutôt que isolément au niveau de chaque pays.

La question était : « La recherche scientifique est extrêmement coûteuse mais peut apporter des avantages et du prestige au pays dans lequel elle se fait ». D'après vous, est-il préférable que

- les Etats européens s'entendent pour mettre en commun leur recherche scientifique
- ou bien que chaque pays cherche de son côté.

	Pour une recherche européenne	Pour une recherche nationale	Ne se prononcent pas
Communauté	79 %	14 %	7 %
Belgique	82 %	8 %	10 %
Danemark	67 %	16 %	17 %
Allemagne	73 %	19 %	8 %
France	85 %	9 %	6 %
Irlande	71 %	24 %	5 %
Italie	87 %	9 %	4 %
Luxembourg	83 %	6 %	11 %
Pays-Bas	83 %	9 %	8 %
Royaume-Uni	74 %	20 %	6 %

Parmi les disciplines scientifiques évoquées dans le questionnaire, certaines sont en vedette, d'autres sont dans l'ombre. Personne ne s'étonnera que la recherche médicale soit tenue pour prioritaire. La recherche agricole pour répondre aux besoins alimentaires de la planète tient le second rang, et c'est la recherche pour la réduction et le contrôle de la pollution qui apparaît en troisième position.

Viennent ensuite, parmi les tâches prioritaires, la recherche sur les nouvelles formes d'énergie ainsi que la prévention et le traitement de l'usage de la drogue.

La sécurité des installations nucléaires arrive au sixième rang des préoccupations du public, bien avant l'exploration de l'espace et les recherches sur l'armement et la défense nationale, que le public est prêt à sacrifier ou, en tout cas, à limiter.

Les études sur la météorologie et le contrôle du climat restent à l'heure actuelle dans l'ombre, sans doute parce que très peu connues du public.

Le long voyage du primpéran

M. Dondelinger, membre du Parlement européen, a fait à la Commission européenne, le récit du long voyage du Primpéran, un médicament pour l'estomac : « le principe

actif de ce médicament, baptisé Métacloramide, est fabriqué à Caen (France) par le laboratoire Delaire, au prix de 100 FF le kilo en vrac. Mais il n'est pas tout de suite transformé en Primpéran. De filiale en sous-filiale, il gagne la Belgique et finit par atterrir en Suisse, près de Zurich, sous l'étiquette des laboratoires Zofingen. Ceux-ci le revendent alors officiellement en devises, aux laboratoires Delagrande, qui le paient 4 000 FF le kilo, le conditionnent, l'emballent et le distribuent en pharmacie, où il

sera vendu au public au prix, admis par le ministère (français) de la santé publique, de 8 000 FF le kilo, soit quatre-vingt fois plus cher que son coût de production ! »

La Commission européenne vient de répondre à M. Dondelinger : « Les faits signalés par l'honorable parlementaire feront l'objet d'une enquête en vue de vérifier la réalité des pratiques de prix alléguées et de déterminer si elles sont le fait d'une entreprise occupant une position sur le marché des produits en cause ou si elles résultent d'une entente entre entreprises ».

L'amiante dans le vin : Vers une interdiction ?

M. De Grave, vice-président du Comité Consultatif « vin » auprès de la Commission européenne (au sein duquel il représente les consommateurs), nous fait part de ses préoccupations à propos des filtres à amiante utilisés dans la fabrication du vin :

« Depuis quelques années, l'amiante se trouve au cœur des préoccupations des médecins du travail et des toxicologues. Pendant longtemps, les industriels de l'amiante ont contesté les résultats des recherches médicales et même aujourd'hui, certains jour-

naux d'inspiration patronale parlent de « motivations politiques et contestataires », de « campagne d'intoxication », etc.

« Le caractère cancérigène de l'amiante inhalé n'est plus guère contesté. En revanche, la Commission du Marché commun, interrogée sur les effets éventuels des résidus d'amiante dans les boissons a précisé qu'une augmentation du risque pour la santé n'a pas encore été prouvée, mais l'innocuité des filtres en amiante ne peut être assurée. Des recherches sont en cours, mais à l'heure actuelle, il n'existe pas encore de preuve formelle.

« Comme d'autres procédés de filtration existent, les consommateurs ont demandé que les filtres à amiante ne soient plus utilisés, et cela au moins jusqu'au moment où les doutes seront levés.

« La Commission ne les a pas suivis, mais des faits nouveaux viennent de modifier les données du problème.

« Les autorités canadiennes de l'Ontario ont signalé à certains exportateurs allemands que les vins blancs filtrés à l'amiante ne seraient plus autorisés à partir du 1er janvier 1978. Il semble que ces restrictions pourraient être généralisées prochainement à l'ensemble du Canada.

« L'Institut supérieur de la santé italien s'apprête pour sa part à remettre un avis déconseillant l'usage de filtres en amiante, et il semble que le gouvernement italien s'oriente vers une interdiction de ces filtres. Les milieux professionnels de ce pays qui se déclarent convaincus du caractère cancérigène de l'amiante ingérée ont d'ailleurs donné des consignes il y a quelques mois, pour éliminer le filtrage à l'amiante.

« En Allemagne, les coopératives viticoles ont supprimé le filtrage à l'amiante, au moins pour le dernier filtrage.

« La terre d'infusoire, utilisée pour la clarification du vin, contient également de l'amiante. L'Organisation Mondiale de la Santé a mis le problème à l'étude.

« Récemment, les consommateurs, l'industrie, le commerce et même les viticulteurs (avec quelques réticences cependant du côté français) ont demandé à la Commission d'envisager également l'aspect « santé publique » de cette question. Sur ma proposition, il sera demandé au Comité scientifique de l'alimentation humaine d'accélérer ses travaux et de remettre le plus rapidement possible un avis à la Commission.

« Avant que celle-ci conclue éventuellement à la nécessité de l'interdiction, de nombreux viticulteurs ont déjà modifié leurs équipements.

« L'interdiction viendra-t-elle, comme souvent, quand elle ne sera plus nécessaire ? »

M. Chaigneau, Directeur du Service d'analyse des gaz du C.N.R.S., prendra sa retraite en décembre 1977.

Entré au laboratoire du Professeur Lebeau en 1955, il effectua des recherches en chimie minérale faisant souvent appel à des réactions en phase gazeuse. Ceci lui a permis d'acquérir les connaissances nécessaires à l'étude de la préparation, des propriétés physiques et chimiques et de l'analyse des gaz. Aussi la Direction du C.N.R.S. lui confia-t-elle tout naturellement, en 1958, la direction du nouveau Laboratoire des Gaz, devenu depuis le Service d'analyse des gaz du C.N.R.S. Ce service acquis depuis une grande renommée et a établi des relations internationales avec une centaine de laboratoires appartenant à 27 pays.

Depuis le début de sa carrière, M. Chaigneau s'est efforcé de résoudre les principaux problèmes posés par l'extraction, le prélèvement, la conservation ainsi que l'analyse qualitative et quantitative des mélanges gazeux de diverses origines. Tout en perfectionnant les méthodes d'analyse classiques, il a mis au point des techniques permettant l'analyse de volumes gazeux de plus en plus faibles, parvenant même récemment à détecter des teneurs de quelques ppm de gaz avec des échantillons d'environ 0,1 ml.

Outre le développement des méthodes générales, il a également contribué à des études géochimiques en étudiant en particulier des gaz naturels tels que le gaz de Lacq, ou des gaz volcaniques qui l'ont amené à résoudre le délicat problème de la technique de prélèvement sans contamination et la conservation des gaz.

Sans entrer dans le détail des très nombreuses recherches de M. Chaigneau, on peut encore citer l'analyse gazométrique, menée à l'aide d'un appareil spécialement conçu à cet effet; l'identification des composés toxiques pouvant se former lors de la combustion des polymères; l'étude des suies; l'analyse des gaz microbiens et des gaz dans l'urine; l'étude de la décomposition thermique au cours de laquelle il a mis en évidence des mécanismes de décomposition; la préparation et l'analyse d'un grand nombre de fluosels d'alcaloïdes; la stérilisation du matériel médico-chirurgical par l'oxyde d'éthylène, etc.

Tous ces travaux l'ont conduit à réaliser de nouveaux appareils permettant des recherches en milieu gazeux ou non. Ils se sont traduits par une longue liste de publications, accompagnée de dépôts de brevets.

Les recherches de M. Chaigneau ont été récompensées par plusieurs prix que lui ont décernés la Faculté de Pharmacie de Paris, l'Académie de Médecine et l'Académie des Sciences.

Colloque de l'ATP « Stockage chimique de l'énergie »

Depuis 1975, une coopération scientifique s'est établie entre le CNRS et la NFR (Conseil national de recherche en science fondamentale) suédoise, sous forme d'une ATP « Stockage chimique de l'énergie ». Une première réunion à Bordeaux en 1976 avait permis de faire le point des travaux ayant suivi le premier appel d'offre. Un second colloque a eu lieu à Uppsala, les 17 et 18 octobre 1977, le Comité examinant la troisième et dernière tranche de projets le 19.

L'originalité de cette ATP réside dans le fait que tous les projets ont un rapporteur français et un rapporteur suédois, et qu'ils sont discutés en réunion commune.

Ce colloque réunissait 70 participants dont 30 français. Les 33 communications portèrent sur les domaines scientifiques suivants :

● chimie du solide

- électrochimie
- photochimie

Dans les deux premiers domaines, la majorité des travaux concernaient l'étude de nouveaux électrolytes solides et leur utilisation dans des systèmes générateurs électrochimiques (accumulateurs).

En photochimie, la photolyse indirecte de l'eau et l'élaboration de molécules organiques riches en énergie ont spécialement été étudiées.

On doit à cette ATP de caractère international un rapprochement utile entre suédois et français, mais aussi un rapprochement très fructueux entre plusieurs laboratoires français.

Une petite commission mixte de 6 membres assurera la bonne fin du projet franco-suédois.

Certains sujets seront repris et financés par le PIRDES.

Trente-et-unième réunion internationale de la Société de Chimie Physique

Comportements non linéaires des molécules, atomes et ions dans les champs électriques, magnétiques ou électromagnétiques

Cette réunion, est organisée conjointement avec les Associazione Italiana di Chimica Fisica, Chemical Society, Faraday Division, Deutsche Bunsengesellschaft für Physikalische Chemie, à l'Abbaye de Fontevrault (France), du 25 au 29 septembre 1978.

Elle a pour objet de faire le point sur les interactions des champs intenses avec les molécules (ce terme, pris dans son sens large, inclut les espèces atomiques et ioniques), et les connaissances nouvelles que ces interactions apportent sur les structures et propriétés moléculaires. En principe on ne traitera pas des techniques de production des champs intenses, sauf dans la mesure où la description de ces techniques est nécessaire à la compréhension des expériences.

Comité d'organisation :

L. Néel, Prix Nobel, Président, A.D. Buckingham, F.R.S. (C.S.), S. Califano (A.I.C.F.), M. Davies (C.S.) E.U. Franck (D.B.G.), G. Giacometti (A.I.C.F.), P. Rigny (S.C.P.), F.P. Schäfer (D.B.G.), J.P. Taran (S.C.P.) J. Bourdon et C. Troyanowsky, Secrétaires généraux.

Propositions de communications

Titre et résumé détaillé (une page dactylographiée au maximum) à adresser avant la 1^{er} mars 1978 à C. Troyanowsky, Secrétaire général, Société de Chimie Physique (31^e Réunion), 10, rue Vauquelin, F 75005 Paris.

Les auteurs seront informés avant le 1^{er} juin 1978 des contributions retenues par le Comité d'organisation.

Le programme sera diffusé en juin 1978, en même temps que toutes indications sur les conditions de séjour et de logement à Fontevrault ou dans ses environs.

Livre des Actes

Les Actes de la réunion seront publiés au plus tard six mois après cette dernière. Ils renfermeront les conférences, communications et discussions. Les participants à la réunion pourront souscrire à l'avance à un prix préférentiel.

Informations S.C.F.

- 59 Réunions**
Séminaires de la S.C.F. : Séance du jeudi 26 janvier 1978, à Paris.
- 59 Communiqués**
Chronique des Rédacteurs scientifiques
Nouvelles de la Fédération des Sociétés Chimiques Européennes
Division Chimie organique : Journée parisienne de printemps
- 61 Assemblées annuelles 1977 et 1978**
Sur l'Assemblée annuelle 1977
Comptes rendus d'activité des Divisions
Assemblée annuelle 1978
- 67 Nécrologie** : Georges Carpéni
- 68 Demandes et offres diverses.**

Règles de nomenclature pour la chimie organique

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

Section E : Stéréochimie.

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

Membres de la S.C.F. 50 F

Non membres de la S.C.F. 80 F

Une commande, pour être agréée, devra être accompagnée du règlement correspondant, sous forme de chèque bancaire ou de chèque postal (280.28 Paris), à l'ordre de la Société Chimique de France.

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

Un livre édité par la Société Chimique de France

Séminaires de la Société Chimique de France

Séance du jeudi 26 janvier 1978

Ce séminaire, organisé par la Division Chimie organique, se tiendra à 14 h 30, dans l'amphithéâtre A, de l'École Nationale Supérieure de Chimie, 11, rue Pierre-et-Marie-Curie, Paris (5^e).
Les deux conférences suivantes seront présentées :

Oxydation à l'air d'hydrocarbures en hydroperoxydes et modes de décomposition de ces hydroperoxydés : cas particuliers du cyclohexane.

par M. Jouffret, (Ingénieur de Rhône-Poulenc-Industries, à Saint-Fons)

L'activation des petites molécules sur les complexes de métaux de transition,
par J.A. Osborn, (Professeur à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg)

Un résumé des conférences sera distribué aux auditeurs en début de séance.

