

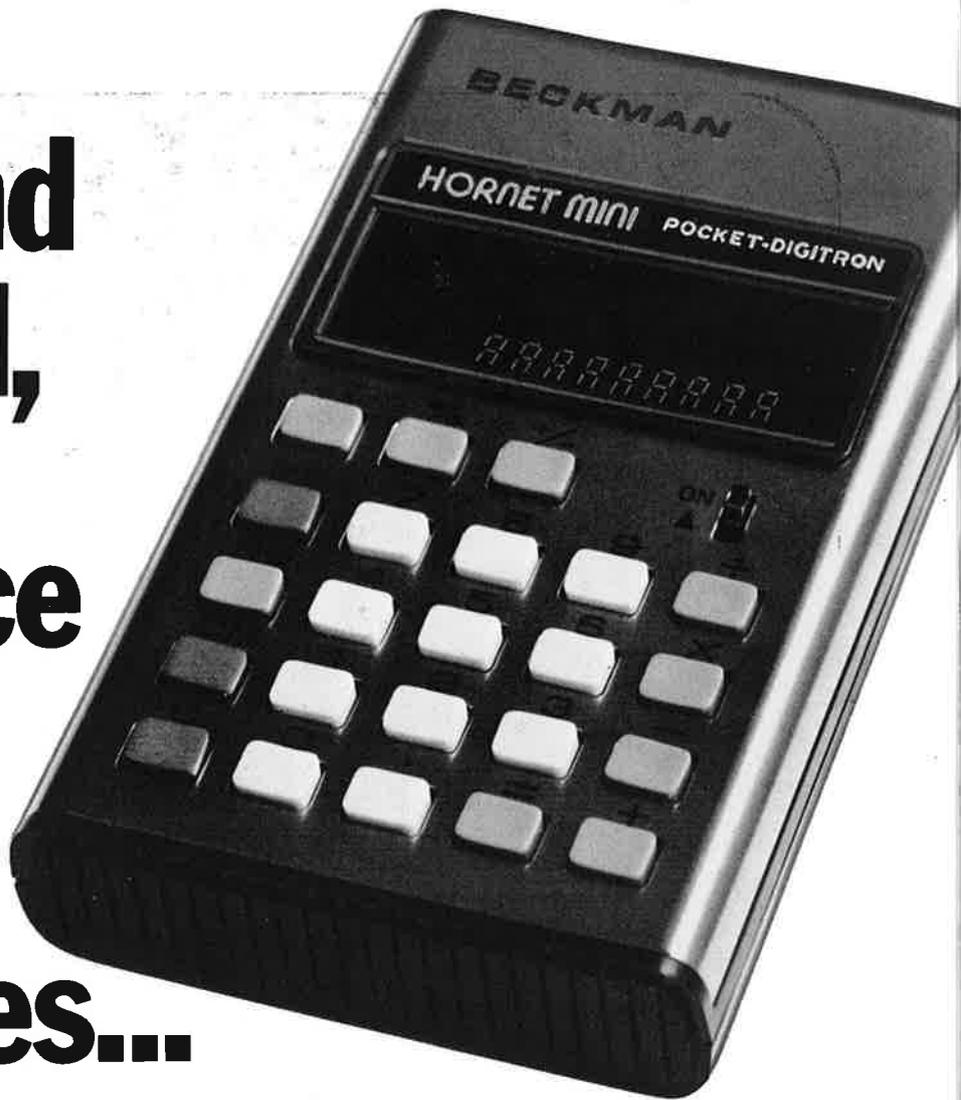
l'actualité chimique

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

Octobre

1977

sur le stand BECKMAN, une calculatrice de poche toutes les 2 heures...



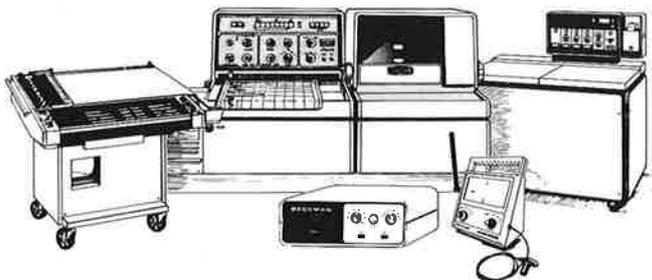
DES APPAREILS NOUVEAUX DANS TOUS LES DOMAINES :

- centrifugation
- comptage gamma, scintillation liquide
- spectrophotométrie
- électrochimie
- chimie clinique
- cardio-pulmonaire

un département complet de Fournitures Accessoires Consommables (le F.A.C.)

de nouveaux services mis à votre disposition.
Venez nous voir nous serons heureux de vous renseigner.

Un tirage au sort* des coupons-réponse ci-dessous dûment complétés et déposés par vos soins dans une urne sera effectué toutes les 2 heures sur notre stand.
Seuls seront pris en compte les coupons-réponse mentionnant le nom d'un établissement ou d'un laboratoire avec l'adresse complète, le nom et la qualification du responsable.
La liste des gagnants sera affichée tous les jours sur notre stand.



SALON du LABORATOIRE du 29 nov. au 3 déc 77.

Porte de Versailles
Stand E13 BECKMAN

BECKMAN® 52-54, CHEMIN DES BOURDONS 93220 GAGNY
TEL. : 927 77 77 Télex : 691 921

La qualité technique au service de la qualité de la vie.

Madame/Monsieur _____ Ets _____ tél. _____ poste _____

Adresse _____

Attention : ne pas renvoyer ce coupon mais le déposer dans l'urne sur le stand BECKMAN.

* Ce tirage au sort n'entraîne aucune obligation d'achat.

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 1977

(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 80 F à cette revue.

Non-membres

France, Europe, 120 F
Afrique du Nord : 120 F
Autres pays (envoi par avion) : 180 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 12 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**

INTERCHIMIE 77

exposition internationale des procédés et matériels
de génie chimique

5-10
Décembre
1977



C.N.I.T.
PARIS
La Défense

La clé de votre stratégie

- *de ventes*
- *d'études*
- *d'investissements*

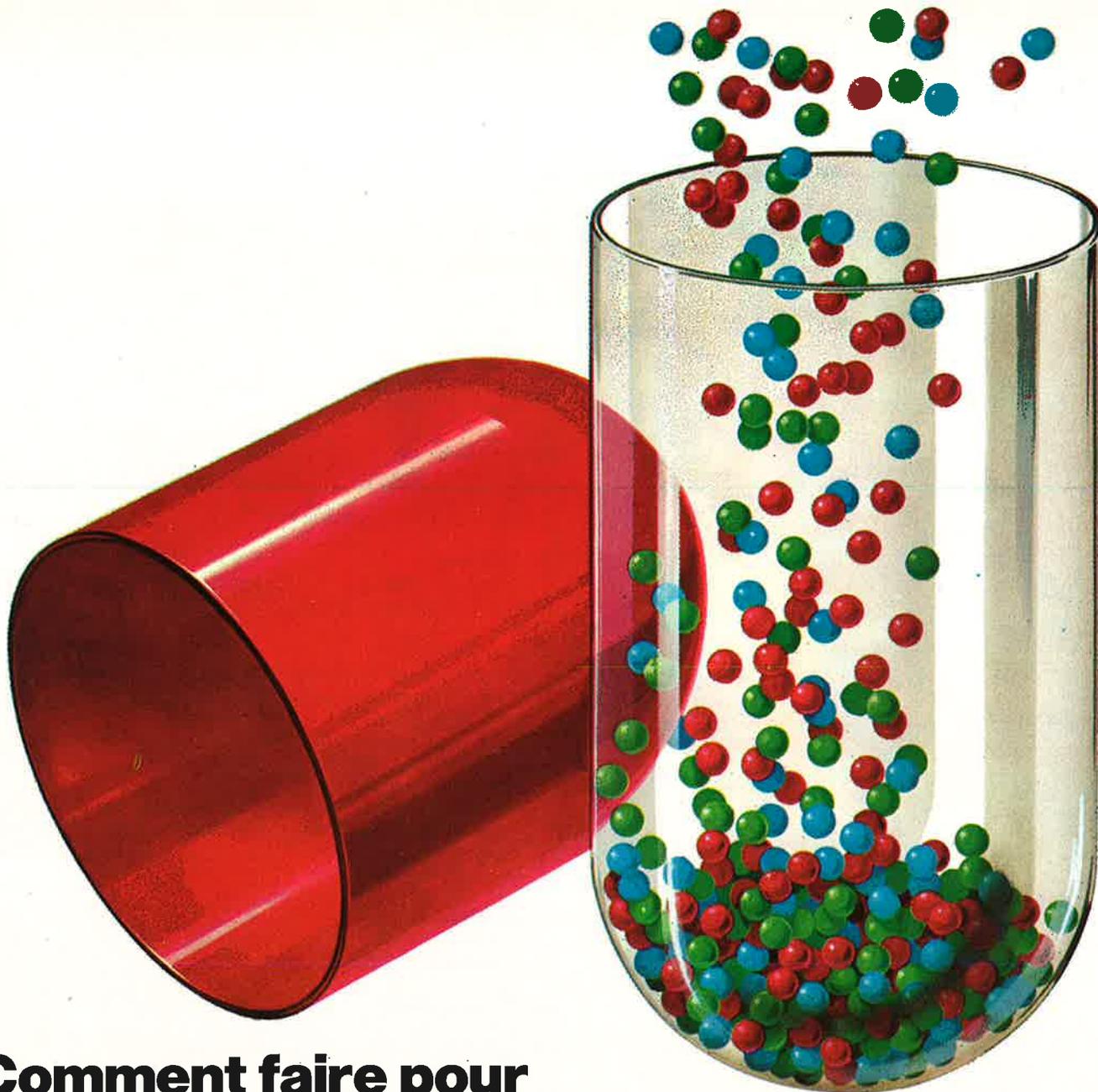
*au moment où le génie chimique connaît
un nouvel essor*

Renseignements :

SEPIC-INTERCHIMIE 40, rue du Colisée 75008 Paris - Tél. 225.37.76 - Télex SEPIC 640 450 F

- 7 Faisons le point**
La chimie des parfums (1^{re} partie)
par Paul Teisseire
- 20 La chimie et la vie**
Adénine arabinoside : un grand succès de la chimiothérapie antivirale
par Michel Privat de Garilhe
- 23 Industrie**
L'industrie chimique et la corrosion
par A. Férat et H. Mazille
- 28 Enseignement**
Opposition et complémentarité des notions d'orbitales moléculaires localisées et délocalisées. Quelques aspects pédagogiques
par Roland Lissillour
Allocution prononcée à la cérémonie du 20^e anniversaire de l'ESCOM, 3 juin 1977
par Dominique Magnant
Le Guide pédagogique de l'Organisation Mondiale de la Santé et les enseignements de chimie dans la formation médicale en France
par Pierre Belin
- 39 Bibliographie**
- 43 Appareils**
- 46 Communiqués**
- 51 Informations scientifiques et techniques**
- 62 La page du C.N.R.S.**
- 64 Informations S.C.F.**
Nécrologie
Réunions
Communiqués
Plis cachetés
Demandes et offres diverses
Sommaires des fascicules Mai-Juin 1977 du B.S.C.F.
- 73 Informations S.C.I.**
11^e Conférence internationale des Arts Chimiques
Congrès international, 7-10 mars 1978, à Paris
Colloque de Saint-Étienne, 19-21 avril 1978
5^e Conférence européenne des plastiques et caoutchoucs
Cérémonie à la mémoire du Professeur Maurice Letort
Fédération Européenne du Génie Chimique
Fédération Européenne de la Corrosion
- 78 Table des annonceurs**
- 79 Bulletin d'abonnement**

Publication analysée par Chemical Abstracts Service.



Comment faire pour accélérer les mélanges d'après formule?

Pour que vous puissiez réaliser vos mélanges plus vite et sans erreurs, Mettler a mis au point les balances électroniques PL301 et PL3001. Elles calculent en permanence le poids total des substances pesées. Sur une simple pression du doigt, vous obtenez le total intermédiaire autant de fois que vous le voulez. Et si vous avez à interrompre votre mélange, vous le reprenez ensuite sans besoin du moindre calcul. — Tous nos produits, balances



comme instruments d'analyse, sont le fruit d'un dialogue soutenu avec les usagers, d'efforts de recherche poussés, et d'une prise de conscience des besoins d'autrui. C'est dans ce contexte de fructueuse collaboration que nous assurons des prestations en tous points satisfaisantes, que nous donnons la meilleure réponse à chacune de vos questions. Mettler: des instruments et des hommes qui méritent votre confiance.

Mettler connaît la réponse.

Mettler

Balances et systèmes de pesage électronique · Instruments thermoanalytiques · Systèmes de titrage automatiques · Automatisation des laboratoires
A.C.-8-77

sofranie

Département Appareils Scientifiques · Services commerciaux et après-vente
2, rue Pocard Prolongée · F-92300 Levallois Perret · Téléphone 757-42-01
(Mettler Instrumente AG, CH-8606 Greifensee-Zurich, Suisse).

Salon du Laboratoire - Porte de Versailles du 29 novembre au 3 décembre 1977 - Bât. 1/2 - stand : J-15-8-7.

La chimie des parfums (1^{re} partie)

par Paul Teisseire

(Centre de recherche S. A. Roure - Bertrand - Dupont,
B. P. 06 332, Grasse).



A ses origines, l'industrie de la parfumerie était exclusivement basée sur l'utilisation des produits naturels végétaux et animaux. Vers la fin du XIX^e siècle, avec le grand développement de la chimie organique, est née une industrie de la parfumerie de synthèse. Jusqu'au début du XX^e siècle, les produits de synthèse étaient presque tous constitués par des dérivés de la chimie organique aromatique.

Bien qu'ayant beaucoup évolué depuis cette époque, ces deux activités de la parfumerie se sont développées harmonieusement jusqu'à nos jours.

Produits naturels

Les matières premières naturelles utilisées par la parfumerie sont constituées, principalement, par les «huiles essentielles», les «essences concrètes ou absolues» et les «résinoïdes».

Les huiles essentielles sont les produits résultant de l'entraînement à la vapeur d'eau de matériaux végétaux, ces derniers pouvant être des fleurs, des fruits, des feuilles, des racines, des rhizomes, des graines.

Une autre variété importante d'huiles essentielles résulte de l'expression des écorces de fruits d'agrumes : citrons, oranges douces, oranges amères, mandarines, bergamotes.

Les essences concrètes sont le résultat de l'extraction par les solvants volatils de certains matériaux végétaux, généralement constitués par les fleurs (Jasmin, Rose, Tubéreuse, Oranger, Narcisse, Mimosa, Genêt, Réséda, etc, etc...), parfois, la totalité de la partie aérienne est traitée (Lavande, Lavandin, Sauge sclarée...).

Les solvants utilisés dans cette opération sont des carbures aliphatiques : butane, pentane et surtout hexane, ou des carbures aromatiques et presque exclusivement le benzène privé des traces de thiophène qu'il renferme très souvent. En revanche, les solvants chlorés sont très rarement utilisés.

L'extraction s'effectue généralement à la température ordinaire, quelquefois au voisinage de 0 °C.

Le terme d'essence concrète a évolué au cours du temps ; avant le développement de l'industrie pétrolière et la naissance des produits d'extraction par les solvants volatils, ce terme désignait les produits résultant du traitement des fleurs par les corps gras. C'était l'opération appelée «enfleurage». Ce dernier pouvait s'opérer à la température ordinaire ou à chaud. Les produits les plus importants étaient obtenus à la température ordinaire et s'appelaient «Concrètes des pommades» ; ils étaient donc constitués par le mélange du corps gras et du parfum. Seules les fleurs qui continuaient à exhiler leur parfum après être coupées étaient susceptibles de ce traitement, c'était notamment le cas de la fleur de Jasmin, de Tubéreuse, de Rose et d'Oranger.

Ces «Concrètes des pommades» étaient difficilement utilisables dans les compositions parfumées, aussi a-t-on assez rapidement envisagé



Alambic de distillation à la vapeur d'eau pour l'obtention des huiles essentielles. Sur la gauche de la photo, un récipient du «type Florentin» pour la séparation de l'huile essentielle et de l'eau d'entraînement.

d'en extraire le parfum à l'aide de l'alcool (dans lequel les corps gras sont très peu solubles). On obtenait ainsi des «lavages de pommades». Ces derniers ne se prêtaient guère mieux que les concrètes à des transactions commerciales consistant à faire voyager des solutions alcooliques, avec tous les inconvénients que les «textes napoléoniens» sur l'alcool appportaient.

Afin de palier à ces divers inconvénients, les industriels Grassois ont dû progressivement remplacer ces lavages alcooliques par les produits obtenus après distillation de l'alcool. On obtenait ainsi des «absolues des pommades».

Par la suite, ces traitements ont été appliqués aux essences concrètes provenant de l'extraction par les solvants volatils. On obtient ainsi des «essences absolues».

Les produits résultant de l'opération d'enfleurage, exigeant une main d'œuvre considérable, ont pratiquement disparu du marché de la parfumerie au profit des produits d'extraction par les solvants volatils. Ces produits ont été pendant longtemps le monopole de l'industrie grassoise. Malheureusement, le coût de plus en plus élevé de la main d'œuvre a amené, au cours des vingt dernières années, un déplacement très important de cette activité vers des pays à main d'œuvre bon marché, tels que ceux d'Afrique du Nord, de l'Egypte, de la Bulgarie, de la Turquie par exemple.

A cet égard, les exemples du Jasmin et de la Fleur d'Oranger récoltés à Grasse sont particulièrement significatifs. C'est ainsi qu'en 1925, la récolte de fleurs de Jasmin était d'environ 1000 tonnes, quarante ans plus tard, en 1965, elle atteignait péniblement 300 tonnes, en 1975, elle n'était plus que de 190 tonnes.

En ce qui concerne la fleur d'Oranger, la récolte de 1925 était de l'ordre de 1600 tonnes, alors qu'elle n'atteignait que 450 tonnes en 1965 ; en 1975, elle n'était plus que de 240 tonnes. Le tableau ci-dessous exprimant en pourcentages les chiffres ci-dessus, montre que la diminution est pratiquement identique pour les deux produits.

Années	Jasmin	Orange
1925	100 %	100 %
1965	30 %	28 %
1975	19 %	15 %

Il est toutefois intéressant de noter que la production totale de concrètes est sensiblement constante depuis les 50 dernières années, peut-être même en légère augmentation.

Les résinoïdes résultent de l'extraction par les solvants volatils de matériaux végétaux secs. Les principaux sont les lichens, appelés

trivialement «mousses» de Chêne ou «mousses» d'arbre (de Pin ou de Sapin), les gommes telles que celles de labdanum, d'encens, de galbanum, de myrrhe, de styrax, d'oppononax, ... Certains de ces matériaux sont d'ailleurs susceptibles de fournir des huiles essentielles. Ces résinoïdes peuvent également être traités par l'alcool, au même titre que les essences concrètes ; on obtient ainsi des «résinoïdes lavés».

De leur côté, les produits animaux dont les quatre plus importants sont le musc, l'ambre, la civette et le castoréum, sont généralement traités directement par l'alcool. On obtient ainsi des produits appelés commercialement absolues, teintures, infusions ou concentrés d'infusion. Toutefois, le prix de plus en plus élevé de ces matières premières animales conduit progressivement à leur disparition au profit de produits de synthèse dont nous aurons l'occasion de parler plus loin.

Toutes ces essences absolues, et exceptionnellement quelques essences concrètes, sont utilisées pour la réalisation de compositions parfumées et, souvent en raison de leurs prix très élevés, dans la réalisation des parfums de luxe, généralement appelés «parfums couture». De leur côté, les résinoïdes dont les prix sont plus modérés sont souvent utilisés dans le parfumage des savons.

Il n'en est pas exactement de même pour les huiles essentielles. D'abord, leur nombre est beaucoup plus élevé ; on connaît en effet plusieurs milliers d'huiles essentielles, toutefois deux ou trois cents d'entre elles seulement font l'objet de transactions commerciales.

Parmi ces dernières, une vingtaine environ ont une importante utilisation industrielle.

Avant tout, certaines de ces huiles essentielles sont utilisées afin d'en isoler des produits définis que l'on appelle couramment des «isolés». C'est ainsi qu'un linalol pratiquement inactif peut être isolé de l'essence de Bois de Rose du Brésil qui en renferme plus de 85 %.

Le linalol dextrogyre peut être isolé de l'essence de Coriandre et le linalol lévogyre de l'essence de Bois de Rose Cayenne ou de l'essence de Shiu. Cette dernière, en fait, n'est pas une huile essentielle «complète» ; il s'agit, en réalité, d'une fraction de l'essence de Camphrier. La rectification de cette dernière fournit du cinéole, du camphre droit, du linalol lévogyre (essence de Shiu), du safrole (essence de «Sassafras de Chine») et des composés sesquiterpéniques. Le cinéole est également isolé de l'essence d'Eucalyptus Globulus (> 70 %).

Les essences d'Orange, à côté d'une petite quantité de produits oxygénés réellement caractéristiques et très complexes, renferment plus de 90 % de (+)-limonène.

Le géraniol peut être extrait de l'essence de Palmarosa. Toutefois, la principale source de géraniol naturel est constituée par l'essence de citronnelle dont la composition est assez complexe. Cette essence joue encore un rôle très important dans l'industrie de la parfumerie. Sa composition est sensiblement la suivante, le reste étant constitué par une petite quantité de carbures terpéniques et des constituants sesquiterpéniques : citronellal : ~ 40 %, citronellol : ~ 15 %, géraniol : ~ 15-20 %.

Une rectification soignée de l'essence sous pression réduite permet de séparer le (+)-citronellal, mais il est assez difficile de séparer totalement le géraniol et le (+)-citronellol. Aussi, les «géraniols commerciaux» sont-ils toujours constitués par des mélanges de ces deux alcools accompagnés de petites quantités de nérol et de carbures sesquiterpéniques.

Afin d'obtenir un géraniol pur, on utilise la curieuse propriété que possède cet alcool de fournir un complexe cristallisé avec le chlorure de calcium anhydre. L'alcool ainsi purifié est appelé industriellement «géraniol chlorocalcique».

De son côté, le citronellol peut être obtenu par hydrogénation partielle et sélective du mélange ci-dessus ; dans ce cas, on obtient un produit dont l'activité optique a fortement diminué. Pour obtenir un citronellol dextrogyre, on effectue une réduction du (+)-citronellal par un alcool secondaire en présence d'un alcoolate secondaire d'aluminium (réaction de Pondorf, Merwein, Verley).

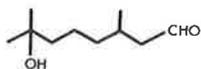
Le citronellol lévogyre est contenu dans les essences de Rose et de

Géranium dans laquelle il est accompagné par des esters. Les parfumeurs désignent par le vocable « Rhodinol » un (-)-citronellol impur extrait de l'essence de Géranium, généralement de l'essence de Géranium Bourbon. Un procédé quelquefois employé pour préparer un (-)-citronellol naturel consiste à rectifier soigneusement l'essence de Géranium, à saponifier la fraction renfermant le (-)-citronellol et ses esters et, après saponification, à traiter ensuite le produit obtenu par le chlorure de benzoyle à chaud. Ce dernier réactif déshydrate le géranol et le nérol (alcools allyliques) qui accompagnent le citronellol et fournit le benzoate de (-)-citronellyle. Les produits de déshydratation (terpènes), ainsi que d'autres produits légers, sont éliminés par une nouvelle rectification et le benzoate est finalement saponifié.

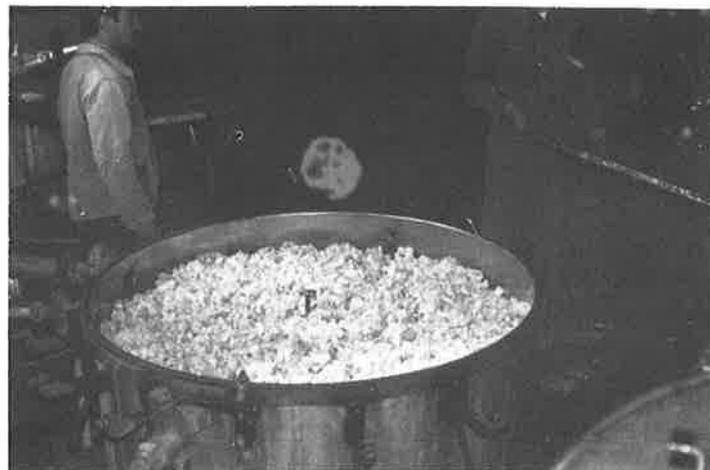
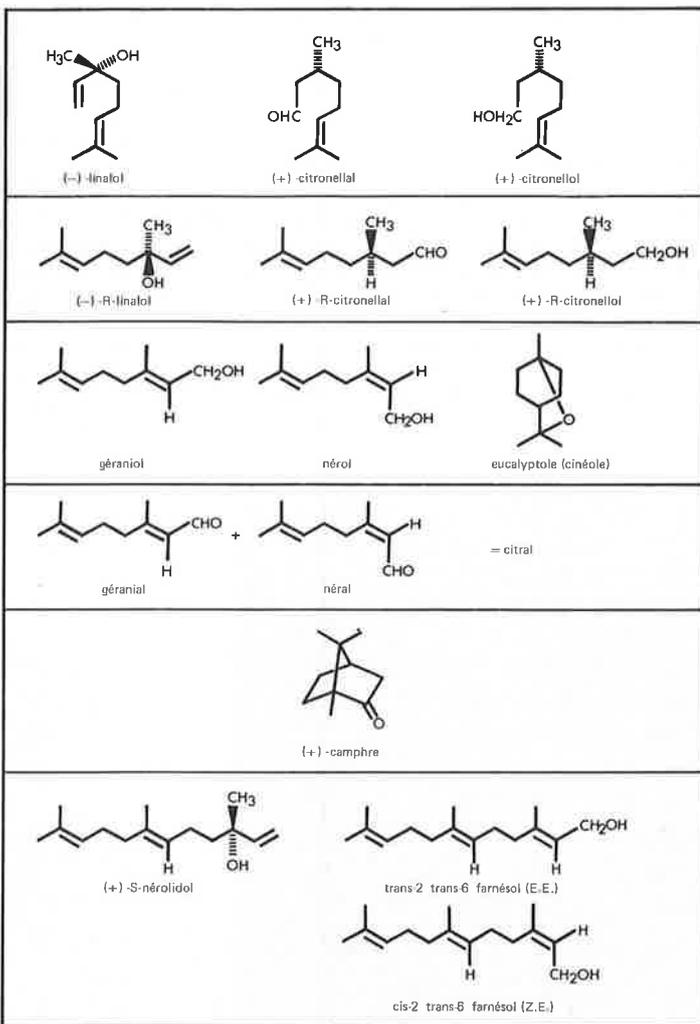
Nous verrons plus loin une méthode de synthèse des (+) - ou (-)-citronellol.