Communiqués

Chronique des Rédacteurs scientifiques de la S.C.F.

Chaque article destiné au Bulletin de la Société Chimique de France ou au Journal of Chemical Research est soumis à deux lecteurs privilégiés, les rapporteurs. Ceux-ci subissent les pressions les plus diverses : celle, cajolante pour leur *ego*, du Rédacteur qui les a choisis entre tous pour rendre leur verdict ; celle, moins amicale, du même Rédacteur quand il doit les rappeler à leur devoir d'une réponse rapide (« le retour du courrier » est fréquent ; mais en ce moment même, nous essayons d'extraire deux rapports des profondeurs de la province, après cinq mois et quatre rappels !) ; celle de ses autres obligations, qui l'éloignent de cette tâche ingrate ; la pression de son bon cœur qui lui dit, voyant ce qui se fait ailleurs : «Après tout, pourquoi pas ?» (on connaît l'importance de cette remarque dans le relâchement des mœurs, pas seulement dans le domaine scientifique) ; celle de sa conscience qui le fait hésiter, tant la marge est étroite entre l'analyse critique et compétente du fond et de la forme, et la sévérité tatillonne et pédante, etc.

Un de nos rapporteurs, parmi les meilleurs, vient de nous envoyer un appel aux auteurs, que nous nous faisons un plaisir de publier, d'autant plus qu'il est suivi d'un appel de nos auteurs à ses rapporteurs.

Voici donc :

La plainte du petit rapporteur

Quand vous soumettez un mémoire au Rédacteur d'un journal, ayez pitié des rapporteurs. Bien que jugés «spécialistes», ils ne sont pas omniscients : de grâce, aidez-les !

L'essentiel de la tâche de rapporteur consiste à porter un jugement de fond et de forme sur l'article que vous avez écrit. Mérite-t-il publication ? Pour ce faire, il doit apporter de nouveaux résultats ou de nouveaux concepts. Si l'article est situé dans un contexte général, posant bien le problème, le tout étayé par quelques références judicieusement choisies autres que les précédents articles des signataires du papier, le rapporteur aura une idée claire et rapide de la situation. Il n'aura pas à commencer son travail par une bibliographie, dont il possède peut-être certains éléments, mais que l'oblige au minimum à les retrouver dans ses propres dossiers, la conséquence première d'une telle recherche bibliographique étant de le mettre de mauvaise humeur.

Une fois le rapporteur convaincu de l'utilité de publier votre travail, il s'attaque au morceau de résistance : l'examen des résultats et des conclusions qui en découlent. Dans leur exposé, respectez un plan clair et logique : résultats proprement dits (dont vous soulignez les plus importants), discussion, conclusions : le rapporteur suit votre pensée mieux que si tout est mélangé. Car rien n'est plus agaçant pour lui que de tourner des pages en avant puis en arrière pour arriver à ordonner les idées. Ou à ne plus rien comprendre du tout, ce qui le met à nouveau de mauvaise humeur...

Le rapporteur lit aussi la partie expérimentale (parfois, il regarde si les mesures physiques correspondent bien aux structures proposées...) et vérifie la bibliographie : si les expériences sont douteuses, les références fausses... (voir plus haut).

Et le rapporteur répond au questionnaire, puis rédige ses commentaires qui reflèteront, soyez-en sûrs, son humeur...

Voici donc le manuscrit accepté moyennant des corrections mineures. Ouf, le rapporteur en a terminé. Mais si de profondes modifications sont demandées, il est en proie à de nouveaux tourments quand, quelques mois plus tard, il reçoit le nouveau manuscrit, sans l'ancien, bien sûr. Le rapporteur n'a pas une mémoire d'éléphant, et pour se rappeler ce qu'il a fait quelques mois plus tôt, il dispose du double de ses commentaires, qu'il consulte immédiatement. Mais, hélas, tout est modifié : au composé 4, dont la formule était contestée, correspond tout à fait autre chose ; page 9, il n'est plus du tout question du type de réaction argumenté, etc..., et tout est à recommencer. Et le rapporteur se sent envahi d'un profond découragement auquel succède naturellement un accès de mauvaise humeur. Alors, pitié pour nous : renvoyez vos manuscrits modifiés, accompagnés du premier jet (sur lequel en général le rapporteur a également fait des annotations, qu'il ne se rappelle évidemment plus ; et pourtant, il aimerait savoir si vous en avez tenu compte). Le rapporteur verra son nouveau travail simplifié et vous gagnerez en temps de lecture et donc en délai de publication.

Nous vous aidons (enfin, nous l'espérons) à améliorer la qualité de vos manuscrits. Quelquefois, à l'occasion de rapports, d'intéressantes discussions ont lieu : auteurs et rapporteurs ne sont pas toujours d'accord, le résultat est souvent fructueux pour chacun. De grâce, ne nous rendez pas la tâche trop lourde si vous voulez que nos rapports ne deviennent pas des refus ou des acceptations secs et sans commentaires. Merci.

J. S.

Et voici, en écho :

La plainte à mon Rapporteur

De profundis clamavi ad te, Referee. Ecoute ma prière. J'ai un article prêt, et mon cœur est rempli de crainte. Je vais l'envoyer à la Rédaction, en suggérant trois ou quatre noms (un ou deux amis qui me veulent du bien, un ou deux collègues compétents, et un ou deux encore qui ne sont pas, je le sais, partis en Australie ce mois-ci : cela fait rarement plus de quatre noms). Mais quels seront les deux rapporteurs choisis (sur cette liste ou en dehors) ? Tu seras, lecteur anonyme et puissant, l'un d'eux deux.

Par pitié, avant tout, fais vite. Rappelle-toi, Rapporteur, tu as été

auteur, toi-même, et tu as toi-même attendu le verdict. Fais vite ; mais fais bien : aide-moi !

J'ai tant travaillé : pendant deux ans, peut-être trois, j'ai essayé de comprendre à quelle question j'étais en train d'apporter une réponse. J'ai été tour à tour découragé, enthousiaste, écœuré, intelligent, désabusé, blasé, enthousiaste encore, puis décidé à conclure et à publier. Pendant deux ans, trois ans, j'ai attendu de pouvoir plaire aux Rédacteurs, et de ne présenter qu'une « tranche assez épaisse ». J'ai dû convaincre un patron rétif de lire mon projet de manuscrit, accepter qu'il me convainque ensuite que ce n'était en fait qu'un avant projet, le reprendre à zéro, le taper moi-même, le soumettre à nouveau à mon patron, attendre qu'il l'ait lu (oh ! cette attente ! Il n'a donc jamais attendu un « *Nihil obstat* » ?). J'ai dû convaincre mes camarades que mon nom devrait être en tête, revoir les références, essayer de dessiner les figures, persuader la secrétaire du labo de nettoyer la boule de sa machine avant de taper le manuscrit, corriger les quelques fautes dues à sa distraction, en plus de toutes celles que ma mauvaise écriture avait rendues inévitables. Enfin, j'ai eu en mains mon manuscrit. Tu en seras le premier lecteur. Aide-moi !

Aide-moi sur le fond, surtout. Je ne suis pas aveugle : je sais bien que je peux m'être trompé, et ce n'est pas mon genre que de me croire infaillible parce que mon patron, les membres de mon jury de thèse et un Professeur Assistant du Nebraska ne m'ont pas fait d'objection quand je leur ai présenté mes conclusions. Je peux m'être trompé, et tu peux m'empêcher de le faire savoir à tout le monde. Sois critique, ne me crois pas sur parole, ne te laisse pas prendre à mes arguments intuitifs ni à mes calculs, mets en doute ce que j'affirme ; si tu es courageux, vérifie que j'ai bien interprété cet obscur article japonais qui me paraît confirmer mes idées. Donne-moi cette référence-clé qui m'a échappé, montre-moi comment j'aurais pu m'appuyer sur le travail de X, ou démolir celui de Y. Aide-moi sur le fond. J'irai plus loin : même si c'est trop tard pour cette fois-ci, attaque-moi sur les motivations de mon travail ; dis-moi *pourquoi* je n'aurais pas dû l'entreprendre ou pourquoi, à ton avis, il est plus important que je ne

le croyais ? Bien sûr, si tu le crois, dis *clairement* que tu conseilles le rejet de mon article, comme la dernière fois ; il est possible que je reconnaisse que tu as raison !

Aide-moi sur la forme. Signale-moi les détails expérimentaux qui manquent : je les ai sans doute simplement omis. Signale-moi les phrases incompréhensibles : après cinq relectures, je sais mon texte par cœur, et je crois le comprendre.

Dis-moi de reprendre la bibliographie, s'il le faut vraiment : jamais je ne me rappelle s'il faut mettre J. Amer. Chem. Soc. ou J. Am. Chem. Soc., ou encore..., etc. Corrige mon style s'il est lourd, maladroit, jargonnant ou américanisé. Aide-moi sur la forme. Là aussi, j'irai plus loin : si tu as le temps, et si cela te paraît utile, dis-moi *comment* j'aurais dû écrire cet article, même si tu ne me demandes pas de le reprendre à zéro.

Mais je t'en supplie, ne m'humilie pas à peu de frais. Ne te crois pas d'une autre race pour avoir été choisi pour me juger : tu n'es, toi-même, que l'avatar d'un auteur. Ne réponds pas simplement : « Impubliable », ou « Mal écrit ». C'est peut-être vrai, mais je ne veux compter que sur toi pour m'expliquer *pourquoi* : dis-le moi. Ne me demande pas l'impossible ; je voudrais exposer ce que j'ai fait, et comment je l'ai fait ; ne me demande pas de le refaire, ou même de faire autre chose ! Demande-moi de compléter tel ou tel point (mais en me disant pourquoi, pas comme un péage) et j'essayerai de le faire ; demande-moi d'écrire à nouveau tel ou tel passage, ou même le tout (mais en me disant pourquoi et comment) et j'essayerai de le faire. Mais après tout, c'est *mon* travail, et il se peut que ce soit *moi* qui aie raison de l'avoir fait comme ceci, arrête là, et écrit ainsi. Tes remarques seront les bienvenues sur *mon* article. Si peu de minutes que tu puisses lui consacrer, si c'est pour m'aider que tu me les accordes, merci. Si tu veux te jouer de moi, alors, bonne chance pour le jour (prochain) où je serai ton rapporteur !

A. Bessey d'Haye

Fédération des Sociétés Chimiques Européennes

L'Assemblée générale annuelle de la FECS s'est tenue à la Haye le 16 juillet 1977. 23 délégués des Sociétés membres, appartenant à 17 pays, étaient présents.

La Fédération comporte actuellement 29 Sociétés Chimiques de 22 pays européens.

Nous rappelons que la Société Mendeleev de Moscou a adhéré l'an dernier. Il a été décidé de lui réserver une place au Comité Exécutif. 4 pays ne sont pas encore représentés à ce jour.

La FECS a reçu, une fois de plus, une demande pressante d'Israël. La qualité et le nombre de chimistes de ce pays rendraient souhaitable l'acceptation de la Société Chimique israélienne comme membre. Après un nouvel examen, l'Assemblée générale a regretté de ne pouvoir faire droit à cette demande, Israël n'étant pas située en Europe. Israël continuera, comme par le passé, à envoyer un « observateur » aux assemblées générales. Pour des raisons géographiques, l'Union pan-cyprienne des chimistes a été admise.

1977 a été la première année d'action du Comité Consultatif (Advisory Board) destiné à préparer les initiatives à présenter à l'Assemblée générale et à veiller au bon fonctionnement des groupes de travail.

Le secrétariat pour l'Europe occidentale, après avoir été tenu pendant six ans par l'Angleterre (CS et RIC) est maintenant assuré par l'Allemagne (GDCh). La Hongrie (HCS) assure le secrétariat pour l'Est.

Les dispositions sont prises pour éviter, sur le plan scientifique, des duplications avec l'IUPAC. Le secrétaire général de celle-ci assiste comme observateur aux réunions des Assemblées générales de la FECS, de même qu'un délégué de l'UNESCO.

Avec les mêmes précautions, la Fédération organisera des conférences FECHM auxquelles un nombre limité de chimistes pourront participer tant de l'Est de l'Europe que de l'Ouest. Une liaison avec les conférences EUCHEM à ce sujet est à l'étude.

En outre la FECS donne son parrainage à des réunions européennes spécialisées (Electrodes sélectives, chimie du fluor en 1977). Ces réunions sont signalées par notre revue *L'actualité chimique*.

Groupes de travail

1°. Le groupe Enseignement de la chimie a tenu, en coopération avec l'UNESCO : deux réunions en 1976 qui ont été consacrées à l'enquête générale sur l'enseignement de la chimie en Europe ; en 1977, une attention particulière sera apportée à l'enseignement de la chimie dans les études interdisciplinaires.

2°. Le groupe « Affaires professionnelles » continue d'étudier l'équilibre numérique des chimistes (besoins-formation). Cette étude comporte des difficultés pratiques dues en particulier à des questions de nomenclature, à la dispersion des chimistes dans les milieux professionnels divers (Enseignement, industries chimiques, autres industries, commerce... etc.).