Un citronellal, pratiquement racémique, peut être également isolé de l'essence d'Eucalyptus Citriodora d'origine australienne et, actuellement, cultivé en quantité importante au Brésil.

Ces deux citronellals, dextrogyre ou racémique, sont utilisés dans la fabrication de l'hydroxydihydrocitronellal, un produit de synthèse connu depuis le début du siècle et largement utilisé dans l'industrie de la parfumerie, dans les compositions à caractère Muguet et Lilas.

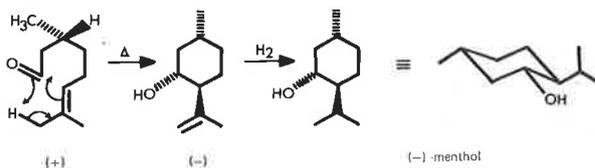


Une autre application très importante du citronellal est son emploi dans la synthèse du menthol. Le produit obtenu est, soit lévogyre, soit racémique, suivant que l'on utilise respectivement le (+)-citronellal ou le racémique.

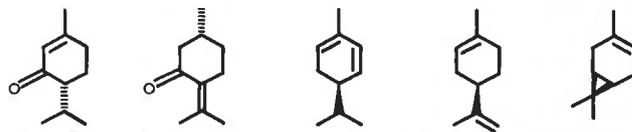


Extraction de la rose de Grasse par les solvants volatils.

ment le (-)-isopulégol dont l'hydrogénation conduit au (-)-menthol.



Les menthols ont également été synthétisés à partir de nombreux autres terpénoïdes, la (-)-pipéritone de l'essence d'Eucalyptus Dives, la (+)-pulégone de l'essence de Menthe Pouliot, le (-)- α -phellandrière, le (+)-limonène, le (+)- Δ^3 -carène... possédant respectivement les formules suivantes :

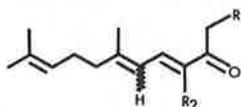


Mais, une des sources très importante de (-)-menthol (menthol Codex) reste encore l'essence de Menthe arvensis. Cette essence brute renferme environ 70 % de menthol. Par refroidissement, le (-)-menthol cristallise ; il est essoré et purifié. L'essence démentholée liquide est vendue sur le marché international sous le nom de Menthe Brésil ou de Menthe Japon, suivant l'origine.

Une autre huile essentielle importante est l'essence de Lemongrass qui renferme plus de 75 % de citral. On désigne sous ce nom le mélange de géranial et de néral dans le rapport approximatif 2:1.

L'essence de Litséa cubéba est également utilisée comme source de citral. On peut obtenir du citral pur par l'intermédiaire de sa combinaison bisulfite.

L'utilisation principale et très importante de l'essence de Lemongrass est la fabrication des ionones et des méthyl ionones. Ces cétones sont obtenues par condensation du citral avec l'acétone ou la méthyléthylcétone en milieu alcalin (aldolisation, crotonisation). On obtient ainsi, dans cette première phase, les pseudo-ionones ou les pseudo-méthyl ionones.



$R_1 = H, R_2 = H$; pseudo ionones

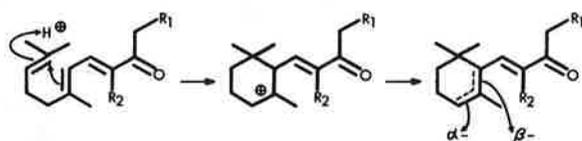
$R_1 = CH_3, R_2 = H$; pseudo-méthyl ionones normales

$R_1 = H, R_2 = CH_3$; pseudo isométhyl ionones

Les cétones précédentes sont cyclisées en milieu acide ; suivant

L'isomérisation thermique du (+)-citronellal fournit principale-

les conditions de cyclisation, on obtient les α - ou β -ionones ou méthyl ionones.



$R_1 = H, R_2 = H$ α - ou β -ionones

$R_1 = CH_3, R_2 = H$ α - ou β -méthyl ionones normales

$R_1 = H, R_2 = CH_3$ α - ou β -isométhylionones

Toutes les huiles essentielles que nous venons de décrire ne renferment pratiquement que des constituants monoterpéniques. Il en existe également un grand nombre qui ne sont pratiquement constitués que par des composés sesquiterpéniques.

C'est ainsi que le (+)-*trans*-6,7 nérolidol peut être extrait de l'essence de bois de Cabreuva qui en renferme environ 80 %. On peut aussi l'extraire du bois de Myroxylon péreire ; de l'incision de cet arbre s'écoule le «Baume du Pérou».

De son côté, le *trans*-2,3 *trans*-6,7 farnésol peut être extrait de l'essence de feuilles de certaines variétés physiologiques du *Mélaleuca Viridiflora*, les α -, β - et γ -eudesmols de l'essence d'*Araucaria*, le bulnésol et le gaïol de l'essence de bois de Gaïac (*Bulnesia sarmientii*).

Parmi les essences dont l'importance industrielle est grande, on trouve les essences de bois de «Cèdre» dont les origines peuvent être diverses. Actuellement, celles qui font l'objet des transactions commerciales les plus importantes sont les essences de bois de Cèdre de Virginie et du Texas qui proviennent en réalité de *Juniperus*, *Juniperus Virginia* pour la première et *Juniperus Mexicana* pour la seconde.

Un constituant important extrait de ces essences est le **cédrol**, alcool tertiaire sesquiterpénique tricyclique dont la concentration dans l'essence de Virginie est de l'ordre de 10 à 14 %, cette concentration peut atteindre près de 20 % dans les essences du Texas. Une autre essence originaire de l'Est Africain, celle de *Juniperus Procéra* renferme jusqu'à 50 % de cédrol, malheureusement, on trouve rarement cette essence sur le marché.

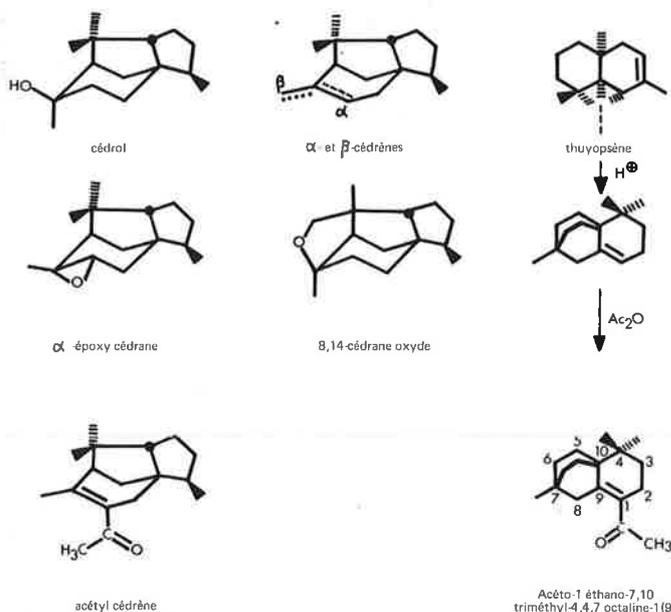
A côté du cédrol, les essences de bois de *Juniperus* renferment des quantités importantes d'hydrocarbures sesquiterpéniques, constituées principalement par de l' α -cédrene et du thuyopsène en quantité sensiblement égale, à côté de petites quantités de β -cédrene. Le thuyopsène est d'ailleurs le constituant majeur de l'essence d'«Hiba Wood».

Le cédrol est surtout utilisé sous forme d'esters, d'acétate notamment. Le cédrol sert également de matière première pour la préparation de produits à odeur ambrée, en particulier le 8,14-cédranoxyde dont la préparation met en œuvre une réaction portant sur un atome de carbone non activé.

De leur côté, les sesquiterpènes sont utilisés comme matières premières pour la synthèse d'un certain nombre de substances possédant également des odeurs boisées et ambrées. Parmi ces dernières, certaines dérivent de l' α -cédrene, ce sont par exemple l' α -époxy cédrene obtenu par époxydation et l'acétyl cédrene obtenu par «acétylation» au moyen de l'anhydride acétique en présence d'acide minéral ou d'acides de Lewis ainsi que des produits de transposition (Friedel et Crafts en série alicyclique).

Cette réaction, appliquée au thuyopsène, fournit une cétone ne possédant plus du tout le squelette de cet hydrocarbure et résultant d'un réarrangement très complexe en milieu acide de ce dernier. C'est finalement le produit réarrangé qui subit la réaction d'acétylation.

La composition des huiles essentielles dont nous venons de parler est relativement simple ; on peut dire qu'elles constituent des exceptions. En effet, cette composition est généralement très complexe. Parmi les huiles essentielles dont les constituants sont principalement des monoterpénoïdes, nous citerons par exemple les Essences de Géranium Bourbon ou Africain, de Lavande, de Lavandin, de Bergamote, de Menthe, de Sauge sclaire, etc...

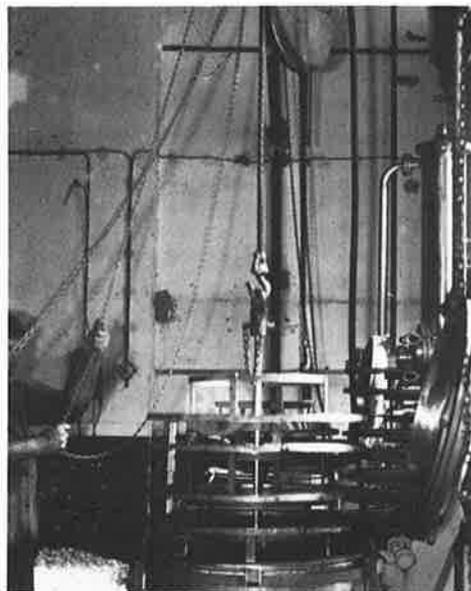


Mais, c'est parmi les huiles essentielles à constituants sesquiterpéniques que l'on trouve les mélanges les plus complexes, d'un double point de vue, à la fois par le nombre de constituants présents et, surtout, par la complexité considérable des structures de ces constituants.

Parmi ces huiles essentielles, celles qui ont le plus d'importance commerciale sont les essences de Patchouly, de Vétiver et de Santal. La détermination de la composition de ces trois huiles essentielles a fait l'objet de travaux très importants et les structures de leurs principaux constituants sont actuellement connues.

Ces structures ont presque toutes été confirmées par des synthèses stéréosélectives ou même stéréospécifiques.

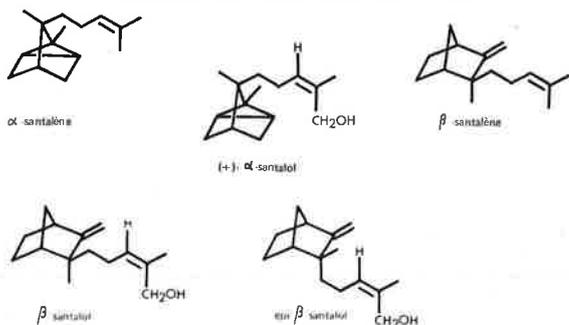
Malheureusement, toutes ces synthèses n'ont, pour l'instant, qu'un intérêt académique. En effet, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, ces structures sont généralement très complexes et possèdent deux, trois ou quatre cycles. En conséquence, le nombre d'étapes impliquées dans ces synthèses est très élevé. C'est ainsi qu'une synthèse de l' α -santalol qui est loin d'être parmi les composés les plus complexes a été réalisée récemment par M. Julia ; elle comporte 13 étapes et utilise le (+)-camphre comme matière première. Si l'on admet un rendement moyen de 80 % pour chacune des 13 étapes, le rendement global est de : $0,8^{13} \times 100 = 5,5$ %. On comprend ainsi facile-



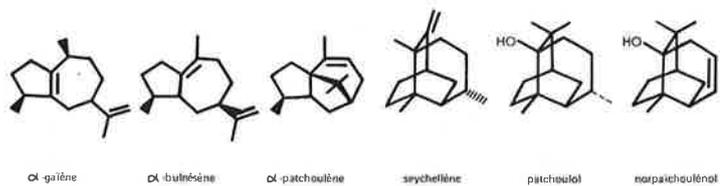
Déchargement d'un extracteur.

ment qu'une synthèse industrielle est impossible, surtout lorsqu'on pense qu'il faut, évidemment, tenir compte du prix des réactifs, de l'énergie, de l'amortissement de l'appareillage et, enfin, de la main d'œuvre.