Il étudie les moyens de renforcer l'image de marque du chimiste :
a. auprès des autorités administratives,
b. dans l'opinion publique (lutte contre la pollution, orientation des jeunes).

3°. Le groupe Chimie analytique a en charge les conférences Euro-analysis, dont la 3^e se tiendra à Dublin le 30 juin 1978.

4°. Le groupe « Organométalliques » a organisé en septembre 1976 une conférence FECHM qui a réuni plus de cent spécialistes sur le sujet. Elle a défini le programme de la conférence 1978 qui se tiendra en Allemagne.

Un inventaire des centres de recherche en chimie « organométallique » a été envoyé aux Sociétés membres.

5°. Le groupe « Catalyse » s'est réuni à Louvain, et à Londres, à l'occasion du Congrès de la Catalyse. Un programme d'action future a été tracé.

Deux nouveaux groupes sont en début d'activité ou en formation :

6°. Le groupe Chimie alimentaire.

7°. Le groupe Chimie et environnement.

Enfin, la Fédération n'est pas indifférente à l'idée lancée par l'Américain Chemical Society auprès des Sociétés Chimiques d'une Société internationale de chimie (dont les membres seraient des chimistes). Une telle création, éventuelle, soulève de nombreux problèmes.

Un groupe de 5 experts dont deux de la Fédération a été désigné pour éclairer ce sujet dont la progression éventuelle ne pourrait être que lente.

Division Chimie organique

Journée parisienne de printemps

Les quatre conférences de la Journée parisienne de printemps de la Division seront données à l'amphithéâtre de l'E.N.S.C.P., 11, rue Pierre-et-Marie Curie, Paris (V^e), le jeudi 9 mars 1978, sur le thème : *Synthèse organique*.

Journées d'Orsay 1978

Les Journées d'Orsay 1978 auront lieu les 13, 14 et 15 septembre.

Assemblées annuelles 1977 et 1978

Sur l'Assemblée annuelle 1977

L'Assemblée générale annuelle, qui s'est tenue à Orléans du 24 au 26 mai 1977, a marqué une évolution importante de la conception de ce rassemblement des Membres de la Société Chimique de France :

- d'une part, par l'orientation nouvelle donnée au programme scientifique ;
- d'autre part, par la création d'une animation "dans la ville" destinée à mettre la population au contact des chimistes et de leur science.

Programme scientifique

L'Assemblée générale de la Société Chimique de France était l'occasion d'inviter d'éminentes personnalités françaises et étrangères du monde de la chimie, qui venaient présenter leurs travaux sous forme de conférences plénières.

Il est évident que dans l'immense majorité des cas ces conférences, centrées sur un sujet ponctuel, ne pouvaient intéresser qu'un nombre limité de spécialistes, qui d'ailleurs connaissaient déjà les résultats essentiels des travaux qui leur étaient présentés.

Sans vouloir rejeter définitivement ce type de conférences, il a paru souhaitable de demander aux conférenciers de faire le point, pour des non-spécialistes, de l'évolution de leur discipline. C'est ainsi que de remarquables conférences ont été présentées, à la grande satisfaction des auditeurs, par MM. R. Collongues (Université Paris VII), B. Delmon (Université Catholique de Louvain, Belgique), P. Hagemuller (Université de Bordeaux I), J. Halfon (B.R.G.M. d'Orléans), G. Ourisson (Université de Strasbourg).

Par ailleurs, le programme scientifique de cette Assemblée était constitué par huit colloques spécialisés, dont les thèmes avaient été choisis en fonction des recherches effectuées dans les laboratoires orléanais. Très souvent, ces colloques comportaient une conférence prononcée par un spécialiste. Il semble que les participants réunis autour de ces thèmes se soient montrés satisfaits de cette nouvelle organisation.

Assemblée générale

L'Assemblée générale s'est ouverte par une allocution du Président Alain Horeau, qui a défini la politique actuelle de la Société Chimique de France à travers ses activités et ses publications.

L'ordre du jour comportait également l'approbation des comptes de l'exercice 1976. Ceux-ci furent approuvés à l'unanimité.

Les Présidents des cinq Divisions de la Société Chimique de France présentèrent ensuite les Rapports d'activité de leur Division qui sont publiés à la suite de ce compte-rendu.

Il fut ensuite procédé à la remise des prix aux lauréats de la Société Chimique pour 1977 :

Prix Le Bel : M. Toromanoff

Prix Süe : M. Baudin

Prix de la Division Chimie analytique et Chimie des solutions : M. O. Vittori

Prix de la Division Chimie de coordination : Mme Hubert-Pfalzgraf

Prix de la Division Chimie organique : M. Albrecht

Prix de la Division Chimie du solide et métallurgie : M. Lazennec

Prix de la Division Enseignement de la Chimie : M. Chastrette

Chimie dans la ville

C'est avec beaucoup d'appréhension que la Société Chimique de France a organisé, à l'occasion de son Assemblée générale annuelle, sous le nom de "Chimie dans la ville", diverses manifestations destinées à mieux faire connaître la chimie (son image de marque n'est-elle pas franchement détestable ?) aux habitants de la ville qui recevaient les congressistes.

Un bilan objectif de cette manifestation conduit aux constatations suivantes :

- Un débat public, centré sur des thèmes d'actualité : *la chimie et les ressources naturelles, la chimie et la vie; la chimie industrielle n'a attiré qu'un public clairsemé, dans une salle pourtant située dans le centre de la ville, malgré la qualité et le renom des animateurs : MM. Guillemain (Directeur du B.R.G.M.) G. Ourisson (Université de Strasbourg) et G. Maire (Rhône-Poulenc). Une publicité insuffisante est-elle à l'origine de cet échec ? Est-il souhaitable de recommencer cette expérience ?*

- En revanche, la présentation de films scientifiques, en deux lieux de la ville et à des heures différentes, a déplacé un public plus nombreux de lycéens et d'adultes. Ce demi-succès et encourageant et pourra certainement être poursuivi.

- C'est la présentation d'expériences diverses et l'exposition de minéraux et de modèles moléculaires qui ont remporté un franc succès puisque plus de trois cents personnes ont défilé pendant une demi-journée devant les expérimentateurs.

La Société Chimique de France a été aidée dans cette réalisation par les organismes suivants : Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Orléans (Ministère de l'Éducation Nationale), Bureau de l'Information Scientifique et Technique (Ministère de l'Industrie et de la Recherche), Municipalité d'Orléans, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Palais de la Découverte, des Scientifiques de l'U.E.R. Sciences, du C.N.R.S. et des Professeurs du Lycée Benjamin Franklin d'Orléans.

Elle remercie vivement le Bureau de la Section d'Orléans qui a eu la lourde responsabilité de l'organisation de l'Assemblée annuelle ainsi que tous les scientifiques orléanais pour leur efficace contribution.

Chimie dans la ville

Orléans 23-26 mai 1977

Organisé par la Société Chimique de France
à l'occasion de son assemblée annuelle.

Lundi 23 mai

à 17 h 30 et 20 h 30 salle Gérard Philippe
MJC Orléans-La Source

- **Projection de films scientifiques**
avec commentaires et discussions

Mardi 24 mai

à 20 h 45 salle du CRDP
55 rue Notre-Dame-de-Recouvrance

Débat public sur les thèmes suivants :

- **La chimie et les ressources naturelles**
introduit par M. Claude Guillemain
(Directeur du BRGM)
- **Les problèmes de la chimie industrielle**
introduit par M. Georges Maire
(Directeur, société Rhône-Poulenc)
- **La chimie et la vie**
introduit par M. Guy Ourisson
(Professeur, université de Strasbourg)

Mercredi 25 mai

de 14 h 30 à 19 h salle de réunion
45 avenue Dauphine

- **Expositions et présentations
d'expériences de chimie.**

Jeudi 26 mai

à 17 h 30 et 20 h 30 salle du CRDP
55 rue Notre-Dame-de-Recouvrance

- **Projection de films scientifiques**
avec commentaires et discussions.

Entrées gratuites.



Comptes rendus d'activité des Divisions (Mai 1976-Mai 1977)

Division Chimie analytique et chimie des solutions

Depuis la dernière Assemblée générale, au cours de laquelle elle avait rendu un hommage particulier au Professeur Charlot à l'occasion de son départ de l'Université, la Division a développé ses activités dans plusieurs directions :

- organisation de manifestations propres à la Division,
- participation à des manifestations organisées en collaboration avec d'autres groupements ou sociétés
- tentative de regroupement et de coordination des activités avec celles d'autres sociétés couvrant divers secteurs de la chimie analytique, en particulier avec le GAMS et la Société de Chimie Industrielle.

L'accent a été mis sur l'organisation de manifestations d'une certaine ampleur qui dépassent largement le cadre de la Division.

Les Journées d'études des sels fondus, ont été organisées les 24, 25 et 26 mai derniers par le Groupe de thermodynamique expérimentale de la Division à Marseille, en collaboration avec la Société Chimique de Belgique.

Cette manifestation annuelle est organisée en alternance par la France et par la Belgique. Elle a lieu cette année à Bruxelles. Créée comme une réunion francophone, son audience déborde maintenant de plus en plus le cadre franco-belge et elle est en passe de devenir une grande réunion européenne annuelle sur les sels fondus.

Le Groupe de thermodynamique a organisé avec M. Cléchet du 8 au 10 décembre 1976, 3 journées d'étude sur la caractérisation des solides non-cristallins. Huit conférences et des communications ont été présentées sur trois grands thèmes consacrés aux méthodes de caractérisation ; méthodes thermiques et électriques, optiques et acoustiques, électriques.

Le Groupe des méthodes électroanalytiques animé par MM. Vittori et Andrieux a organisé une réunion sur le thème : *Electrochimie et spectroscopie*, qui a rassemblé, le 2 décembre à Paris, environ 50 participants.

A l'occasion de l'Assemblée générale, M. Albert et le Groupe de méthodes radiochimiques ont organisé le colloque *Méthodes radiochimiques et nucléaires d'analyse et applications pharmaceutiques et médicales des radio-éléments*. M. Halfon a organisé le colloque sur les *Développements récents des techniques analytiques dans les géosciences*, deux thèmes qui font ressortir des domaines importants d'activité de la région orléanaise en chimie analytique.

Les «Actualités de chimie analytique pharmaceutique» ont eu lieu comme tous les ans sous l'impulsion des Professeurs Pellerin et Guernet à la Faculté de Pharmacie de Châtenay-Malabry. Le thème retenu cette année : *Chromatographie en phase liquide rapide sous pression*, a rassemblé environ 200 participants.

Le lundi 23 mai à Paris, le Groupe de chimie analytique générale, animé par Mme Bréant a accueilli le Professeur Parker, spécialiste des problèmes de solvation. Une conférence et une table ronde ont permis de faire le point sur ce sujet.

Enfin, deux grandes manifestations :

- Les Journées d'électrochimie organisées du 1er au 3 juin par le Professeur Peltier, à Rennes, sous l'égide de la Société des Electriciens et Electroniciens, de la Société Internationale d'Electrochimie et de notre Société ont rassemblé plus de 150 personnes.
- le Congrès de chimie analytique (ancien congrès du GAMS organisé tous les 3 ans, depuis 1974, conjointement par le GAMS et la Société Chimique de France) aura lieu du 28 novembre au 2 décembre à Paris, Porte de Versailles.

Le rapprochement de la Société Chimique de France et de la Société de Chimie Industrielle est devenu une réalité dont tous les chimistes se félicitent.

Dès 1956, la Société de Chimie Industrielle avait consacré ses efforts

aux applications industrielles de l'analyse en constituant un groupe d'analyse très actif animé par M. Roger.

Division «Chimie de coordination»

La lettre circulaire dont le texte est paru dans le numéro de septembre de *L'actualité chimique* a été envoyée à plus d'une centaine de chimistes s'intéressant de près ou de loin à la chimie de coordination et à la chimie organométallique. Les réponses ont été abondantes et les commentaires révèlent l'intérêt suscité par la mise en place des nouvelles formules d'activités proposées ; en particulier celles des ateliers et des tournées de conférenciers. La mise en route de ces formules devrait s'effectuer dans les semaines qui suivront la rentrée universitaire.

A titre d'information nous donnons ci-dessous, les programmes de la *XVIIIth International Conference on Coordination Chemistry* qui s'est tenue à Sao-Paulo du 18 au 23 juillet, et de la *XVIIIth International Conference on Organometallic Chemistry* qui s'est tenue à Kyoto du 12 au 16 septembre.

XVIII I.C.C.C.

Conférences plénières :

- *Preparative and structural aspects of transition metal carbyne complexes*, par E.O. Fischer (Munich, R.F.A.) .
- *Chemistry of ruthenium (II) and osmium (III) amines*, par H. Taube (Stanford, U.S.A.) .
- *The Pfeiffer effect, outer-sphere complexation, and the absolute configuration of coordination compounds*, par S. Kirschner (Detroit U.S.A.) .
- *Application of coordination compounds in analytical chemistry*, par H.M.N.H. Irving (Leeds, G.B.) .
- *Coordination compounds of rare earths with $O_nX \rightarrow O$ type ligands ($X = S, N, P, As$)*, par E. Giesbrecht (Sao-Paulo, Brésil) .