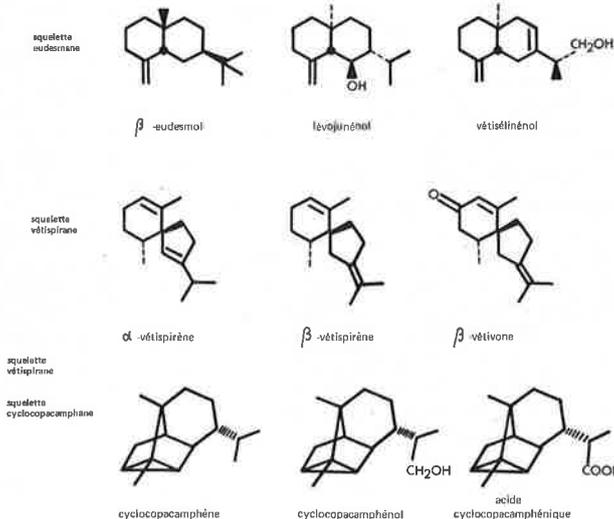
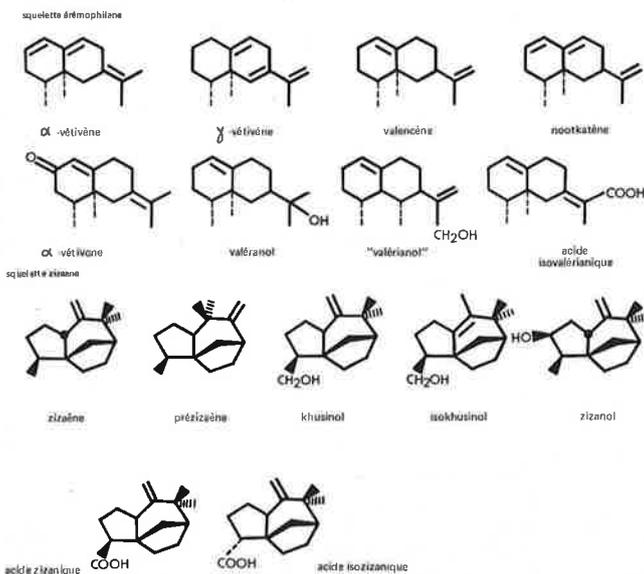
COMPOSES SESQUITERPÉNIQUES CONSTITUANTS DU SANTAL



COMPOSES SESQUITERPÉNIQUES CONSTITUANTS DU PATCHOULY



COMPOSES SESQUITERPÉNIQUES DU VÉTIVER

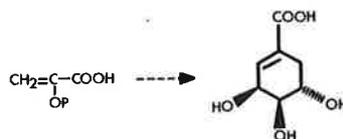


Dans ces conditions, le prix de revient de l' α -santalol serait bien supérieur à celui de l'essence de bois de Santal.

En résumé, si la réalisation de telles synthèses constituent déjà un défi à l'organicien, un défi d'un ordre plus grand consiste à les réaliser dans des conditions qui soient, économiquement, intéressantes, à la fois pour l'industriel et pour le consommateur. Il n'existe actuellement aucune stratégie de synthèse permettant de relever ce défi, compte tenu du prix de ces produits naturels. Cette affirmation est vraie lorsque les constituants majeurs de l'essence sont responsables de sa qualité olfactive ; c'est le cas, notamment, des essences de Santal et de Vétiver. En revanche, elle doit être tempérée si cette qualité olfactive est due à un, ou à un petit nombre de constituants mineurs. C'est le cas, par exemple, de l'essence de Patchouly dont le principal responsable de l'odeur est un alcool norsesquiterpénique, le norpatchoulénol. La concentration du norpatchoulénol dans l'essence de Patchouly est de l'ordre de 4 à 5 %.

A l'exception des produits provenant de l'extraction par les solvants volatils, toutes les huiles essentielles que nous avons indiquées sont constituées, en large majorité, par des composés isoprénoides, soit des mono ou des sesquiterpénoides. La biosynthèse de ces composés s'effectue par l'intermédiaire de l'acide mévalonique, via le pyrophosphate d'isopentényle.

Une autre classe de produits naturels est constituée, principalement, par des composés aromatiques et, tout particulièrement, par des composés «phényl propanoïdes». La biosynthèse de ces derniers est différente de celle des précédents. Ils dérivent du phosphate de l'énol de l'acide pyruvique via l'acide shikimique.



Ce dernier mode de formation, cette cyclogénèse, joue un rôle considérable dans la nature. C'est grâce à lui que se forme toute la lignine des arbres, lignine à partir de laquelle est fabriquée la quasi totalité de la vanilline et de l'anéthole utilisée dans l'industrie de la parfumerie et des arômes.

Toutefois, les composés aromatiques constituants des lichens, sur lesquels nous reviendrons, résultent de la cyclisation de chaînes polycétoniques, elles-mêmes résultant de la condensation d'unités acétiques-maloniques. C'est-à-dire que leur biosynthèse met en œuvre le même élément fondamental que la biosynthèse des isoprénoides, à savoir l'acétyl coenzyme A.

Les principales huiles essentielles à constituants aromatiques sont les suivantes : Anis, Badiane, Basilic, Bay, Cannelle (feuilles et écorces), Cumin, Girofle (clous, feuilles et griffes), Piment, Poivre, Sassafras, Thym (et Origan), Ylang-Ylang, etc...

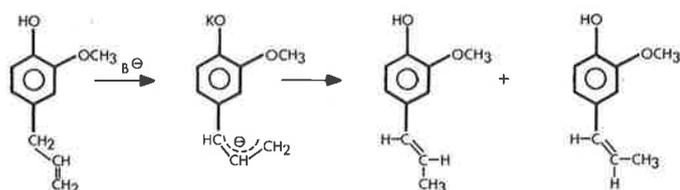
Quelques unes de ces huiles essentielles constituent des matières premières importantes, c'est le cas des essences de feuilles de Cannelier et de Giroflier (eugénol) et de Sassafras (safrole).

Bien que la synthèse de l'eugénol ait été réalisée par condensation du guaiacol et du chlorure d'allyle, cette synthèse n'est pas utilisée industriellement. En effet, l'eugénol est extrait des huiles essentielles qui le renferment, en particulier l'essence de feuilles de Giroflier et celle de feuilles de Cannelier qui en renferment jusqu'à 95 %. Il constitue également un important constituant de l'essence de Bay (50 %) et de feuilles de Piment (80 %). Sa consommation mondiale s'exprime en centaines de tonnes.

De son côté, l'isoeugénol est également un produit naturel, existant en faible quantité dans un certain nombre d'essences. On peut l'obtenir par isomérisation du système allylique de l'eugénol en système propénylique.

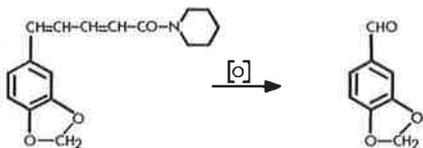
Par ailleurs, l'isomère *trans* est le plus apprécié par les parfumeurs. Cette isomérisation peut être obtenue par un traitement en milieu fortement basique.

L'arrachement d'un proton du groupe méthylène allylique et benzylique conduit à un anion délocalisé qui se stabilise en fournissant un mélange équilibré eugénol-isoeugénol (*cis* + *trans*). Toutefois, cette



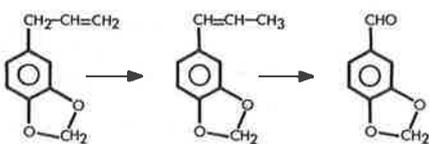
synthèse est assez délicate car le système obtenu n'est autre qu'un «styrene» substitué se polymérisant facilement. De ce fait le rendement de cette isomérisation est généralement modeste. Aussi, les procédés qui se développent actuellement cherchent à utiliser les métaux de transition comme catalyseurs d'isomérisation. C'est ainsi qu'un brevet récent préconise l'emploi du chlorure de palladium en milieu méthanolique pour isomériser l'eugénol en *trans* isoeugénol avec un rendement de l'ordre de 90 %.

Un autre produit important est l'héliotropine ou pipéronal dont l'odeur ressemble à celle de l'héliotrope. Toutefois, ce produit n'existe pas dans cette fleur, on en trouve des petites quantités dans le faux accacia (Robinier). C'est un des rares produits chimiques odorants dont la découverte provient de recherches effectuées dans un domaine totalement différent de celui de la parfumerie. La découverte de ce produit a été effectuée en 1852 au cours de travaux sur la constitution d'un alcaloïde, la pipérine, un des constituants importants du poivre. Jusqu'en 1885, le pipéronal a été fabriqué par oxydation de la pipérine.



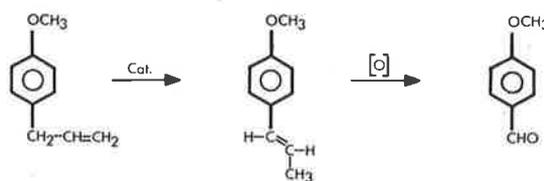
De ce fait, le prix de vente de l'héliotropine était extrêmement élevé. En 1885, Eyman découvre fortuitement le procédé qui, bien que fort amélioré depuis, est encore utilisé actuellement, à partir de fractions d'essence de Camphrier, riches en safrole, et appelées improprement «Essence de Sassafras de Chine».

Le safrole, isolé des diverses essences de Sassafras, est isomérisé en isosafrole. Ce dernier est oxydé en héliotropine par le mélange sulfochromique. L'isomérisation safrole-isosafrole est exactement du même type que celle de l'eugénol-isoeugénol.

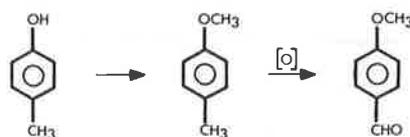


La consommation mondiale d'héliotropine s'exprime en centaines de tonnes.

Les essences d'Anis et de Badiane sont les principales sources d'anéthole naturel, composé très utilisé dans la fabrication des boissons anisées et en confiserie. Toutefois, une partie considérable de l'anéthole consommé est d'origine hémisynthétique. Cette hémisynthèse est liée à l'obtention de l'estragole. Ce dernier est obtenu à partir des fractions lourdes du «Pine Oil» (essences de térébenthine de bois américaine). Cette essence, à l'origine, a été obtenue par distillation à température plus ou moins élevée des portions très résineuses des Pins gemmés («light wood»), ayant résisté à la pourriture pendant des temps relativement longs sur le sol de la forêt. Actuellement, ces essences sont obtenues par extraction benzéniques des souches. La structure phénylpropanoïde du méthyl chavicol est telle qu'elle provient, très probablement, de la dégradation de certains constituants de la ligine. L'isomérisation de l'estragole, du même type encore que celle de l'eugénol-isoeugénol, fournit l'anéthole. Il est important de rappeler que, dans ce cas également, c'est l'isomère *trans* qu'il est nécessaire d'obtenir, car l'isomère *cis* est beaucoup plus toxique.



L'estragole est un constituant important des essences d'Estragon et de Basilic. Par oxydation, il conduit à l'aldéhyde anisique que l'on trouve en petites quantités dans de nombreux produits naturels : essences de fenouil, dans l'accacia, dans la vanille de Tahiti... Toutefois, une autre synthèse plus économique de l'aldéhyde anisique est effectuée à partir du para crésol selon le schéma suivant :

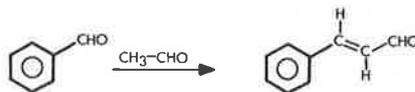


L'aldéhyde cinnamique est le principal constituant des essences de Cannelle de Ceylan (65-75 %) et de la Cannelle de Chine (70-90 %). Cet aldéhyde a été obtenu pour la première fois en 1833 par Blanchet par hydrodistillation de l'écorce de Cannelier de Ceylan. En 1834, Dumas et Péligot obtiennent le produit pur, en établissent la formule brute et en étudient les propriétés. En 1853, Bertagnini découvre que l'aldéhyde cinnamique fournit un dérivé bisulfite qui permet de le purifier. Cette méthode, très simple, a été depuis largement généralisée à l'extraction et à la purification de nombreux autres composés carbonyles.

La synthèse de l'aldéhyde cinnamique a été réalisée pour la première fois par Chiazza en 1856 en condensant l'aldéhyde benzoïque et l'acétaldéhyde en présence d'acide chlorhydrique.

La synthèse actuelle ne diffère de la précédente que par le remplacement de l'acide chlorhydrique par un catalyseur alcalin.

Sa consommation mondiale actuelle doit être voisine d'un millier de tonnes.