Conférences de sections

- *Prussian blue and its analogs*, par E. Fluck, (Stuttgart, R.F.A.) .
- *Antiferromagnetic and ferromagnetic phenomena and structure of coordination compounds*, par B.J. Trzebiatowski, (Wroclaw, Pologne) .
- *Recent contributions to the chemistry of 3d metals in low oxidation states*, par L. Sacconi, (Florence, Italie) .
- *Electronic Raman spectroscopy of some transition metal sandwich compounds*, par J. A. Koningstein, (Ottawa, Canada) .
- *The trans-effect. Some recent kinetic and equilibrium studies*, par M. Tobe, (Londres, Grande-Bretagne) .
- *Coordination chemistry of lanthanides*, par R. C. Mehrotra, (Delhi, Inde) .
- *Recent studies on the effect of metal ions on nucleic acid and genetic information transfer*, par G. Eichorn, (Baltimore, U.S.A.) .
- *The reactivity of dinitrogen in its stable complexes*, par J. Chatt, (Brighton, Grande-Bretagne) .
- *Atomic absorption spectrophotometric analysis of coordination compounds with and without preliminary decomposition*, par S.L. Davydova, (Moscou, U.R.S.S.) .
- *Charge transfer in coordination compounds : a study of Lewis acids of group III elements by means of nuclear resonance spectroscopy (NMR and NQR)*, par F. G. Gallais, (Toulouse, France) .
- *Application of the «inclined W» theory in predicting the sixth and the higher ionization potentials for the lanthanides series*, par S.P. Sinha, (Zurich, Suisse) .

VIII. I.C.O.C.

Conférences plénières

- *Theoretical aspects of the coordination of small molecules to transition metal centers*, par R. Hoffmann, (Ithaca, U.S.A.) .

● *Organotransition metal compounds as intermediates of homogeneous catalytic reaction*, par G. Wilke, (Mulheim, R.F.A.).

Conférences de section

- *Unusual metals alkyls*, par M. Lappert, (Brighton, Grande-Bretagne).
- *Synthesis and reactivity of carbon-bonded transition elements*, par F. Calderazzo, (Pise, Italie).
- *Classical and novel ylides systems in organometallic chemistry*, par H. Schmidbaur, (Munich, R.F.A.).
- *New applications of palladium in organic syntheses*, par R.F. Heck, (Newark, U.S.A.).
- *New trends in the chemistry of organometalloporphyrins*, par M. Tsutsui, (College Station, U.S.A.).
- *Stoichiometric versus catalytic use of copper (I) salts in the synthetic use of main group organometallics*, par J-F. Normant, (Paris, France).
- *Activation of alkanes by transition metal complexes*, par A.E. Shilov, (Moscou, U.R.S.S.).
- *On the mechanisms of the substitution reactions of non transition metal organometallic compounds*, par O.A. Reutov, (Moscou, U.R.S.S.).
- *Photolysis of organo polysilanes. Generation and reactions of silicon-carbon double-bonded intermediates*, par P. Ishikawa, (Kyoto, Japon).
- *Studies of synthesis, reactivity and mechanisms in organo-molybdenum and tungsten chemistry*, par M.L.H. Green, (Oxford, Grande-Bretagne).
- *Isocyanide, carbene and related chemistry of palladium (II) and platinum (II)*, par H.C. Clark, (Guelph, Canada).
- *Enantioselective reactions through chiral metal-carbene intermediates*, par A. Nakamura, (Osaka, Japon).
- *Neutron diffraction studies of transition metal hydride complexes*, par R. Bau, (Upton, U.S.A.).

Division Chimie organique

La Division Chimie organique a eu une activité soutenue durant l'année écoulée ; elle s'est manifestée notamment par l'Assemblée annuelle de Grenoble (Mai 1976), les Journées de chimie organique d'Orsay (Septembre 1976), la Journée parisienne de printemps (Mars 1977) et divers séminaires tels que les séminaires mensuels à Paris.

Des groupes se réclamant de la Division ont par ailleurs fait preuve d'une grande activité et tenu des réunions propres (photochimie, glucides, peptides, hétérocycles, ...).

A l'Assemblée annuelle de Grenoble, les organiciens ont participé avec deux conférences : celles des Professeurs Bürgi (Zurich) et Gielen (Bruxelles) et quelques communications.

Les 15, 16 et 17 septembre 1976 ont eu lieu les Journées d'Orsay qui ont remporté un vif succès et qui ont été suivies par environ 500 participants. Trois conférences générales ont été données par les Professeurs F. G. Bordwell (Evanston), C.W. Rees (Liverpool) et D.J. Cram (Los Angeles).

Deux symposiums étaient en outre organisés sur les thèmes : *RMN du ¹³C et Métaux de transition en synthèse organique*. Les professeurs G.J. Martin (Nantes) A.I. Scott (York) et W.V. Philipsborn (Zurich) ont présenté des conférences dans le cadre du symposium de RMN.

Le symposium sur les métaux de transition comportait des conférences des Professeurs R. Pettit (Austin), H. Felkin (Gif) et C.P. Casey (Madison). Environ 90 communications ont été présentées par affiches. Cette formule, inaugurée il y a deux ans, remporte le même succès ; elle sera conservée cette année.

A noter que, de tradition les Journées d'Orsay se tenaient lors de la deuxième semaine de septembre. Depuis deux ans, le Centre d'Orsay a les plus grandes difficultés à nous libérer suffisamment de locaux. Cette année, nous sommes obligés, pour cette raison, d'avancer d'une semaine la date de ces journées.

La Journée parisienne de printemps de la Division s'est tenue le 17 mars 1977 à l'ENSCP avec la participation de quatre conférenciers : les Professeurs Kirmse (Bochum), Franck-Neumann (Strasbourg), Wynberg (Gröningen), Courtot (Brest).

Comme les années précédentes, les séminaires mensuels d'une demi-journée comportant deux conférences et remplaçant à Paris les réunions de la Section parisienne, ont été organisées à l'ENSCP par le Professeur M. Julia. Dans ce cadre, des exposés ont été donnés entre novembre 1976 et mai 1977 par les conférenciers suivants : Melle A. Marquet (Thiais), M.M.D. Arigoni (Zurich), Y. Chauvin (IFP), H. Rudler (Paris VI), Y. Lallemand (ENS) et C. Riche (Gif), Dr Roparts (Orléans), G. Sinaÿ (Orléans), S. David (Orsay), J. d'Angelo (Paris VI) et B. Caubère (Nancy).

Je voudrais préciser que l'essentiel du bilan que je viens de vous présenter est dû aux efforts et au dévouement de l'équipe qui vient de se retirer et qui était composée de MM. Conia, Leyendecker, Maumy et Huet. Je la remercie au nom des organiciens pour toute l'action menée durant deux ans (et même quatre ans en ce qui concerne MM. Leyendecker et Maumy).

Une nouvelle équipe prend la relève : M. Fiaud et M. Vo Quang sont les nouveaux secrétaires de la Division Chimie organique. Nous espérons maintenir et développer les activités de notre Division : la Division chimie de coordination vient d'être créée. Nous veillerons à établir avec elle une fructueuse collaboration.

Pour terminer ce compte rendu d'activité, je rappellerai que le prix de la Division Chimie organique a été attribué à M. Pierre Albrecht, Maître de recherche au CNRS à Strasbourg. Ce prix récompense une œuvre importante et fondamentale en géochimie organique. Je suis heureux au nom de la Division Chimie organique de pouvoir féliciter le lauréat.

La Division se réjouit également de voir un des prix généraux de la Société Chimique, le prix Le Bel, attribué à M. Edmont Toromanoff, Ingénieur de recherche chez Roussel-Uclaf.

H. Kagan, Président de la Division Chimie organique.

Division Chimie du solide et métallurgie

La Division Chimie du solide et métallurgie a été créée en janvier 1977. En ce qui concerne les réunions de la Division, leur nombre a été limité de manière à mieux centrer les programmes sur des sujets d'actualité et de permettre la venue à ces réunions de nouvelles catégories de scientifiques physiciens du solide, chercheurs de l'industrie par exemple.

Les Journées de l'état solide, qui se sont tenues à Nantes les 24 et 25 mars 1977, ont réuni plus de 150 personnes autour des thèmes : *Matériaux présentant un intérêt pour le stockage de l'énergie et Recherches sur des matériaux susceptibles d'applications physiques dans l'industrie*.

Deux conférenciers y ont développé des sujets destinés à un vaste public : le Dr. Y. Marfaing (CNRS, Bellevue) : *Les matériaux pour la conversion photovoltaïque de l'énergie solaire* et le Dr. W. Albers (Philips, Eindhoven) : *Propriétés physiques de matériaux composites*. Une cinquantaine de communications provenant de centres de recherches tant universitaires qu'industriels ont été présentées.

Lors de l'Assemblée annuelle d'Orléans, les 24 et 25 mai 1977, deux colloques accompagnés de conférences de MM. P. Hagenmuller et R. Collongues ont eu pour thèmes : *Chimie du solide* et *Solides non-stœchiométriques*.

Division Enseignement de la chimie

Les activités d'enseignement de la chimie se sont fortement diversifiées ces dernières années. Les diverses réformes, le développement de la formation permanente ont posé de nouveaux problèmes. Contrairement aux autres Divisions, il n'existe pas de revue d'enseignement de la chimie en France et il devient très difficile de suivre ces diverses activités. Dans ces conditions il est apparu nécessaire d'élargir le bureau de la Division pour avoir des responsables spécialisés dans chaque domaine.

Chaque responsable est chargé de constituer une documentation sur l'évolution de son domaine dans le contexte français et étranger pour répondre à toute demande individuelle ou toute action spécifique. Les coordonnées des divers responsables sont données ci-dessous, et nous demandons à toute personne souhaitant recevoir ou faire circuler des informations de s'adresser au responsable de l'activité correspondante.

Une des activités majeures de la Division au cours de cette année a été la participation aux réflexions et discussions sur la réforme du système éducatif et là je dois jeter un cri d'alarme.

La commission Lagarrigue a constitué un centre de réflexion remarquable, permettant de dégager une convergence de vue assez exceptionnelle entre des personnes venant de divers ordres d'enseignement. Le bilan a été dressé par le Président Omnes avec la participation de la SCF aux côtés de la SFP et de l'UDP lors d'une conférence de presse. Après avoir réduit ses fonctions à la présentation de programmes (qui n'ont d'ailleurs pratiquement pas été suivis), la commission a été supprimée en septembre. Les sociétés participantes (SCF, SFP, UDP) ont décidé de constituer un groupe de réflexion continuant le travail de la Commission. Chaque société sera représentée par sept membres.

Parallèlement se développe une situation extrêmement dangereuse au niveau de l'implantation de la réforme en 1977. Je ne prendrai pas parti sur la nature des maîtres nécessaires pour un enseignement de sciences physiques dans les Collèges. De nombreuses prises de positions convergentes venant de milieux divers répondent au problème. Je ne parlerai pas non plus du problème des horaires puisque les diverses associations de spécialistes s'étaient mises d'accord pour une répartition de l'horaire actuel sans augmentation mais je voudrais insister sur le danger pour les enfants d'appliquer un programme avec des maîtres non préparés (la grande majorité n'aura pas fait de chimie depuis la première année du 1er cycle universitaire) qui auront reçu en tout et pour tout 2 ou 3 demi-journées de réunions pédagogiques et un document petit format d'une soixantaine de pages et ceci pour enseigner un programme dont on sait que pour la 6ème il porte sur les combustions (et explosions) et en 5ème sur la notion d'élément chimique. Toutes les expériences réalisées dans ce domaine montrent la difficulté de ces approches. Nous pouvons dire déjà que donné sans moyens (11 F par élève), sans formation, dans des classes de 24 élèves cet enseignement sera une caricature dangereuse d'un enseignement scientifique. Après nous être réjouis de cette introduction nous pensons aujourd'hui qu'il vaudrait mieux ne rien faire que d'en faire cela.

J'ajoute et ceci n'est pas le moins grave que des pressions nombreuses (je pourrais citer des exemples précis) s'exercent sur des maîtres pour les dissuader de suivre (sur leurs jours de repos) les cycles de formation permanente organisés par les Universités, sur leurs propres crédits.

Nous devons tous être conscients que cette coupure voulue et délibérée entre l'Université et l'Éducation aura des conséquences extrêmement graves et sur la formation des maîtres et sur la formation des enfants.

Il est d'ailleurs symptomatique que l'on ne parle plus des centres de formation des maîtres.

Le deuxième point sur lequel je voudrais signaler une activité importante et qui cette fois me laisse optimiste c'est le développement de la coordination des activités de recherche et d'innovation pédagogique. Au mois de novembre s'est tenue à Poitiers une réunion organisée par notre collègue Gomel sous le nom de RECODIC 1 pour coordonner et dynamiser les travaux réalisés un peu partout dans le domaine de l'Enseignement. Ce fut un succès et en novembre

doit se tenir une réunion à Paris des responsables pour faire un bilan de l'action et il est vraisemblable que la réunion générale RECODIC 3 se fera au cours des journées annuelles de la Division.

Autre sujet d'optimisme la prise en compte, encore difficile, des activités de formation permanente et de recherche pédagogique par les instances consultatives (CCU et CNRS).

Au niveau international la Société a participé à l'organisation du «Congrès sur l'enseignement de la chimie» qui doit se tenir du 26 au 30 août à Ljubliana sous l'égide de la FECS.

Signalons à ce sujet la création d'un nouveau groupe de travail de la FECS qui peut avoir une importance au niveau de l'enseignement sur l'Histoire des Sciences et le rôle des musées. Notre collègue vient d'assister à la première réunion et nous continuerons à nous y associer.

La Division a organisé le 30 septembre 1976 à Tours, dans le cadre de la Semaine scientifique internationale, une journée d'étude sur l'enseignement de la chimie dans la formation médicale. Une soixantaine d'enseignants, biochimistes et chimistes ont participé à cette journée d'étude mise sur pied localement par notre collègue Belin.

L'actualité chimique a donné un compte-rendu de cette journée.

Je ne donnerai pas cette année de compte-rendu des journées annuelles, puisque par suite du nouveau découpage des vacances scolaires elles ont été reportées à fin juin (30 juin - 2 juillet) à Montpellier. Le nombre d'inscrits, la qualité des conférenciers fait bien augurer de son succès.

La Division a aussi donné son accord pour participer aux journées francophones de la chimie qui seront organisées à Marseille en 1978.

Il me reste la tâche agréable de remettre le Prix de la Division à M. Chastrette. J'ai au début de mon exposé indiqué la variété des problèmes touchant l'enseignement. Je crois que dans tous ces domaines Chastrette a fait un travail considérable.

Pour l'innovation et la recherche pédagogique un travail important sur la définition des objectifs pédagogiques au niveau du premier.

Dans le domaine des contrôles, réalisation d'un questionnaire d'entrée à l'Université. L'opération soutenue par notre Division a été validée par de nombreux étudiants (1800 en 1976, 2700 en 1977) et donne des renseignements précieux sur les connaissances en chimie à la sortie du secondaire et à l'entrée à l'Université. Un même type d'enquête est en cours sur le problème fondamental de la motivation des étudiants.

Dans le domaine de la formation permanente il a assuré de nombreux cours en relation avec l'INSA de Lyon et le CNAM. Il assure par ailleurs la préparation à l'examen spécial d'entrée à l'Université avec formation des enseignants responsables.

Toutes ces activités ont conduit à la création d'un Centre d'Études et de Recherches pour l'Enseignement de la Chimie : CLEREC.

Pour toutes ces activités concrètes et variées M. Chastrette a largement travaillé pour l'amélioration de l'enseignement de la chimie et c'est pourquoi nous lui avons attribué le prix 1977 de la Division de l'Enseignement.

Bureau de la Division

Nom	Adresse professionnelle	Problèmes suivis
Boyer Michel	Laboratoire de chimie des métaux de transition Université P. et M. Curie 4, place Jussieu 75230 Paris Cédex 05 (1) 336.25.25 P. 30-90	Formation des maîtres
Carretto Josette	Laboratoire de chimie, École Normale Supérieure 5, rue Boucicaut 92260 Fontenay aux Roses (1) 702.60.50 P. 213 ou 214	Enseignement secondaire

Nom	Adresse professionnelle		Problèmes suivis
Chastrette	Maurice	Laboratoire de chimie organique physique, Université Cl. Bernard Lyon I, 43, bd du 11 novembre 1918 69621 Villeurbanne (78) 52.07.04 P. 35-36	Contrôle - Liaisons entre divers domaines (secondaire-supérieur-industrie)
Girard	François	Formation Permanente Université Paris XI, Bât. 308 Centre d'Orsay 91405 Orsay Cédex (1) 941.78.88	Formation permanente
Gomel	Maurice	Laboratoire de physico-chimie des diélectriques, Faculté des Sciences Université de Poitiers, 40, avenue du Recteur Pineau 86022 Poitiers (49) 46.26.30	Recherche et innovation dans l'enseignement supérieur
Latreille	Henri	INSA Chimie 401, 69621 Villeurbanne Cédex (78) 68.81.12 P. 33-87	Affaires internationales
Rivail	Jean-Louis	Laboratoire de chimie théorique, Université de Nancy I Case officielle n° 140, 54037 Nancy Cédex (28) 27.00.24 P. 20-50	Président de la Division enseignement de la Société de Chimie Physique
Soussan	Georges	Laboratoire de chimie organique de synthèse, Bât. 490, Faculté des Sciences Université Paris XI, 91405 Orsay Cédex (1) 941.78.91	Secrétaire de la Division
Viovy	Roger	Laboratoire de chimie, École Normale Supérieure, 2, avenue du Palais 92211 Saint-Cloud (1) 602.41.03 P. 326	Président de la Division

L'Assemblée annuelle 1978

Elle se tiendra le mercredi 31 mai, le jeudi 1^{er} et le vendredi 2 juin à Clermont-Ferrand, l'Assemblée générale ayant lieu dès le mercredi matin à 9 h 30.

Le programme scientifique est organisé en fonction des principes retenus pour l'Assemblée annuelle précédente. Aussi, pouvons-nous, dès maintenant, publier les thèmes des colloques actuellement prévus par les Divisions de la SCF :

Division Chimie analytique et chimie des solutions

- *Physico-chimie des solutions aqueuses* (1/2 journée).

Il est prévu deux autres demi-journées, mais le thème des colloques reste à préciser.

Division Chimie de coordination

- *Étude des relations entre la chimie de coordination et les molécules biologiques ou médicamenteuses.*

Division Chimie du solide et métallurgie

Il est prévu deux demi-journées. Le thème précis du colloque n'a pas encore été défini.

Division Chimie organique

- *Le carbanion* (2 1/2 journées).
- *Complexation et transport d'ions par des systèmes biologiques* (2 1/2 journées).
- *Photochimie et photophysique dans les macromolécules* (2 1/2 journées).

Division Enseignement de la chimie

Organisation d'une table ronde dont le sujet sera connu ultérieurement.

Il est également prévu d'organiser une animation "Chimie dans la ville" qui tiendra compte de l'expérience orléanaise.

Le Bureau de la Section de Clermont-Ferrand qui a accepté d'organiser cette Assemblée annuelle est ainsi composé :

Président : Mlle D. Chatonier ;
Vice-Président : J.C. Cousseins ;
Secrétaire-Trésorier : H. Pons ;

Nécrologie

Georges Carpéni (1906-1977)

par Jozef Hurwic

(Laboratoire de diélectrochimie, Université de Provence,
3 pl. Victor-Hugo, 13331 Marseille Cédex)



La science a perdu un électrochimiste éminent : le 20 août 1977, Georges Edouard Carpéni nous a quitté.

D'origine roumaine, il est né le 12 mars 1906 à Bucarest. Vers l'âge de 17 ans, il est parti de son pays pour poursuivre ses études en France.

En 1926, il entre à l'Institut Chimique de Nancy. En 1928, il obtient une licence de chimie, l'année suivante le diplôme d'ingénieur-chimiste et en 1932, travaillant comme préparateur, la licence ès sciences physiques. Il continue ensuite ses brillantes études à Paris. Étant successivement boursier de doctorat, boursier de recherches et préparateur, il travaille au Laboratoire de chimie physique et d'électrochimie de l'École des Hautes Études à Paris en vue de sa thèse. Celle-ci a pour objet l'étude électrométrique et spectrographique de la fonction éne-diol- α -cétonique, dont le représentant le plus important est l'acide l-ascorbique (vitamine C). Soutenue le 1er juillet 1938 devant la commission d'examen présidée par Georges Urbain, elle ouvre pour le jeune docteur ès sciences des nouvelles possibilités de recherche.

En 1939, il est requis par la mobilisation scientifique. Il contribue à la résolution de différents problèmes posés, pendant la guerre, par les services de la Défense Nationale : dosage polarographique des traces de plomb dans l'étain des couches d'étamage des bouchons à mélinité ; mise au point d'une nouvelle méthode de détection de l'oxyde de carbone dans les casemates ; préparation en continu, par voie électrochimique, de la solution de Dakin pour les hôpitaux ; etc.

En 1944, il devient assistant à Paris et, l'année suivante, conservant ce poste, il est en même temps chargé de recherches au CNRS.

La suite de sa carrière scientifique se déroule à l'Université d'Aix-Marseille où en 1949 il est nommé maître de conférences, en 1953 professeur sans chaire et en 1956 professeur titulaire. Jusqu'à son admission à la retraite, le 1er octobre 1976, il dirige un important Laboratoire de chimie minérale. Il a assuré l'enseignement de chimie à différents niveaux. Cet enseignement était toujours très apprécié par les étudiants grâce à sa clarté d'exposition. Sous sa direction ont été préparées treize thèses de doctorat d'État, sans compter les nombreux travaux de doctorat de spécialité, de doctorat d'ingénieur et de diplôme d'études supérieures.

Dans ses recherches, il s'est attaché surtout à déterminer, en fonction de la concentration et du pH, les conditions complexes d'équilibre qui régissent les transformations en solution aqueuse, entre les molécules (et les ions) monomères et polymères, d'un même composé chimique initial donné. Ce faisant, il a pu dégager des notions expérimentales entièrement nouvelles : le point isohydrique et, plus tard, le point isoligande, dont l'interprétation théorique l'a conduit à énoncer des lois riches de conséquences. Leur analyse théorique et expérimentale est actuellement en plein développement dans les travaux de ses continuateurs. Parmi les composés étudiés on peut relever aussi bien des acides minéraux tels que les acides molybdique, chromique, germanique, vanadique, borique, etc., que des acides organiques tels que l'acide formique, l'acide acétique, les diphénols, etc., ainsi que différents complexes p. ex. du cadmium. Pour obtenir la possibilité de réaliser, en mesures électrométriques, de véritables programmations, variées et souples, Georges Carpéni avec ses collaborateurs ont construit un programmeur électromécanique. Les qualités d'un dispositif, composé d'un tel programmeur, d'un jeu de seringues et d'un pH-mètre enregistreur de type commercial, le placent incontestablement à la pointe du progrès technologique en son domaine d'utilisation.

Parmi presque cent publications (notes et mémoires) de Carpéni, seul ou avec ses collaborateurs, 38, dont les deux dernières parurent après sa mort, sont consacrées aux études (surtout potentiométriques) des équilibres d'isopolycondensations, associations et complexations acido-basiques en solution aqueuse.

Par circulaire lancée le 29 octobre 1968, Georges Carpéni a fondé une Société Internationale d'Études des Interactions Soluté - Soluté - Solvant désignée par le sigle SISSS = SI_2S_3 (en anglais : ISSSI = IS_4). Ce groupe a rassemblé près de 70 membres, pour la plupart professeurs d'université, répartis dans 19 pays. La liaison entre les membres a été assurée par le Bulletin d'Information photocopié, en versions française et anglaise, rédigé de la première à la dernière lettre par Carpéni seul, avec humour, élégance du style et maîtrise de la composition. Faute de temps et à cause des difficultés techniques, le Bulletin a cessé de paraître avec le N° 12 en février 1973. En septembre 1973, Carpéni a organisé à Marseille la première réunion de SI_2S_3 . C'était plutôt une table ronde groupant une vingtaine de participants. L'échange de vues y fut très efficace et fructueux. Les réunions suivantes, en 1974 à Wépion et Louvain en Belgique et en 1976 à Wrocław et Karpacz en Pologne, ont perdu ce caractère amical et même intime et se sont transformées en grandes conférences avec plusieurs centaines de participants. Telle sera aussi la prochaine réunion, qui aura lieu en septembre 1978 à Vienne, mais malheureusement, pour la première fois, sans un exposé de Carpéni.

J'ai parlé de l'enseignement, de la recherche et de l'organisation de la vie scientifique. Mais Carpéni s'intéressait également à beaucoup d'autres domaines.

Sa grande sensibilité se traduisait, en particulier, par son amour pour la musique. Il a commencé à jouer du piano tôt et comme il était très doué, il est entré au Conservatoire de Bucarest. Il fut même remarqué au cours d'une audition par le célèbre violoniste et compositeur roumain, Georges Enescu. Carpéni donnait des leçons de piano dès l'âge de 14 ans et des concerts au cours des fêtes de son école et pendant ses études à Nancy. Puis son métier de chercheur, l'accaparant de plus en plus, il n'a pas persévéré dans l'exercice régulier du piano mais il a toujours gardé une grande passion pour la musique. Dans les dernières années de sa vie, il s'était même remis à jouer jusqu'à ce que sa santé ne le lui permit plus. Son passe-

temps favori devint alors, grâce à une installation sophistiquée, l'audition de la musique classique, souvent enregistrée par ses propres soins. Les cas où la musique aide la pensée, facilite la créativité scientifique, ne sont pas, d'ailleurs, isolés parmi les grands chimistes.

Carpéni était aussi un joueur d'échecs de qualité qui avait participé à quelques championnats.

Encore plus étonnant est que pendant plusieurs années, malgré sa santé fragile, il ait pratiqué le sport nautique.

Il faut encore mentionner que personne dans son entourage, ses collègues, collaborateurs, élèves, ne lui étaient indifférents. Il était toujours prêt à aider quiconque en avait besoin. L'auteur de ce

texte, peut témoigner, avec reconnaissance, de l'appui amical de la part de Carpéni, dans son installation à Marseille, dans des conditions difficiles.

En juin 1977, Georges Carpéni a perdu sa femme, avec laquelle il formait un couple exceptionnel. Quelques semaines plus tard, devant l'irréversibilité de ce fait tragique, lui qui dans ses recherches s'est occupé de processus réversibles, ne pouvant supporter ses souffrances physiques et morales mit fin à ses jours sur la tombe de sa femme.