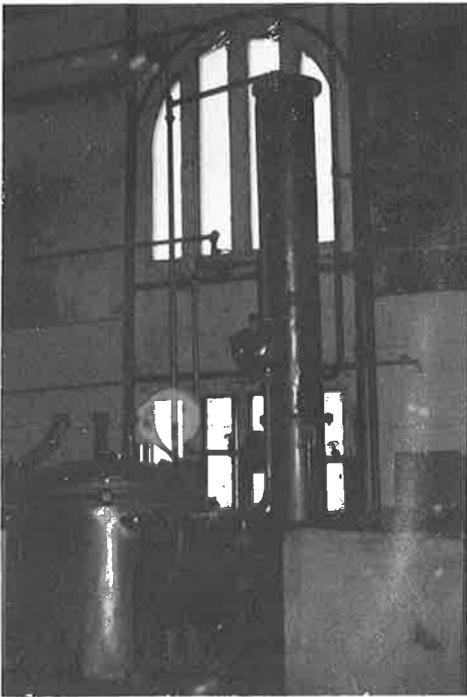
L'hydrogénation de l'aldéhyde cinnamique, suivant les conditions, conduit à l'aldéhyde phénylpropylique, à l'alcool cinnamique et à l'alcool phényl propylique.

L'alcool cinnamique naturel peut être obtenu à partir du Styrax. De son côté, l'acide cinnamique, sous la forme de cinnamate de cinnamyle, de cinnamate de benzyle, ainsi que sous forme libre, est le constituant majeur des Baumes du Pérou et de Tolu. Les essences obtenues à partir de ces baumes par extraction au moyen des solvants volatils possèdent des odeurs extrêmement agréables, chaudes, sucrées, balsamiques et extrêmement tenaces. L'acide cinnamique a certainement été découvert avant 1800, mais il a été définitivement identifié en 1835 par Dumas et Péligot et sa première synthèse réalisée en 1856 par Bertagnini. Toutefois, sa structure exacte n'a été définitivement établie qu'en 1866 par Erlenmeyer. La synthèse moderne de cet acide est due à Perkin ; elle consiste à chauffer l'aldéhyde benzoïque avec l'anhydride acétique en présence d'acétate de sodium. Cette méthode, très largement généralisée pour la synthèse des acides aromatiques α , β -éthyléniques est appelée depuis «Réaction de Perkin».

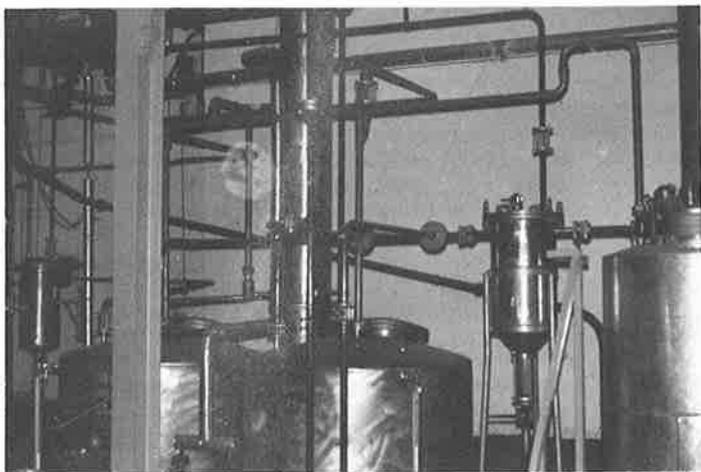
Alors que l'aldéhyde cinnamique et les esters de l'acide cinnamique ont été rapidement adoptés par les parfumeurs, l'alcool cinnamique qui possède une agréable odeur de Jacinthe et qui est un constituant de cette essence, n'a été curieusement utilisé que beaucoup plus tard, après la synthèse de Barbier et Leser en 1905.

La simplicité d'accès à l'aldéhyde cinnamique a conduit les chimistes à condenser divers aldéhydes avec l'aldéhyde benzoïque, notamment le propanal, l'heptanal et l'octanal.

On obtient ainsi l'aldéhyde hydratropique, l'aldéhyde α -amyl et α -hexyl cinnamique dont l'emploi en parfumerie est actuellement extrêmement important.

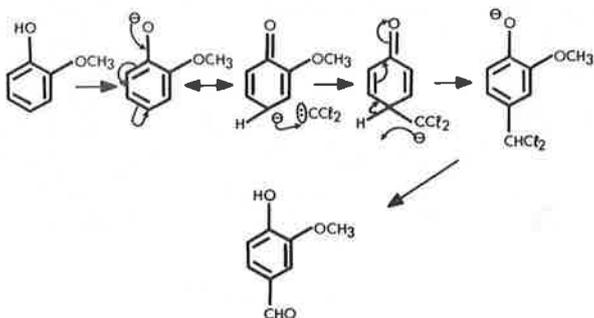


Partie supérieure d'un extracteur à solvants volatils.



Partie inférieure d'un extracteur à solvants volatils.

La vanille est certainement l'arôme le plus populaire. Sa consommation sous la forme de gousses ou d'extraits est presque universelle. Elle est indispensable à la fabrication des biscuits, des chocolats, des glaces, etc... Mais, elle est aussi extrêmement utilisée dans la parfumerie où son odeur est extrêmement appréciée. Son constituant fondamental, la vanilline a fait l'objet depuis longtemps de plusieurs synthèses. La première a été réalisée en 1876 par Riemer et Tiemann. Cette synthèse consiste à faire réagir le chloroforme en présence de soude sur le guaïacol. En regardant les



choses de près, il paraît à peu près certain que c'est la première fois que l'on mettait en œuvre une réaction par carbène ($\text{HCCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CCl}_2$). Ce dernier subit ensuite une attaque nucléophile par l'ion phénate mésomère.

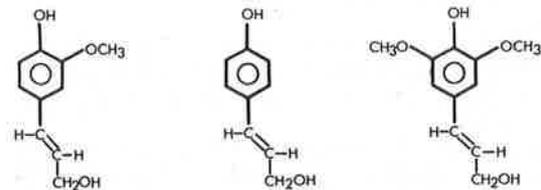
Une autre synthèse est effectuée par oxydation de l'isoeugénol dont nous avons parlé plus haut ; cette réaction est analogue à celle conduisant de l'isosafrôle à l'héliotropine.



Les deux types de vanilline obtenus sont désignés quelquefois sous les vocables de «vanilline du guaïacol» et de «vanilline d'eugénol» ; la deuxième étant plus appréciée que la première, mais d'un prix de revient plus élevé.

Néanmoins, ces prix de revient sont encore trop élevés et, actuellement la quasi totalité de la vanilline consommée dans le monde est obtenue à partir des solutions sulfiteuses alcalines résiduelles provenant du traitement de la pulpe de bois utilisée pour la fabrication de la pâte à papier, c'est-à-dire en fait de la lignine.

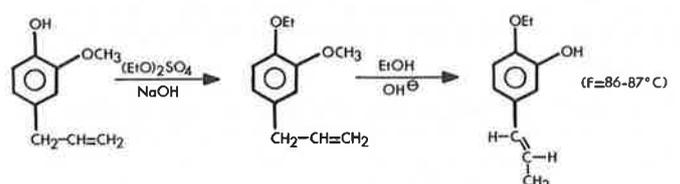
Rappelons rapidement que la lignine est un produit naturel de masse moléculaire élevée, résultant de couplages radicalaires d'unités monomères et non soumis au contrôle enzymatique. De ce fait, les liaisons entre ces unités sont distribuées de façon tout à fait aléatoire. Il existe une dizaine de liaisons différentes entre ces unités. Ainsi, les lignines diffèrent totalement des autres produits naturels, tels que les polysaccharides, les protéines ou les acides nucléiques dans lesquels les liaisons entre les unités monomères sont bien déterminées. Les trois unités monomères de lignines sont l'alcool coniférylique, l'alcool para-hydroxy cinnamique et l'alcool sinapylique.



L'oxydation de ces trois alcools fournit respectivement la vanilline, le para-hydroxybenzaldéhyde et l'aldéhyde syringique.

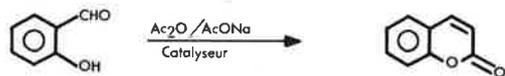
Compte tenu de la nature des liaisons entre les unités ci-dessus, on ne peut pas obtenir plus de 15 à 20 % de vanilline à partir de la lignine, l'expérience montre en fait que le rendement n'est que de 2 à 3 %. Toutefois, une estimation récente permet d'évaluer la production de pulpe de bois à environ cent millions de tonnes ($100 \cdot 10^6$) correspondant à environ cinquante millions de tonnes ($50 \cdot 10^6$) de lignines de diverses origines. L'utilisation totale de cette lignine serait donc susceptible de fournir plus de un million de tonnes de vanilline par an ; c'est-à-dire plusieurs centaines de fois la consommation mondiale de vanilline par an !

D'autres composés sont quelquefois utilisés dans les arômes de vanille artificiels, parmi ces composés, le plus utilisé est le «vanitrope» ou propényl gaaéthol. Ce composé n'est pas naturel, mais il possède une intense odeur de vanille de 20 à 25 fois plus puissante que celle de la vanilline. La consommation de ce produit est très importante, mais il est difficile d'indiquer un chiffre approximatif. La littérature des brevets indique que sa synthèse peut être réalisée en chauffant l'éther éthylique de l'eugénol en solution dans l'éthanol avec de la soude ou de la potasse sous pression.

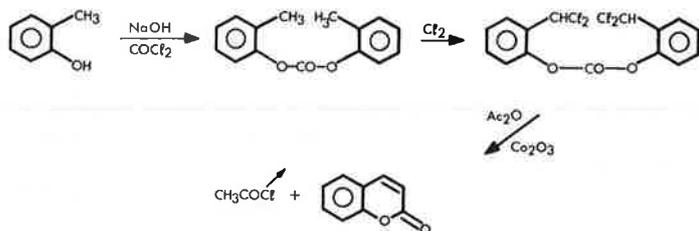


C'est en 1820 que Vogel signale que la coumarine est un consti-

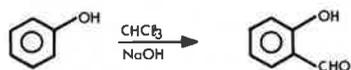
tant très important de la fève Tonka. Depuis, on a démontré son existence dans une centaine de plantes diverses. Sa consommation est de l'ordre d'un millier de tonnes par an. La synthèse de la coumarine a été réalisée pour la première fois en 1877 par Perkin, à partir de l'aldéhyde salicylique.



Un autre procédé met en œuvre l'ortho crésol et utilise le schéma suivant :



Le premier procédé qui paraît le plus utilisé implique la synthèse de l'aldéhyde salicylique que l'on trouve d'ailleurs dans plusieurs produits odorants. Cette synthèse met en œuvre la réaction de Reimer et Tiemann sur le phénol.



La synthèse de Perkin a été suivie par celle de Von Pechmann qui consiste à condenser un phénol avec un ester β -cétonique. On peut ainsi obtenir des coumarines substituées sur le noyau lactonique et, éventuellement, sur le noyau aromatique.

L'alcool phényléthylque est un constituant fondamental de l'essence absolue de Rose. Il est intéressant de signaler que cet alcool a été synthétisé en 1876 par Radziszewski vingt ans avant sa découverte dans l'essence de Rose.

Il est, actuellement, presque exclusivement fabriqué par fixation de l'oxyde d'éthylène sur le benzène en présence de chlorure d'aluminium. Sa consommation mondiale est de l'ordre du millier de tonnes. Quelques-uns de ces esters sont également utilisés, principalement son acétate.

L'aldéhyde correspondant, le phénylacétaldéhyde est également utilisé en parfumerie. Cet aldéhyde n'existe qu'en très petites quantités dans quelques huiles essentielles, ainsi que dans l'arôme de quelques fruits. La grande autoxydabilité de ce produit, fournissant des peroxydes engendrant une polymérisation rapide, conduit à ne l'utiliser qu'en solution à 50 % (généralement dans de l'alcool benzylique) et protégé par des antioxydants. On utilise également les acétals diméthylque et glycérique de cet aldéhyde.

On peut obtenir cet aldéhyde, soit par oxydation directe de l'alcool phényléthylque en phase vapeur en présence de cuivre ou d'argent, soit par isomérisation de l'oxyde de styrène, également en phase vapeur et en présence de silicate hydraté de magnésium.

L'acétate de benzyle et l'antranilate de méthyle sont deux constituants aromatiques importants de l'essence absolue de Jasmin.

La fabrication de l'acétate de benzyle implique celle de l'alcool benzylique qui est lui-même très employé en parfumerie, principalement comme solvant.