La disparition de Georges Carpéni a laissé en électrochimie une place vide difficile à occuper et beaucoup de regret et d'amertume parmi ses amis.

Demandes et offres diverses

A vendre Bull. Soc. Chim. (non relié) de 1970 à 1972 inclus. M. B. Choquet, 15 résidence St-Exupéry, Sebourg, 59990 Saultain.

A vendre « Chemical Abstracts »

- 1952 à 1964 relié avec index annuels
- 1964 à 1968 relié avec ou sans index et quelques lacunes.

Écrire à Mme Szekely DGR/DOC - CEA BP 6, 92260 Fontenay-aux-Roses.

J.H. 26 ans, ing. chimiste E.N.S.C. Strasbourg 1974, lib. obl. militaires, totalisant 1 an exp. industrielle, anglais et allemand courant, cherche poste recherche/développement.

Écrire à V. Collins, 21 rue Frédéric Lemaître, 75020 Paris, tél. 366.59.09.

A vendre :

- Journal of American Chemical Society 1928-1972 (relié cuir)
- Bulletin Société Chimique de France 1920-1972 (relié), tél. 541.52.66 (p. 870)

Recherchons ingénieurs intéressés par des travaux de traductions à domicile.

Écrire à : Informascience. Service de traduction, 26 rue Boyer, 75971 Paris Cedex. Tél. 797.35.59.

Vente d'un spectromètre de masse THN 204 S

Ce spectromètre de masse est destiné à la mesure précise du rapport isotopique du bore contenu dans une solution liquide. Il est calé sur les masses 88 et 89 (ion $^{10}\text{BO}_2\text{Na}_2$ et $^{11}\text{BO}_2\text{Na}_2$). La cellule comporte une source à thermoionisation. Le spectromètre fonctionne en simple collection avec balayage du spectre par variation du champ magnétique d'un électro-aimant. Le spectre s'inscrit sur un enregistreur. Cet appareil peut être utilisé pour l'étude de composés dont les masses sont voisines de celles pour lesquels il est actuellement calé (jusqu'à $M = 120-130$).

Prix d'achat (1969) : 180 000 F environ.

Prix de cession à discuter.

Cet appareil sera remis prochainement aux

Domaines. Pour tout renseignement et visite, s'adresser à :

Mme Bauer, Laboratoire de chimie analytique (escalier F, sous-sol), 10, rue Vauquelin, Paris 5^e.

Recherche polarimètre automatique d'occasion type Perkin-Elmer ou autre marque. Écrire au journal qui transmettra (n° 248).

A vendre :

– Bulletin de la Société Chimique, 1947-1977, relié.

– Tetrahedron, 1968-1977, relié,

– Tetrahedron Letters, 1969-1977, relié. Écrire Soc. Chim. n° 249.

Docteur 3^e cycle Chimie organique ayant également une bonne formation en biochimie, 33 ans, grande expérience de laboratoire de recherche dans ces deux disciplines; cherche situation de préférence dans laboratoire de recherche ou de mise au point.

Écrire à : J.P. Lautié, 10, rue Bernard Palissy, 94000 Créteil.

Société Chimique de France

Cotisations et abonnements 1978

PERSONNES PHYSIQUES (*)

1° Cotisations

- Cotisation individuelle } F 170 (**)
- Souscription à *L'actualité chimique* }
- Cotisation complémentaire pour les couples F 25
- Changement d'adresse ou d'État civil F 10
- Supplément pour les Membres résidant à l'étranger (frais d'envoi des périodiques) F 50

2° Bulletin de la Société Chimique de France (tarif préférentiel réservé aux Membres de la Société)

- Type A (partie Chimie physique, minérale et analytique) F 85
- Type B (partie Chimie moléculaire) F 85
- Type C (ensemble des deux parties A et B) F 170 } à ajouter au montant de la cotisation

3° Journal of Chemical Research (voir fiche jointe) (prix de lancement réservé aux Membres de la Société Chimique de France, de la Chemical Society et de la Gesellschaft Deutscher Chemiker).

- Partie S (abrégés) F 100
- Partie S (abrégés) et Partie Mf (microfiches) F 350
- Partie S (abrégés) et Partie Mp (mini-impression) F 400
- Carnet(s) de 10 coupons F 120 × = F } à ajouter au montant de la cotisation

PERSONNES MORALES (Sociétés, Laboratoires, Bibliothèques) (*)

- (1) — Cotisation } France F 600
- Souscription à *L'actualité chimique* }
- Souscription au *Bulletin de la S.C.F.* (type C) } Étranger F 825

(2) — Souscription au *Journal of Chemical Research*

- Partie S, Mf et Mp F 650
- Carnet(s) de 10 coupons F 120 × = F

Cette souscription aux deux parties du J.C.R. permet, en outre, de prendre un (des) abonnement (s) supplémentaire (s) aux diverses parties de cette revue dans les conditions suivantes :

- Partie S F 150 × = F
- Partie Mf F 150 × = F
- Partie Mp F 150 × = F

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.

(**) Les étudiants de 3° cycle peuvent bénéficier d'un tarif préférentiel pendant deux ans (F 120) en joignant la copie d'un certificat de scolarité.



SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Reconnue d'utilité publique par décret du 27 novembre 1864

DEMANDE D'ADHÉSION

Je demande mon admission au titre de Membre de la Société Chimique de France.

Nom et prénom : M., Mme, Mlle * (en capitales)

Titres ou profession :

Adresse :

A le 197

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.

MM.

présentent ma candidature.

Signature du demandeur :

Signature des parrains :

- * Rayez la mention inutile.

FICHE DE CHANGEMENT D'ADRESSE POUR LES MEMBRES DE LA S.C.F. ET LES ABONNÉS A « L'ACTUALITÉ CHIMIQUE »

Remplir cette fiche uniquement si nous devons rectifier l'adresse à laquelle le *Bulletin* et *L'actualité chimique* doivent vous parvenir. A renvoyer au Secrétariat de la Société Chimique de France, 250, rue St-Jacques, 75005 Paris.

NOM

Prénom

Ancienne adresse

Nouvelle adresse

Observations

Nota : Seuls les changements d'adresses signalés à l'aide de cette fiche seront pris en considération.

Nous vous rappelons que chaque changement d'adresse doit être accompagné d'un règlement de 10 F.

**Partie réservée à la Société Chimique de France
(à ne pas remplir)**

Ancienne adresse

Ancienne référence Nouvelle référence



Cette demande d'adhésion doit être envoyée au Secrétariat de la S.C.F., 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris.

Informations S.C.I.

- 74 **Assemblée générale du 19 octobre 1977.**
Compte rendu de l'Assemblée générale ordinaire.
Rapport moral de l'exercice 1976.
- 75 **Centre de Perfectionnement Technique.**
Programmes des stages.
- Fédération Européenne du Génie Chimique.**
Symposium international sur les techniques d'agitation et de mélange dans les industries chimiques et connexes (Mons).
2^e Congrès mondial de la filtration (Londres).
- 77 **Sommaire de la revue Analisis.**

- Recueil des 37 communications présentées en conférences-affichage (en anglais),

3^e Congrès international de l'électrostatique,

20-22 avril 1977, Grenoble,

Prix du recueil : 200 F.

- Recueil des 15 communications présentées,

Colloque sur la modélisation et l'optimisation des procédés chimiques,

5-6 mai 1977, Toulouse,

Prix du recueil : 150 F.

(en voie d'épuisement).

- 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.

Assemblée générale de la S.C.I. du mercredi 19 octobre 1977

Compte rendu de l'Assemblée générale ordinaire

Le Président, après avoir constaté que 234 personnes avaient envoyé leurs pouvoirs et qu'en outre, 17 adhérents sont présents, ouvre la séance à 18 h 05.

L'Assemblée générale passe à l'examen de l'ordre du jour.

1° Il est donné lecture du procès-verbal de l'Assemblée générale du 7 décembre 1976. Le procès-verbal est adopté à l'unanimité.

2° Le Président donne lecture du rapport moral pour l'exercice 1976 figurant en annexe au présent compte rendu.

3° Le rapport financier est présenté par Monsieur R. Degain, trésorier de l'Association, qui donne lecture des comptes de l'exercice et du rapport de Monsieur J. Quille, expert-comptable désigné par l'Assemblée générale du 15 janvier 1976, comme Commissaire aux Comptes.

Après en avoir pris connaissance, l'Assemblée générale décide à l'unanimité d'approuver ces comptes qui se trouvent ainsi définitivement adoptés.*

4° Le Président, après avoir constaté que l'élévation du taux des cotisations décidé pour 1977 n'avait pas encore donné les résultats que l'on pouvait attendre, propose de maintenir les cotisations sans modification pour l'exercice 1978.

5° Le Délégué général donne connaissance de l'activité de la Société pendant l'année 1977 et du programme pour le 1^{er} semestre 1978.

6° Après l'exposé du Délégué général qui rapporte la décision prise par le Conseil, le Président met aux voix la délibération autorisant MM. Léon Denivelle, Président, et Robert Guillet, Délégué général, à procéder aux ventes de titres nominatifs faisant partie du fonds de dotation pour une valeur maximum de 400 000 F. Cette vente étant destinée à couvrir le déficit de l'exercice 1977 et devant s'échelonner sur l'exercice 1978 au fur et à mesure des besoins de trésorerie. Cette résolution est adoptée à l'unanimité des votants.

7° Le Président fait connaître que les mandats de MM. Alby, Angulo, Colombo, Echard, Fouchier, Gardent, Jouven, Meyerheim, Montet, Pannetier, Ribadeau Dumas, Schramek, Solvay, Sommer, de Vaissière, Viollet, Wingate et Winnacker viennent à expiration avec l'Assemblée générale.

Il propose la réélection de tous ceux dont les noms suivent MM. Alby, Colombo, Echard, Fouchier, Jouven, Meyerheim, Montet, Pannetier, Ribadeau Dumas, Schramek, Solvay, Sommer et Viollet.

Il soumet, en outre, la désignation de Monsieur J.P. Causse, Directeur scientifique de la Société Saint-Gobain Pont-à-Mousson, en remplacement de M. de Vaissière, celle de Monsieur Renaud Gillet, en remplacement de Monsieur E. Bizot qui avait démissionné avant l'Assemblée générale, de Monsieur Kane, président de Du Pont de Nemours Inc. Wilmington, qui a bien voulu accepter de succéder au poste de M. Wingate, enfin Monsieur Kurt Lanz, vice-président du Directoire de Farbwerke Hoechst et Président du Conseil de Surveillance de Roussel-Uclaf pour remplacer le Professeur Winnacker dont les deux mandats statutaires de Vice-Président sont expirés. Ces quatre personnalités sont élues à l'unanimité des votants.

Le Président demande ensuite à l'Assemblée de nommer administrateurs honoraires MM. Angulo et Winnacker pour les remercier des services qu'ils ont rendus à la Société de Chimie Industrielle.

L'Assemblée approuve cette proposition.

* Le bilan et le compte d'exploitation seront envoyés aux personnes qui en feront la demande.

Rapport moral de l'exercice 1976

8° Divers

Sur proposition du Président, l'Assemblée générale désigne Monsieur Jean Quille, expert-comptable, comme commissaire aux comptes pour les exercices 1977 et 1978.

Plus rien n'étant à l'ordre du jour, la séance est levée à 18 h 45.

Au cours de l'exercice 1976, votre Association a continué à organiser des manifestations sur le plan national et international et à participer à la rédaction de plusieurs publications intéressant la chimie industrielle.

Revue et bulletin

La Revue "*Informations Chimie*" éditée par la Société d'Expansion Technique et Économique (S.E.T.E.) a publié conformément aux accords passés avec l'éditeur, la plus grande partie des communications concernant le génie chimique, prononcées dans nos manifestations.

Le même éditeur a relancé également la Revue "*Parfums, Cosmétiques Arômes*" en accord avec les organisations syndicales représentant les professions intéressées.

Au cours de l'exercice 1976, nous avons mis au point avec la Société Chimique de France, la fusion de notre bulletin trimestriel avec l'organe d'information de cette Association, intitulé "*L'actualité chimique*".

Depuis le numéro de décembre 1976, ces deux bulletins fusionnés paraissent mensuellement sous le titre : "*L'actualité chimique publiée par la Société Chimique de France et la Société de Chimie Industrielle*".

Les bons résultats que nous avons enregistrés à ce sujet, ont permis un rapprochement intéressant avec la Société de Chimie Physique qui s'est associée par la suite à la publication de *L'actualité chimique* et nous apporte régulièrement son concours depuis février 1977.

De même, "*L'actualité chimique*" publie les informations qui lui sont transmises par le C.N.R.S. et qui sont de nature à intéresser tous les chimistes de France.

Enfin, sur le plan international, la qualité des articles et communications publiées par la Revue, a amené les "*Chemical Abstracts Services*" à reprendre le contenu de chaque numéro et à les publier régulièrement en anglais soit par voie de bulletin, soit dans les bandes magnétiques qui sont mises à la disposition des organismes spécialisés d'information automatisée.

Le rapport financier fait état des redevances que nous avons reçues des éditeurs au titre de la participation de notre Association à la fourniture d'articles et de documents.

Groupes spécialisés

● le Groupe "*Plastiques*" de la Société de Chimie Industrielle avait cessé depuis plusieurs années, de se réunir régulièrement. Il s'est rencontré à nouveau le 1^{er} juin 1976 et a désigné comme président d'honneur : M. le Professeur G. Champetier, Membre de l'Institut et du Conseil de la Société de Chimie Industrielle. M. Pierre Sigwalt, Professeur à la Faculté des Sciences (Université Paris VI) a été nommé Président. La principale activité de ce groupe est actuellement consacrée à l'organisation de la 5^e Conférence Européenne des Plastiques et des Caoutchoucs qui se tiendra en même temps que l'Exposition Europlastique - Eurocaoutchouc 78 du 12 au 15 juin 1978.

Ce Groupe participe également à l'organisation de la journée de la

Conférence Internationale des Arts Chimiques (6-9 décembre 1977) consacrée à la "Valorisation des déchets plastiques", sous la présidence de M. Paul Viollet, Président du Syndicat Professionnel et débutera par une conférence du Professeur Constant Wippler de Strasbourg.

- le nouveau Groupe "Informatique et Automatique en Génie Chimique", présidé par le Professeur Henry Brusset, a tenu plusieurs réunions au cours de l'année et travaille actuellement à la mise sur pied du Congrès International : "Contribution des calculateurs électroniques au développement du génie chimique et de la chimie industrielle" qui se tiendra à Paris du 7 au 10 mars 1978. Ce congrès succède à celui qui avait été organisé en avril 1973, à Paris, et avait réuni plus de 650 personnes.

- le Groupe "Énergie Nucléaire" a tenu deux réunions : le 21 janvier, avec une conférence de J.F. Saglio sur "L'effet des Centrales Nucléaires sur l'Environnement" le 8 avril, avec un voyage à Limoges où il a participé à la visite des installations de Bessine et de La Crozille.

- le Groupe "Génie Chimique", sous la présidence du Professeur H. Gardy a préparé le Congrès franco-américain de Valley Forge et deux manifestations prévues pour 1977 : Colloque "Modélisation et Optimisation des Procédés chimiques" tenu les 5 et 6 mai 1977 à Toulouse. Conférence Internationale des Arts Chimiques qui doit avoir lieu au CNIT, du 6 au 9 décembre 1977.

Manifestations et réunions de la Société

- 5 et 6 février : Colloque "L'informatique au service de l'industrie chimique", Maison de la Chimie, Paris.

- 26 mars : Journée sur les "Chemical Abstracts et le génie chimique" organisée en collaboration avec l'AFDAC.

- 9 et 10 juin : Journées d'informatique organisées par le Groupe "Centre-Est" à l'INSA (Lyon-Villeurbanne)

- 21 au 25 juin : Participation au Rassemblement Européen des Arts Chimiques à l'ACHEMA de Francfort.

- 28-30 juin : Participation au Congrès international de génie chimique d'Amsterdam au cours duquel s'est tenue également l'Assemblée Générale de la Fédération Européenne du Génie Chimique.

- La plus importante manifestation de l'année a été sans conteste, le Congrès franco-américain de Chimie Industrielle qui s'est déroulé du 18 au 22 octobre 1976 à Valley Forge (Pennsylvanie), à l'occasion du 200^e anniversaire de l'Indépendance des États-Unis. La branche américaine de notre Association a participé très activement à l'organisation de ce congrès qui a obtenu un succès d'autant plus remarqué qu'il a été la seule manifestation scientifique tenue

aux États-Unis par une société savante française dans le cadre des fêtes du Bicentenaire.

Notre branche américaine nous a signalé que les suites de ce congrès continuaient à s'exercer de façon favorable aux États-Unis et que ses réunions mensuelles régulières en ont largement profité.

- Enfin, les 16 et 17 novembre 1976, nous avons participé à l'organisation des Journées de "Filtration et de séparation" placées sous l'égide de la Société Française de Filtration avec le patronage de la Fédération Européenne du Génie Chimique.

Fédérations européennes

Notre Association continue à assurer le secrétariat général pour les pays latins et méditerranéens de la Fédération Européenne du Génie Chimique et de celle de Corrosion.

Un certain nombre de groupes de travail de ces Fédérations sont présidés ou animés par des délégués français, notamment pour la première :

- "Calculs de Routine et Emploi des Calculateurs électroniques en Génie Chimique" présidé par le Professeur H. Brusset assisté de M. Dominique Depeyre.

- "Filtration" présidé par M. Guy Marie assisté de M. Leclerc (ENSIC de Nancy).

- "Hydrogène à partir de l'eau" : Président : M. Plenard, L'Air Liquide, assisté de M. Beghi (Ispra).

Pour la Fédération de Corrosion :

- "Influence de l'État de Surface sur la Corrosion" : Président Professeur J. Talbot, École Nationale Supérieure de Chimie de Paris.

- "Corrosion Nucléaire" : Président : H. Coriou, Commissariat à l'Énergie Atomique.

- "Méthodes d'Essais Physico-Chimiques de Corrosion" : Le groupe est présidé par le Dr. Grauer et le secrétariat est assuré par la Branche belge de la Société de Chimie Industrielle.

Technologie biologique

Une enquête est actuellement en cours pour la constitution d'une "Fédération Européenne de Technologie Biologique" qui serait construite sur le même modèle que les deux précédentes Fédérations.

Les importants travaux qui ont été réalisés en micro-biologie industrielle et le développement qui est attendu dans le domaine technologique paraissent justifier la création d'une Fédération dont les objectifs se rattachent de près à ceux de la Fédération Européenne du Génie Chimique.

Il est possible qu'une réunion constitutive puisse se tenir dans l'année 1978. Les personnalités et associations intéressées sont tenues au courant. Plusieurs réunions ont déjà eu lieu au siège de notre Société et ont permis de déceler un vaste courant d'intérêt dans différentes branches des industries chimique, parachimique et agroalimentaire.

Centre de Perfectionnement Technique

(Organisme de formation continue de la Société de Chimie Industrielle)

Programmes des stages

Stages d'étude des problèmes de l'eau

Le Centre de Perfectionnement Technique (C.P.T.) organise, en collaboration avec le Service des Problèmes de l'eau (Ministère de la Culture et de l'Environnement) et l'Institut National de la Recherche Appliquée (IRChA), pour la 7^e année, des stages d'étude des problèmes de l'eau. Ces stages sont destinés aux ingénieurs et cadres de l'industrie et des organismes et services publics ou privés. Ils auront lieu à la Maison des Ingénieurs E.T.P., 6, rue Vital 75016 Paris, aux dates suivantes :

13-17 mars 1978, 1^{er} stage : Les pollutions de l'eau, généralités.

25-27 avril 1978, 2^e stage : Aperçu sur la pollution des eaux dans les diverses industries.

22-25 mai 1978, 3^e stage : Législation, réglementation.

25-29 septembre et 23-27 octobre 1978, 4^e stage : Traitement et épuration des eaux (10 journées).

Ces stages sont agréés par les Commission Paritaire Nationale Professionnelle de l'Emploi de l'Industrie du Pétrole (Union des Chambres Syndicales de l'Industrie du Pétrole) et celle de l'Industrie Chimique (Union des Industries Chimiques).

Stages complémentaires d'étude des problèmes de l'eau

En 1978, ces stages sont organisés en collaboration directe avec les Agences Financières de Bassin dont le thème sera la présentation des programmes d'intervention 1977-1981.

31 janvier - 2 février 1978 : Agence Seine-Normandie. Le stage aura

lieu à la Maison des Ingénieurs E.T.P., 6, rue Vital, 75016 Paris.
17-19 mai 1978 : Agence Rhône-Méditerranée, à Lyon.
30 mai - 1^{er} juin 1978 : Agence Loire-Bretagne, à Limoges.
Date à préciser : Agence Adour-Garonne, à Bordeaux.

Stage de formation générale en chimie élémentaire

Ce stage de formation permanente pour agents techniques est organisé sous le patronage de la Société de Chimie Industrielle. L'ensemble des notions de chimie élémentaire sera donné en trois semaines non consécutives :

3 au 7 avril 1978 : Lois générales de la chimie.

8 au 12 mai 1978 : Chimie minérale.

5 au 9 juin 1978 : Chimie analytique. Techniques. Matériaux. Ce stage est agréé par la Commission Paritaire de l'Emploi des Industries Chimiques. Il aura lieu à la Maison des Ingénieurs E.T.P., 6, rue Vital, 75016 Paris.

Stages d'étude de la corrosion

Le Centre de Perfectionnement Technique et le Comité pour l'Enseignement de la Lutte Contre la Corrosion, avec la collaboration du Centre Français de la Corrosion, organisent en 1978 deux stages d'étude de la corrosion.

du 16 au 20 janvier et du 13 au 17 février 1978 : Les facteurs de corrosion. Comportement des métaux et alliages.

Du 13 au 17 mars et du 17 au 21 avril 1978 : La protection contre la corrosion. Traitement de surfaces. Les revêtements métalliques. Le troisième stage sur la protection contre la corrosion par les peintures, vernis et plastiques n'aura pas lieu en 1978. Il sera repris en 1979, profondément remanié.

Les stages auront lieu à la Maison des Ingénieurs E.T.P., 6, rue Vital, 75016 Paris.

Ce programme est agréé par la Commission Paritaire Nationale Professionnelle de l'Emploi de l'Industrie du Pétrole (Union des Chambres Syndicales de l'Industrie du Pétrole) et celle de l'Industrie Chimique (Union des Industries Chimiques).

II^e stage d'étude de la pollution atmosphérique

Le Centre de Perfectionnement Technique organise avec la collaboration du Service des Problèmes de l'atmosphère (ministère de la

Culture et de l'Environnement) et celles du Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris et du Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris, un 2^e stage d'étude de la pollution atmosphérique. Il est destiné aux ingénieurs et techniciens.

3-7 avril 1978 : Généralités; les sources de la pollution atmosphérique; les effets de la pollution atmosphérique.

8-12 mai 1978 : Les polluants atmosphériques; détection, dosage, élimination.

5-9 juin 1978 : Législation, réglementation. Aperçu des problèmes de pollution atmosphérique dans les différentes industries.

Ce stage qui est agréé notamment par la Commission Nationale Paritaire des Industries Chimiques, se tiendra à la Maison des Ingénieurs E.T.P., 6, rue Vital, 75016 Paris.

Stage de formation permanente : Du bon usage de l'énergie

Ce stage est placé sous le patronage de la Délégation Générale à l'Énergie et l'Institut Français des Combustibles et de l'Énergie. Il est destiné aux ingénieurs et assimilés.

20-23 mars 1978 : Du bon usage de l'énergie.

Une visite des installations de climatisation du siège social de la S.E.R.E.T.E. pourra être organisée le jeudi 23 après-midi pour les stagiaires qui en feront la demande.

Le stage aura lieu à la Maison de Ingénieurs E.T.P., 6, rue Vital, 75016 Paris.

Stage de prévention des accidents. Sécurité. Étude des conditions de travail

Ce stage de formation permanente pour ingénieurs et assimilés aura lieu à la Maison des Ingénieurs E.T.P., 6, rue Vital, 75016 Paris.

6-10 février 1978 : Prévention des accidents. Sécurité.

6-10 mars 1978 : Étude des conditions de travail.

Pour tous renseignements et inscriptions, s'adresser au Centre de Perfectionnement Technique, 9, avenue Alexandre-Maistrasse, 92500 Rueil-Malmaison. Tél. : 749.79.13.

Fédération Européenne du Génie Chimique

Symposium international de génie chimique : les techniques d'agitation et de mélange dans les industries chimiques et connexes

21-24 février 1978, Mons (Belgique)

Le Symposium international de génie chimique sur "les techniques d'agitation et de mélange dans les industries chimiques et connexes" qui se tiendra à la Faculté Polytechnique de Mons, en Belgique, du 21 au 24 février 1978, est placé sous le patronage de la Fédération Européenne du Génie Chimique, de la Branche Belge de la Société de Chimie Industrielle, de la Société Royale Belge des Ingénieurs et des Industriels, de la Société Belge des Mécaniciens et de l'Association des Ingénieurs de la Faculté Polytechnique de Mons.

Les thèmes des quatre journées seront :

● Caractérisation et modèles d'écoulement de solutions de liquides miscibles, peu ou très visqueux, newtoniens ou non, dans des cuves munies d'agitateurs.

● Agitation des systèmes liquide-solide.

(Visite d'une exposition de matériel technique et scientifique organisée dans les locaux de la Faculté.)

● Agitation des systèmes gaz-liquide (mobile immergé ou aérateur de surface).

● Mélange des matières pulvérulentes ou granuleuses. Mélangeurs statiques.

Les sujets traités rejoindront non seulement les préoccupations de l'industrie chimique mais aussi celles des industries métallurgiques, cimentières, céramiques,... ainsi que certaines techniques mises en œuvre dans l'épuration des eaux résiduaires.

Pour tous renseignements s'adresser à M. Marc Bruxelmane, Professeur associé, Laboratoire de génie chimique, Faculté Polytechnique de Mons, rue de l'Épargne, 7000 Mons.

2^e Congrès mondial de la filtration

18-20 septembre 1979, Londres

La "Filtration Society" organisera, aux mêmes dates que Filtech 79, le 2^e Congrès mondial de la filtration. Cette importante manifestation, placée sous le patronage de la Fédération Européenne du Génie Chimique, aura lieu à Londres. Elle fait suite au 1^{er} Congrès mondial de la filtration qui s'est tenu à Paris du 14 au 17 mai 1974 et qui était organisée par la Société de Chimie Industrielle, l'Association Nationale de la Recherche Technique, la Société Française de Filtration, et le groupe Filtration de la Fédération Européenne du Génie Chimique.