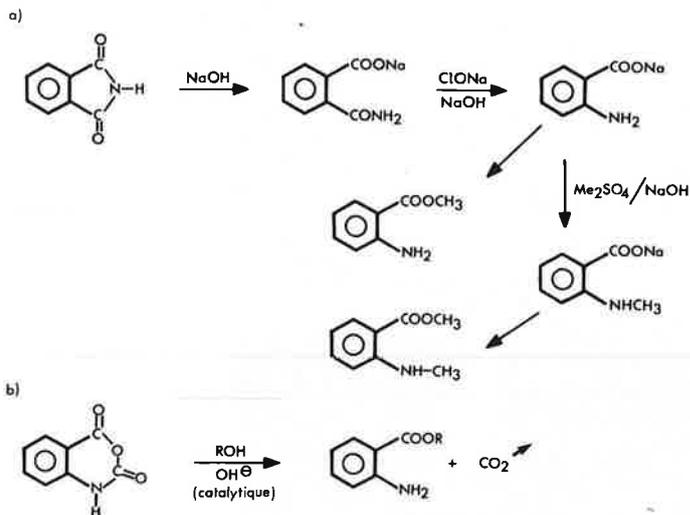
La synthèse de l'alcool benzylique s'effectue par oxydation directe du toluène ou par hydrolyse de chlorure de benzyle résultant de la chloration du toluène. L'acétylation de l'alcool fournit l'acétate.

Les consommations respectives de ces deux composés s'expriment en milliers de tonnes.

L'antranilate de méthyle est, non seulement, un constituant du Jasmin mais, également, de l'essence de Néroli, de la Tubéreuse, de la Jacinthe, ... ; le méthyl antranilate de méthyle est un constituant de l'essence de Petit Grain Mandarinier.

La consommation de l'antranilate de méthyle s'exprime en centaines de tonnes.

Sa fabrication est effectuée à partir du phthalimide ou de l'anhydride isoïque qui sont des produits commerciaux.



Un groupe de composés aromatiques voisins se rencontrent dans les lichens. Ces derniers résultent de la vie en symbiose d'un champignon et d'une algue.

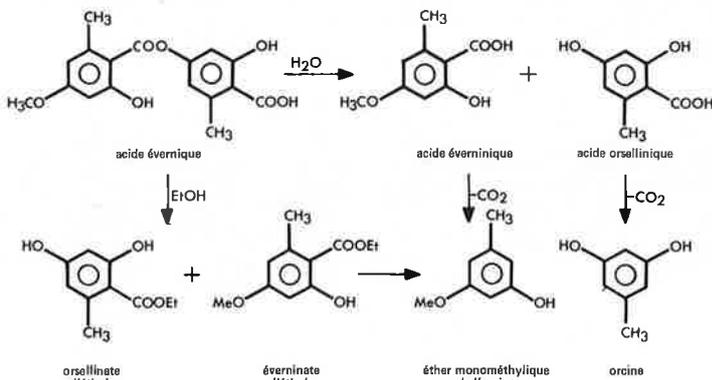
Sous le nom de «Mousses», l'industrie de la parfumerie utilise plusieurs milliers de tonnes de lichens qui croissent sur les chênes, il s'agit alors de «Mousse de Chêne», ou sur les conifères (pins et sapins), c'est la «Mousse d'Arbre».

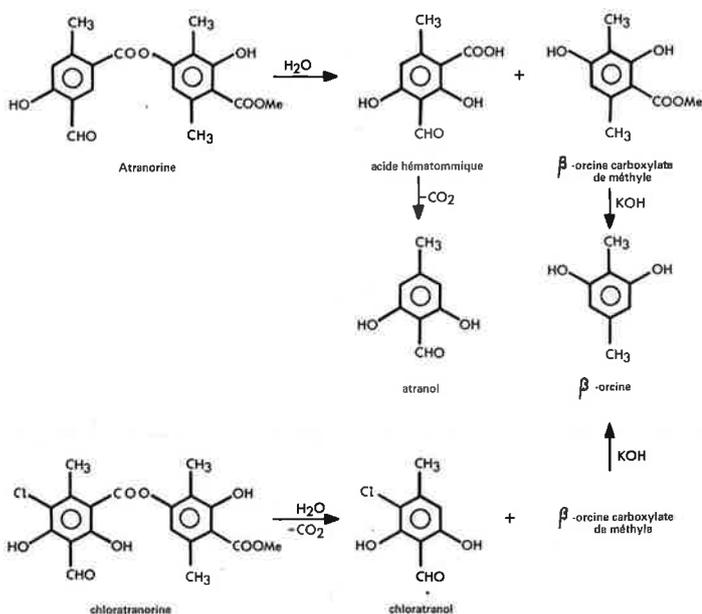
Ces Mousses qui sont souvent des mélanges de plusieurs espèces de lichens fournissent des extraits benzéniques ou éthéro pétroliques que l'on appelle des «résinoïdes». Le rendement de l'extraction est de l'ordre de quelques pour cent. De ce fait, la production de résinoïdes est de l'ordre de quelques dizaines de tonnes par an. Ces résinoïdes peuvent être utilisés tels quels ou après traitement par l'alcool éthylique ; on obtient alors des produits appelés «résinoïdes lavés» ou «absolus».

En réalité, les constituants des lichens sont très nombreux et leurs origines biogénétiques fort diverses. C'est ainsi que l'on trouve des composés dérivant de l'acide shikimique avec les terphénoquinones ou les acides tétroniques ; des composés dérivant de l'acide mévalonique avec les triterpénoïdes ; des composés tels que les dicétopipérazines dans la biosynthèse desquels interviennent des amino acides. Enfin, les constituants qui nous intéressent au plan de l'odeur, dérivent des acides acétique-malonique. Ce sont des dérivés de l'orcine et de la β -orcine se présentant généralement sous la forme de dimères que l'on appelle des «depsides».

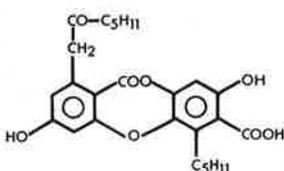
L'odeur des lichens s'exalte au cours du stockage et lors de l'extraction par les solvants au cours desquels les ponts depsidiques sont coupés par hydrolyse. Par ailleurs, au cours du traitement des extraits par l'alcool, des réactions d'alcoolyse et d'estérification se produisent.

Evernia prunastri est la principale espèce de la «Mousse de Chêne». Elle renferme un depside du groupe de l'orcine, l'acide évernique et deux autres du groupe de la β -orcine, l'atranorine et la chloratranorine.

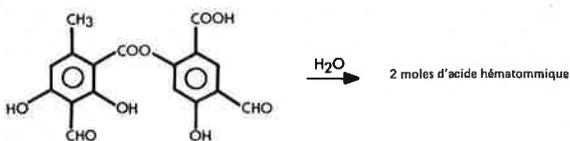




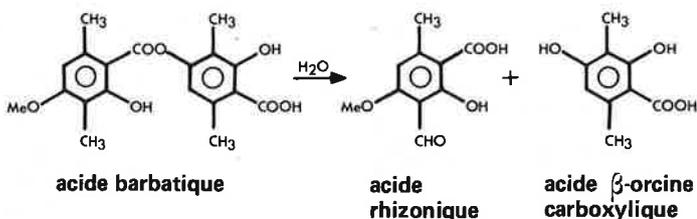
Les «Mousses d'Arbres» sont constituées principalement par *Parmelia furfuracea* et par des *Usnéa*, notamment *Usnéa barbata*. *Parmélia furfuracea* contient la chloratranorine et une depsidone du groupe de l'orsicine, l'acide physodique.



L'acide barbatolique, un depside du groupe de la β-orsicine est le principal constituant d'*Usnéa barbata*.



L'acide barbatolique se rencontre dans différentes espèces d'*Usnéa*, telles que *Usnéa longissima* et *Usnéa cératina*.



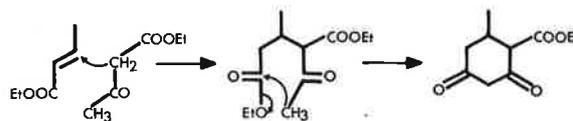
Enfin, l'acide usnique est un constituant très largement répandu dans de nombreuses espèces de lichens, telles que *Evernia*, *Carmélia*, *Usnéa*, *Lecanora*, *Hematomma*, etc...



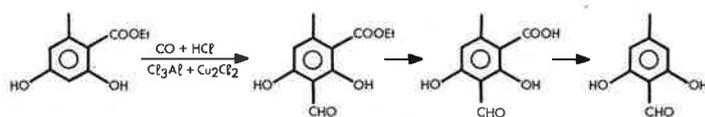
Au point de vue olfactif, l'éther monométhylque de l'orsicine, le β-orsicine carboxylate de méthyle, l'orsellinate d'éthyle et l'éverninat d'éthyle sont les composés les plus importants.

Il est malheureusement impossible, dans le cadre de cette étude, d'indiquer les synthèses de tous ces composés. Néanmoins, nous allons schématiquement montrer la synthèse de l'atranol impliquant celles de l'acide hématommique et de l'orsellinate d'éthyle.

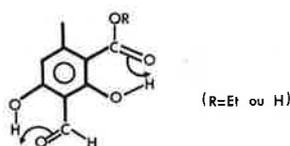
Une réaction de Michaël entre l'acétyl acétate d'éthyle et le crotonate d'éthyle fournit le méthyl-3 éthoxycarbonyl-4 oxo-5 hexanoate d'éthyle comme intermédiaire. Cet intermédiaire subit une annélation de Robinson dans les conditions de la réaction et fournit finalement la méthyl-1 cyclohexanedione-3,5 carboxylate d'éthyle-2 :



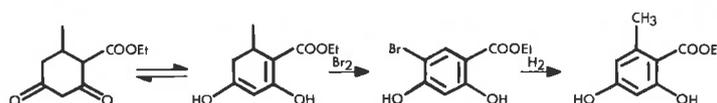
L'aromatisation de la cyclohexanedione fournit l'orsellinate d'éthyle. Ce dernier, soumis à la réaction de Gattermann-Koch conduit à l'hématommate d'éthyle. Rappelons que cette réaction met en œuvre un mélange gazeux d'oxyde de carbone et d'acide chlorhydrique en présence de catalyseur généralement constitué par un mélange de chlorure d'aluminium et de chlorure cuivreux. L'espèce intermédiaire pourrait être le chlorure de formyle (Cl-CO-H) ; la réaction est donc analogue à la synthèse des cétones de Friedel et Crafts :



L'examen du spectre infrarouge de l'acide hématommique ou de son ester en grande dilution et sous forte épaisseur, montre que ces composés sont très fortement chélatés :

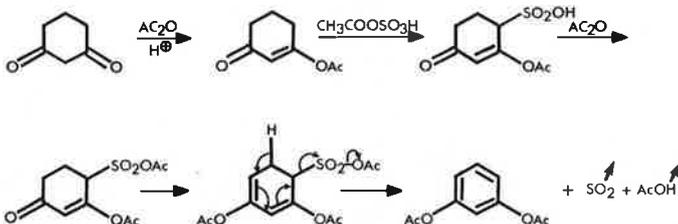


L'aromatisation de la cyclohexanedione est un problème assez délicat. Elle est généralement effectuée par une bromation préalable suivie d'une hydrogénéolyse :



Une publication récente (M.S. Kablaoui, *J. Org. Chem.* 1974, 39, 2126 et 3696) permet de prévoir que l'aromatisation des β-cyclohexanediones esters ci-dessus pourrait être effectuée en une seule étape.

Le principe de cette réaction, appliqué aux cyclohexanediones, est le suivant :



Sur le plan pratique, l'opération consiste à traiter les β-cyclohexanediones par un mélange d'anhydride acétique et d'acide sulfurique concentrés. Les rendements sont très importants, généralement compris entre 80 et 95 %.

Produits de synthèse pure

A l'exception des travaux sur les constituants des lichens, les synthèses des importants constituants des produits naturels que nous venons d'examiner sont caractéristiques des recherches effectuées en chimie aromatique à la fin du XIX^e siècle.

Ces synthèses ont été réalisées grâce à la découverte de réactions qui, aujourd'hui, sont devenues classiques, telles que les réactions de Perkin, de Kolbe, de Piria, de Von Pechmann, de Reimer et Tiemann... Cette période a été également très fertile en découverte de produits nouveaux utilisés encore aujourd'hui en quantités parfois très importantes dans notre industrie.

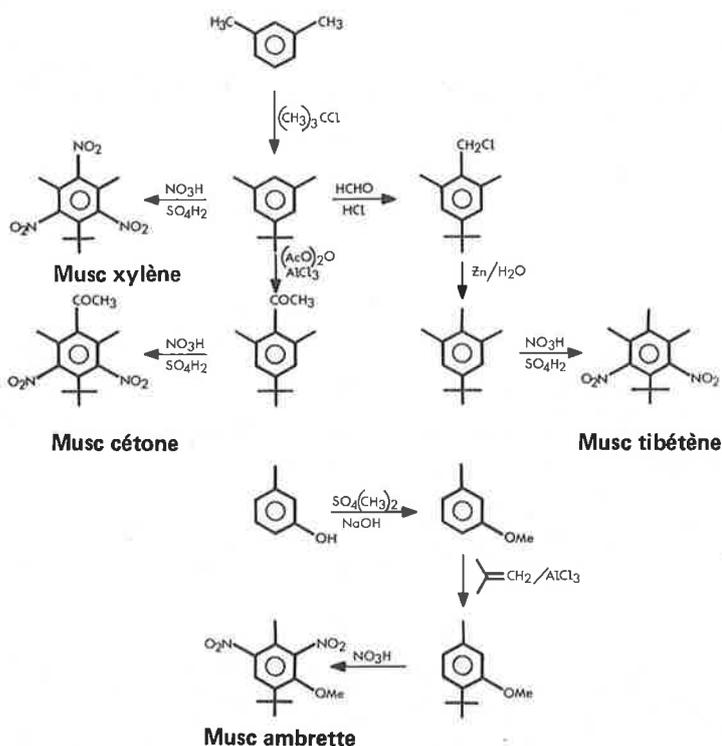
Cette période a été d'autant plus fertile que le champ d'investigation était vierge !