Pour tous renseignements, s'adresser à Mr. Norris, Filtration Society, 1, Katharine Street, Croydon CR9 1LB, Angleterre.

Sommaire de la revue **Analisis**

Vol. 5, n° 8, octobre 1977

Méthode de caractérisation et de dosage de la fonction thiocétone, par J.L. Burgot.

Cette revue est essentiellement consacrée aux thiocétones aliphatiques, aromatiques et éthyléniques, avec mention des propriétés correspondantes des thioaldéhydes lorsqu'elles sont connues. Après un rappel de quelques propriétés particulières, est envisagée la caractérisation par des méthodes stroboscopiques puis par des méthodes chimiques; on termine par le dosage des thiocétones.

Profils d'implantation à haute énergie de bore dans le silicium et l'arséniure de gallium, d'arsenic dans le silicium, par microanalyse ionique, par M. Gauneau. L'analyseur décrit ici est l'adaptation d'une source à émission ionique secondaire sur un spectrographe de masse Mattauch-Herzog. La source primaire procède à l'érosion de l'échantillon par déplacement d'un faisceau d'ions de petit diamètre (10 μm).

Dosage de traces de mercure dans les eaux par spectrométrie X après concentration sur papier échangeur d'ions, par P. Clechet, G. Eschallier, C. Rampon, C. Vallouy.

Les auteurs précisent les conditions de rétention des ions mercuriques sur du papier anionique type SB2 en milieu chlorhydrique et de leur dosage ultérieur par fluorescence X. Ce procédé de concentration exploite l'affinité de la résine IRA 400, dont ce papier est chargé, pour les complexes chlorures de mercure divalent et l'absence de formation de complexes stables entre les ions chlorures et les ions alcalins et alcalino-terreux, ce qui évite la fixation de ces derniers sur la résine lors de la filtration.

Analyse des oxydes d'azote par chromatographie en phase gazeuse, par J. Amouroux, D. Rapakoulias, A. Saint-Yriex.

La séparation des oxydes d'azote est obtenue par l'emploi d'une colonne de PTFE spécialement traitée, et la détection est assurée par l'utilisation d'un détecteur à ionisation de flamme. Pour le mélange oxydes d'azote-air, la séparation complète a été réalisée avec deux colonnes montées en série (PTFE et tamis moléculaire 13 X) sur un détecteur à conductibilité thermique.

L'hémihydrate de phénol, solvant de protométrie des bases organiques. Propriétés physiques du solvant, par D. Bayloq, G. Hazebroucq, F. Pellerin.

Les mesures de constante diélectrique, de conductivité et l'indice de réfraction décrites ont mis en évidence l'existence d'un complexe π entre deux molécules de phénol et une molécule d'eau.

Détermination spectrophotométrique des constantes d'acidité d'orthoanisamides substituées, par M. Hanocq, M. Van Damme, R. Hanus, L. Molle.

Il a été fait appel à une méthode numérique originale (fonction de coût minimisée par la méthode du complexe) permettant soit de pallier un effet de chevauchement, soit de corriger des effets de milieu.

Analyse de fluorescence de rayons X des minerais et agglomérés de fer lorrains avec correction des effets interéléments et de la perte au feu, par J. Giroud, J.C. Lampert, A. Lallier.

L'application d'un modèle mathématique de correction des effets interéléments permet l'analyse précise par fluorescence de rayons X des minerais et agglomérés lorrains à l'aide d'une droite d'étalonnage unique. Cette méthode est susceptible de s'adapter à beaucoup de produits minéraux sidérurgiques.

Table des annonceurs

APV	Couv. II
CEA	4
J.C.R.	Couv. IV

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

à votre service

Si vous désirez
un abonnement supplémentaire

ou vous abonner
à votre adresse **personnelle**,

veuillez remettre ce bulletin
à votre libraire,

ou retournez-le,
avec votre paiement, à

*Please return this order
to your usual subscription agent,
or mail it, with your payment to :*

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Service Abonnements
250, rue Saint-Jacques
75005 PARIS - FRANCE

Bulletin d'abonnement 1978

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

1 AN - 10 NUMÉROS

France et zone franc **150 F**
Autres pays / other countries **220 F**

Je désire souscrire un abonnement
à L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

Nom, prénom/Name, surname

Organisme/Organization

Adresse/Address

Date

Signature

Je vous règle la somme de

- Mandat
 C.C.P. (joindre les 3 volets)
 Chèque

F par :

- Please find enclosed the sum of :**
 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

Please enter the reference



sur votre chèque, virement ou mandat

on your cheque or order

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

à votre service

Si vous désirez
un abonnement supplémentaire

ou vous abonner
à votre adresse **personnelle**,

veuillez remettre ce bulletin
à votre libraire,

ou retournez-le,
avec votre paiement, à

*Please return this order
to your usual subscription agent,
or mail it, with your payment to :*

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Service Abonnements
250, rue Saint-Jacques
75005 PARIS - FRANCE

Bulletin d'abonnement 1978

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

1 AN - 10 NUMÉROS

France et zone franc **150 F**
Autres pays / other countries **220 F**

Je désire souscrire un abonnement
à L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

Nom, prénom/Name, surname

Organisme/Organization

Adresse/Address

Date

Signature

Je vous règle la somme de

- Mandat
 C.C.P. (joindre les 3 volets)
 Chèque

F par :

- Please find enclosed the sum of :**
 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

Please enter the reference



sur votre chèque, virement ou mandat

on your cheque or order

à découper



Timbre

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

Service Abonnements

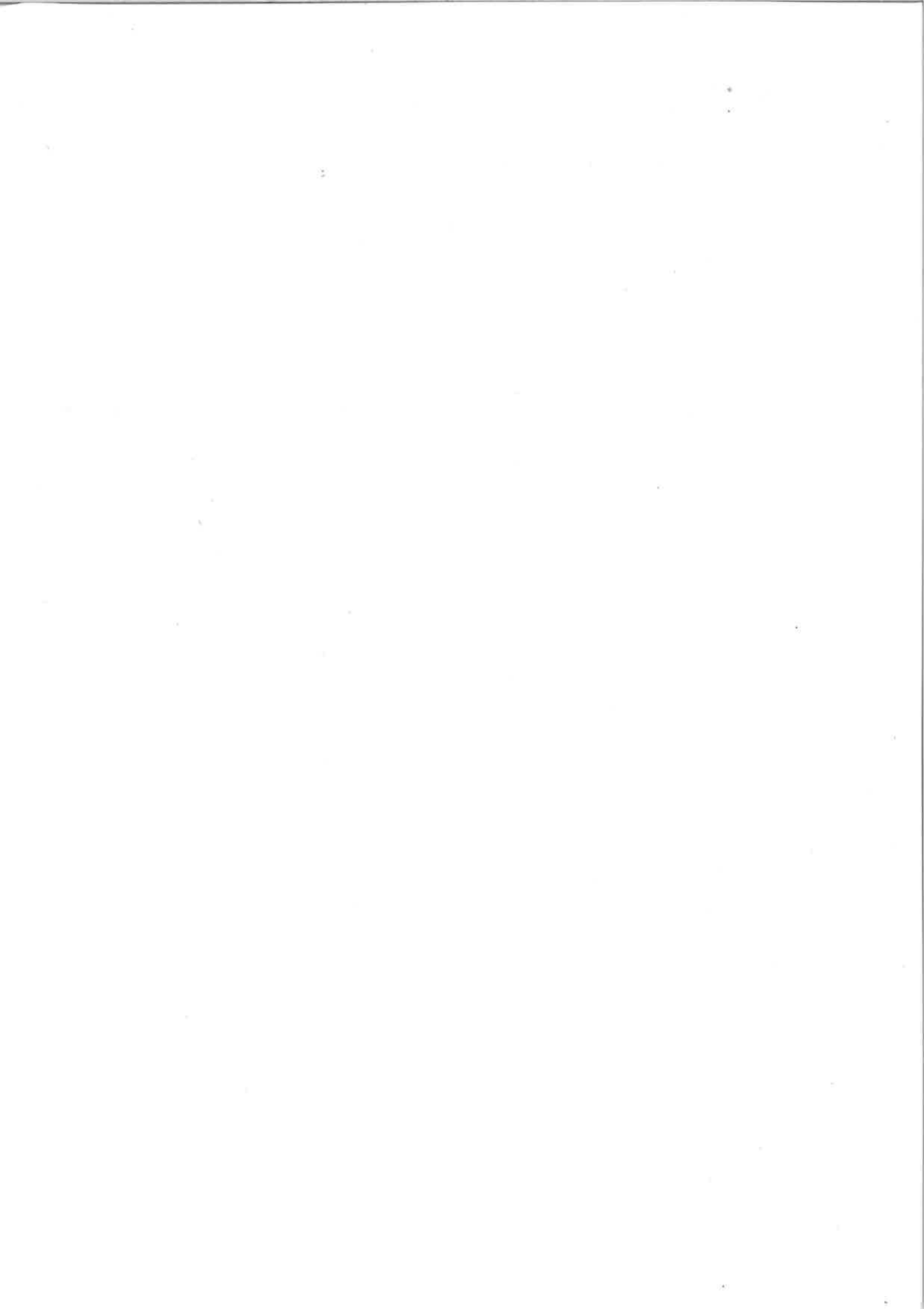
250, rue Saint-Jacques
75005 PARIS

Timbre

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

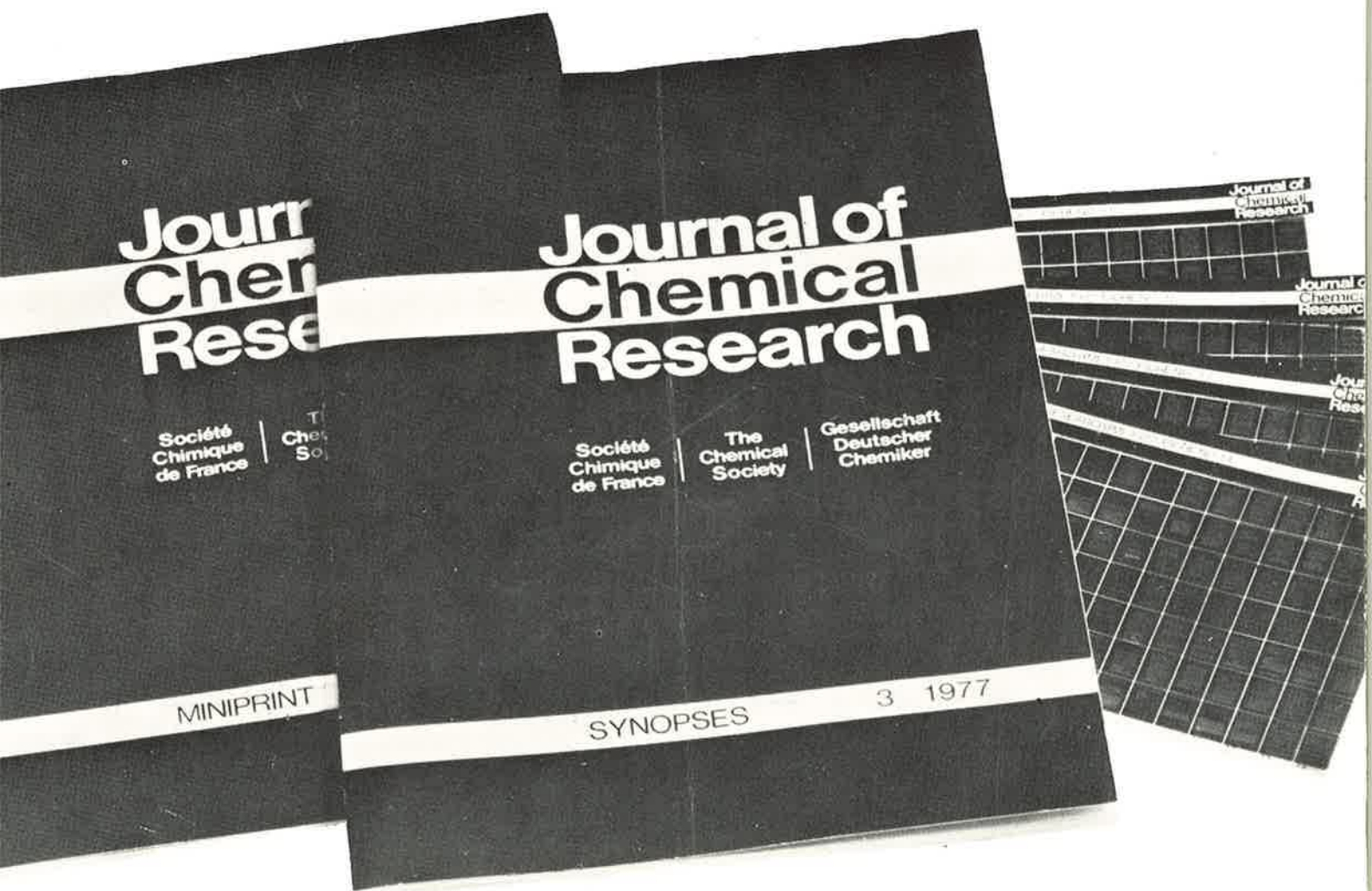
Service Abonnements

250, rue Saint-Jacques
75005 PARIS



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