Parmi ces découvertes, celle des substances nitrées à odeur de musc est certainement la plus ancienne et l'une des plus importantes de toutes. Elle résulte d'observations tout à fait fortuites, montrant que l'action de l'acide nitrique fumant sur l'«huile d'ambre» fournit un produit possédant une odeur de musc («Actes de l'Académie de Berlin de 1759»). Cette observation est confirmée en 1857 par Vogel, montrant que le traitement par l'acide nitrique fumant d'hydrocarbures obtenus à partir de lignites fournit des produits ayant des odeurs musquées.

Mais, en fait, ce sont les travaux de Baur, à partir de 1885, qui ont réellement créé le domaine des «musc nitrés», tels qu'on les utilise encore actuellement. Toutefois, au début, les structures des nombreux produits obtenus par Baur, bien que parfaitement définis, n'étaient pas connues avec certitude. Il a fallu attendre les travaux importants de Tchichibabine en 1932 en France et de Zeide et Dubinin en 1937 en Russie, pour que les structures exactes de ces composés soient totalement élucidées.

Les trois principaux produits obtenus par Baur ont été appelés «musc xylène», «musc cétone» et «musc ambrette». Les deux premiers dérivent du méta-xylène.

Beaucoup plus tard, en 1937, Carpenter synthétise également le «musc tibétène» à partir de cet hydrocarbure. (De son côté, le musc ambrette dérive du méta-crésol).



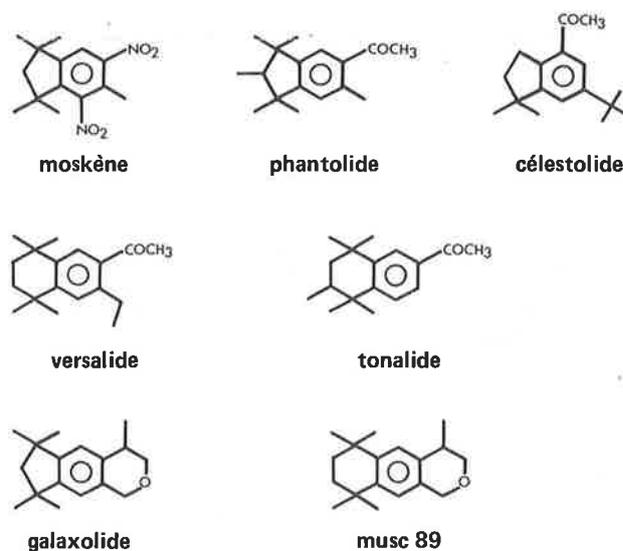
Depuis, la chimie des muscs aromatiques a été considérablement développée ; des muscs bi et tricycliques ont été découverts.

Parmi les premiers, on trouve les muscs indaniques ou tétraliniques diversement substitués. Un de ces muscs indaniques est encore nitré,

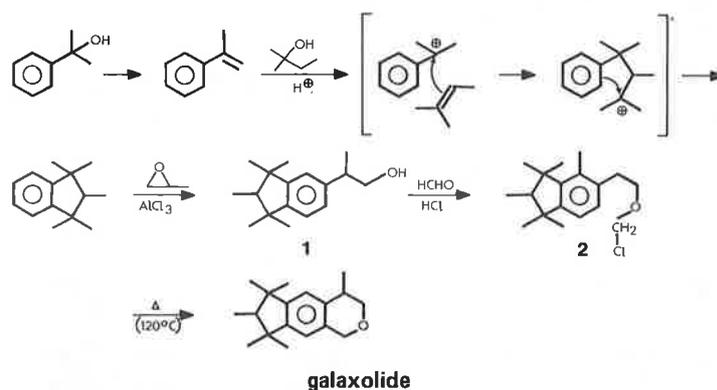
il s'agit du «Moskène» ; les autres ne portent plus de groupement nitré. Les muscs nitrés ont le défaut de se colorer plus ou moins dans les milieux légèrement alcalins, tels que les savons, en revanche les muscs non nitrés sont dénués de ce défaut.

Parmi les muscs indaniques, les principaux sont le «phantolide» et le «célestolide» ; du côté des muscs tétraliniques, on trouve le «versalide» et le «tonalide».

Parmi les muscs tricycliques, les plus importants possèdent une structure isochromanique, l'un d'eux dérive du noyau indanique, il s'agit du «galaxolide», un autre, le «musc 89» du noyau tétralinique.



Il serait fastidieux, dans le cadre de cette revue, de décrire la synthèse de tous ces composés. Nous indiquerons seulement une des synthèses du «galaxolide», un des muscs actuellement les plus utilisés commercialement sous le nom de «galaxolide 50» (solution dans le phtalate diéthylique).



Il est bien évident que le prix de revient de ce type de musc est beaucoup plus élevé que celui des muscs nitrés. Par ailleurs, la réaction du formol et de l'acide chlorhydrique sur l'alcool 1 conduit à l'éther alcoyl chlorométhylé 2. Récemment, ces éthers ont été soupçonnés d'avoir des propriétés cancérigènes, et tout particulièrement le dichlorométhyl éther ($\text{ClCH}_2\text{OCH}_2\text{Cl}$) qui risque toujours de se former par action de l'acide chlorhydrique sur le formaldéhyde. Cet inconvénient implique donc des précautions tout à fait particulières dans la fabrication du «Galaxolide». Il en est évidemment de même dans toutes les réactions de «chlorométhylation», telles que celle utilisée dans la fabrication du «musc tibétène».

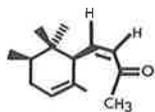
Les quelques composés aromatiques dont nous venons de parler, constituent une partie importante de l'arsenal en substances odorantes synthétiques dont disposait le parfumeur à la fin du siècle

dernier. A ces substances, il faut ajouter le salicylate d'amyle qui possède une odeur de trèfle avec une inflexion de chocolat et qui était connu depuis longtemps ; c'est Darzens toutefois qui en a développé l'emploi en parfumerie. Depuis, l'emploi des esters salicyliques s'est largement généralisé : salicylates de benzyles, de linalyle, de *cis* β -hexényle, etc...

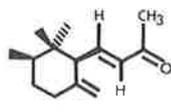
De leur côté, les quinoléines, découvertes par Skraup en 1880, par leur odeur variée de cuir, de bois, de mousse de chêne, apportent des « touches » intéressantes aux parfumeurs.

A côté de ces dérivés aromatiques, on ne saurait oublier l'ionone dont nous avons déjà parlé et qui a été synthétisée par Tiemann et Krüger en 1893 et dont la fine odeur de violette a rapidement conquis les parfumeurs. L'ionone résulte des travaux du groupe de Tiemann sur la détermination de la structure de l'« ironone » de l'essence d'Iris de Florence. La détermination de la structure de l'« ironone » a d'ailleurs connu de nombreuses vicissitudes et ce n'est qu'en 1943-1944, grâce aux travaux des équipes de Ruzicka et, surtout, de Naves qu'elle a été définitivement élucidée et ses différents isomères précisés.

Les deux principaux constituants de l'« ironone naturelle » sont l' α -ironone et la néo- γ -ironone.

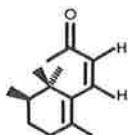


α -ironone

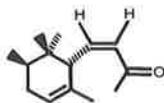


néo- γ -ironone

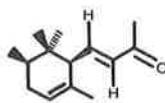
La β -ironone, l'iso- α -ironone et la néo- α -ironone sont des constituants mineurs de l'absolue Iris.



β -ironone



iso- α -ironone



néo- α -ironone

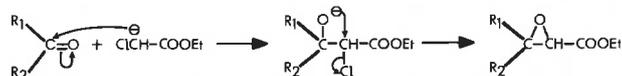
L'erreur fondamentale du groupe de Tiemann provient des résultats de l'analyse élémentaire de cette « cétone » à laquelle était attribuée la formule brute $C_{13}H_{20}O$ alors qu'il s'agit de $C_{14}H_{22}O$; cette dernière a été reconnue en 1933 par Ruzicka.

Le problème de la détermination de la structure des ironones et de leurs synthèses s'est donc étalé sur plus de 50 ans ! Il est fascinant de remarquer que les méthodes actuelles de déterminations de structures aussi simples permettraient aujourd'hui de résoudre un tel problème en quelques semaines, sinon en quelques jours !

De son côté, Darzens, en 1904, découvre la « méthode de synthèse glycidique » des aldéhydes et prépare le méthyl nonyl acétaldéhyde à partir de la méthyl nonyl cétone extraite de l'essence de Rue. Le succès de ce produit est immédiat ; c'est à lui qu'est due la création de plusieurs parfums de luxe dont le succès persiste encore de nos jours.

La réaction de Darzens peut se résumer de la façon suivante :

Dans une première phase, on prépare un ester glycidique par action du monochloracétate d'éthyle sur une cétone en milieu alcalin :

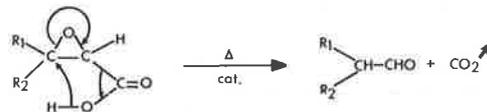


Certains esters glycidiques possèdent d'ailleurs des odeurs très intéressantes, tel le méthyl phényl glycidate d'éthyle qui possède une intense odeur de fraise et que l'on appelle, pour cette raison et improprement, « aldéhyde fraise » bien que ne possédant aucune fonction aldéhyde. Toutefois, la qualité de ce dernier composé dépend du rapport des deux isomères et donc des conditions de sa préparation.

En effet, les esters glycidiques existent sous les deux formes érythro et thréo :

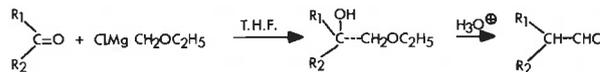


La deuxième phase de la synthèse glycidique des aldéhydes consiste d'abord à préparer l'acide glycidique par saponification de l'ester et, ensuite, à le pyrolyser, éventuellement en présence de catalyseur.



Il est intéressant de rappeler que beaucoup plus récemment, Normant et Crisan ont décrit une méthode permettant également de « passer » des cétones aux aldéhydes correspondants.

Cette méthode consiste à faire réagir le magnésien de l'éther chlorométhylé sur la cétone. On obtient ainsi un monoéther d' α -glycol, facilement hydrolysable en aldéhyde par traitement en milieu acide. Malheureusement, ainsi que nous l'avons signalé plus haut, l'éther chlorométhylé semble être cancérigène.



Enfin, c'est aux environs de 1905 qu'apparaît l'hydroxydihydrocitraconellal, que l'on appelle généralement hydroxycitraconellal, dont nous avons parlé plus haut.

L'histoire de la découverte de ce produit est obscure. Il est certain, en tous cas, que ce composé était fabriqué dans notre Société à cette époque. L'hydroxycitraconellal possédant une fine odeur de muguet, on comprend le succès qu'a pu avoir ce produit, succès qui ne se dément toujours pas.

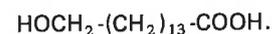
Depuis cette époque, le nombre de substances odorantes synthétiques n'a cessé d'augmenter et, aujourd'hui, le parfumeur dispose de plus d'un millier de produits synthétiques sur sa palette. Par ailleurs, tous les jours, dans les Laboratoires de recherche des grandes sociétés de parfumerie, des chimistes cherchent, parmi les innombrables synthèses qu'ils réalisent, de nouvelles notes odorantes qui enrichissent encore davantage cette palette.

On peut dire, toutefois, que parmi les principaux produits nouveaux qui ont fortement marqué ces cinquante dernières années, un grand nombre dérivent directement ou indirectement de l'étude de plus en plus détaillée des substances naturelles ; études rendues tous les jours plus faciles grâce aux progrès considérables des méthodes de l'analyse immédiate et, en particulier, des méthodes chromatographiques. Parmi ces composés, nous pouvons citer : les muscs macrocycliques, les produits à odeur d'ambre, de jasmin, de rose, les produits à odeur boisée, verte, etc...

Parmi tous ces produits, les muscs macrocycliques ont fait l'objet de travaux tellement importants qu'il est impossible de les passer sous silence.

Il existe des produits possédant une odeur musquée, aussi bien dans le règne animal, **musc**, **civette**, que dans le règne végétal, **angélique** et **ambrette**. Notons immédiatement que le règne animal est caractérisé par la présence de **cétones macrocycliques** (muscone et civetone) alors que ce sont les **lactones macrocycliques** (cyclopentadécanolide et ambretolide) qui caractérisent le règne végétal.

En 1896, Ciamician et Silber, en saponifiant l'essence de semences d'Angélique, isolent l'acide ω -hydroxypentadécanoïque :

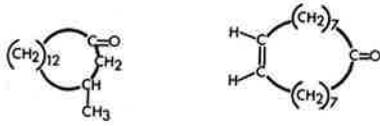


Toutefois, ce traitement fait disparaître l'odeur musquée caractéristique de l'huile essentielle.

En 1906, Walbaum isole, dans le musc naturel, une cétone à forte odeur musquée, de formule brute $C_{16}H_{30}O$, qu'il baptise « muscone » ; cette cétone ne représente environ que 2 % du musc naturel.

En 1915, Sack isole le principe odorant de la civette ; il s'agit d'une cétone $C_{17}H_{30}O$ qu'il appelle « civettone » et qui constitue également environ 2 à 3 % de la civette.

En 1926, L. Ruzicka démontre que la muscone de Walbaum et la civettone de Sack sont deux cétones macrocycliques, respectivement le β -méthyl cyclopentadécaneone et la cycloheptadécène-9 one.



C'était la première fois que des substances possédant un nombre aussi élevé de groupements méthylènes dans un cycle étaient découvertes.

Presque simultanément, en 1927 Kerschbaum démontre que l'odeur musquée caractéristique du « beurre d'ambrette » est due à la présence d'une lactone macrocyclique qu'il appelle « ambretolide » et dont il établit la structure ; il s'agit de l'oxa-2 cycloheptadécène-11 one. (Ce n'est que tout récemment que nous avons déterminé avec certitude la stéréochimie *cis* de la double liaison de l'ambretolide).

Reprenant les vieux travaux de Ciamician et Silber, Kerschbaum démontre que l'odeur musquée de l'huile essentielle de semences d'Angélique est due à la présence d'une autre lactone macrocyclique : le cyclopentadécanolide (appelé souvent « exaltolide »).



La présence de composés macrocycliques était ainsi établie pour la première fois et presque simultanément dans le règne animal et végétal.

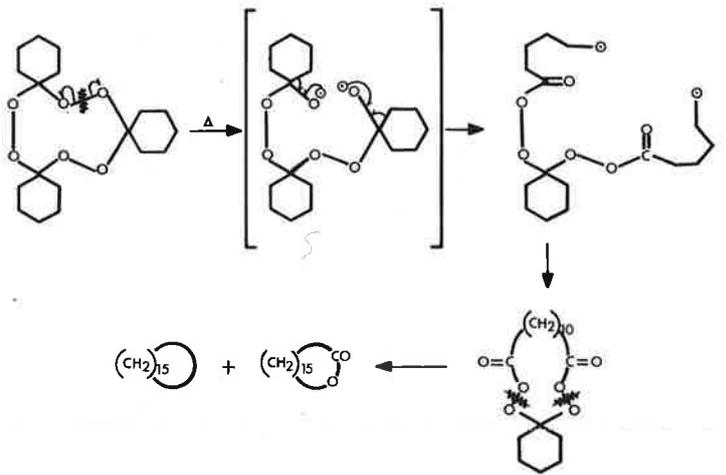
Après avoir établi les structures de la muscone et de la civettone, Ruzicka et ses collaborateurs établissent de façon magistrale la chimie des substances à grands cycles dans plus de 50 mémoires publiés de 1926 à 1950 environ. En 1939, l'Académie des Sciences de Stockholm décerne le Prix Nobel de chimie à Ruzicka, entr'autres, pour ses recherches sur les composés polyméthyliques.

Des centaines de corps de cette catégorie sont actuellement connus, cétones, lactones, carbonates, diesters, oxydes, alcools, imines, etc... dont les membres ayant des cycles possédant de 14 à 18 chaînons, possèdent des odeurs plus ou moins musquées, à l'exception peut-être des alcools.

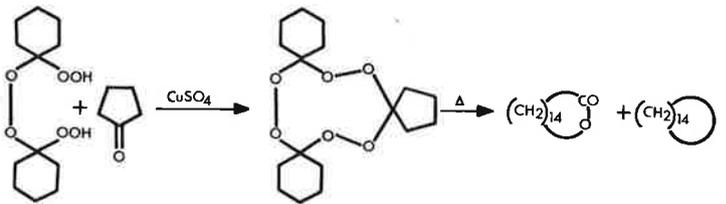
Les méthodes proposées pour synthétiser ces substances sont tellement nombreuses qu'il est impossible de les analyser dans le cadre de cette revue. A titre d'exemple, nous indiquerons seulement le principe d'une des méthodes industrielles la plus moderne pour la synthèse des lactones macrocycliques qui sont, en réalité, les produits, olfactivement, les plus intéressants.

Il s'agit de la fragmentation thermique ou photochimique de peroxydes de cétones. Considérons par exemple le peroxyde tricyclique de la cyclohexanone, une première rupture d'une des liaisons -O-O- conduit à la formation de deux radicaux alcoxy subissant à leur tour une β -fragmentation conduisant à l'ouverture de deux noyaux cyclohexaniques avec soudure des radicaux alcoyles formés. La répétition de ces processus conduit à la formation de cyclohexadécanolide (dihydroambretolide) à côté de cyclopentadécane.

On peut également obtenir des peroxydes mixtes de cétones. Si, sur le peroxyde de dihydro-1, 1' dicyclohexyle, on condense la cyclopentanone en présence de sulfate cuivrique, on obtient le pero-



xyde trimère-6, 6, 5. Ce dernier, comme le précédent, subit une série de fragmentation conduisant à la formation de cyclopentadécanolide à côté du cyclotétradécane :



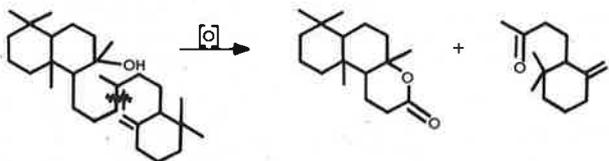
De leur côté, les produits à odeur ambrée ont fait l'objet de travaux très importants des groupes de Ruzicka, de Lederer et de Stoll.

L'ambre gris est une concrétion intestinale pathologique du cachalot. On le rencontre sous forme d'amas flottant à la surface des mers ou, parfois, échoué sur les côtes. Certains blocs d'ambre peuvent atteindre une centaine de kilogrammes. L'odeur de l'ambre gris est très fine et caractéristique.

Sa constitution est extrêmement complexe ; on y rencontre de l'épicoprostanol libre et estérifié (30 à 40 %), de la coprostane-3 one (3 à 5 %), du pristane (norphytane) (2 à 4 %) et de l'ambréine (25 à 45 %). La concentration en composés odorants volatils est inférieure à 0,5 %.

L'ambréine est certainement le composé le plus caractéristique de l'ambre gris et très probablement le précurseur de la plupart de ses composés odorants.

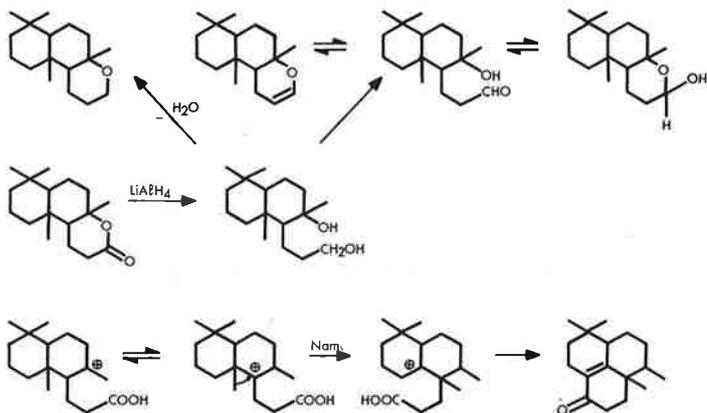
C'est en 1820 que Pelletier et Caventou ont isolé l'ambréine de l'ambre gris sous la forme d'un composé cristallisé ($F = 30^{\circ}C$) incolore et fortement odorant. Plus de cent ans après, Suzuki l'a obtenu à l'état pur sous la forme d'aiguilles incolores et inodores ($F = 83^{\circ}C$). Mais, ce n'est qu'en 1946 que sa constitution chimique exacte a été déterminée. Ruzicka et ses collaborateurs ont, en effet, montré que l'ambréine est un alcool triterpénique tricyclique. L'expérience cruciale qui a été à la base de cette détermination est l'oxydation de l'ambréine en une lactone appelée ambrénolide ($C_{17}H_{28}O_2$) et en dihydro γ -ionone ($C_{13}H_{22}O$).



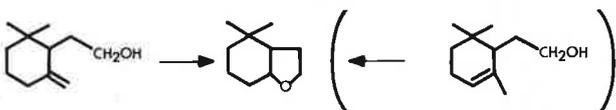
La dihydro γ -ionone a été isolée parmi les constituants volatils de l'ambre gris ; elle a été considérée, au début, comme un des responsables de l'odeur ambrée. En fait, la synthèse de cette cétone a permis de conclure qu'il n'en était rien.

Deux composés hétérocycliques oxygénés, l'un saturé, l'autre éthylénique ont été isolés parmi les principaux responsables de l'odeur de l'ambre gris. Le composé éthylénique a été isolé sous la forme d'un hydroxyaldéhyde en équilibre avec l'hémi-acétal interne, par le trai-

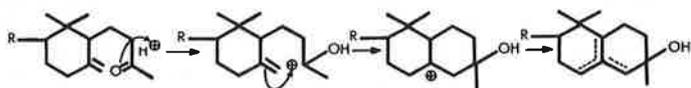
tement des parties volatiles à l'aide du réactif de Girard et Sandulesco. Ces deux «oxydes» ont été obtenus synthétiquement à partir de l'ambréinolide. Par ailleurs, si cette lactone est chauffée à 90°C avec de l'acide sulfurique à 80 %, on obtient, entr'autres produits, une cétone α,β -éthylénique tricyclique très fortement odorante :



A côté des deux composés hétérocycliques oxygénés, on trouve également le γ -homocyclogéranol dans les parties volatiles de l'ambre gris. Cet alcool peut être cyclisé par l'éthérate du trifluorure de bore en un autre composé hétérocyclique oxygéné possédant une odeur d'ambre beaucoup plus prononcée que celle du γ -homocyclogéranol (cet «oxyde» peut être également obtenu par cyclisation de l' α -homocyclogéranol).

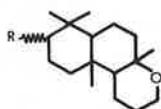


Le traitement de la γ -dihydro ionone en milieu acide conduit à un mélange de trois alcools bicycliques insaturés qui ont été appelés « α , β - et γ -ambrinols» ($R = H$) et dont l'odeur est chaude et ambrée, surtout à grande dilution.



L'introduction d'un groupement méthyle ($R = CH_3$) en α du gem-diméthyl dans la cétone initiale (γ -dihydro irone) conduit à un mélange d'homologues méthylés des ambrinols possédant des odeurs totalement différentes de ces dernières ; leur odeur est moins puissante et sans intérêt.

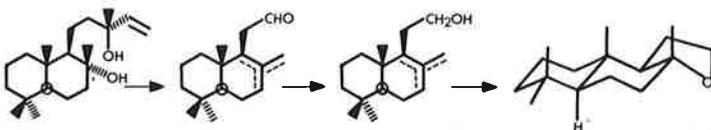
Il en est d'ailleurs de même si l'introduction de ce méthyle est effectuée dans l'ambréinolide. Le composé obtenu, traité comme il a été indiqué ci-dessus, conduit à un mélange d'au moins deux oxydes cristallisés possédant des odeurs fruitées :



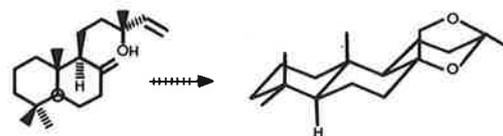
Des produits à odeur ambrée peuvent être également obtenus à

partir d'un glycol diterpénique, le **sclaréol** et d'un alcool diterpénique, le **manool**. Le sclaréol est extrait, principalement, des feuilles de sauge sclaréa (*Salvia Sclaréa*). De son côté, le manool est extrait de l'essence de bois du pin jaune de Nouvelle-Zélande (*Dacrydium biforme*).

Sans insister sur les réactions mises en œuvre, le sclaréol permet d'accéder à trois types de produits : un mélange d'aldéhydes non saturés possédant une odeur ambrée très nette, un mélange d'alcools saturés à odeur ambrée plus faible que celle des composés précédents, enfin un «oxyde» saturé doué d'une forte odeur ambrée.



De son côté, le manool est susceptible de fournir par oxydation un cétal possédant une très forte odeur ambrée.

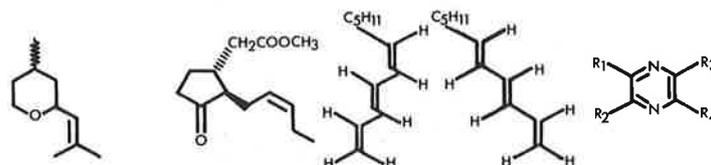


Les oxydes épimère et isomère dérivés des deux composés précédents ont des odeurs nettement plus faibles.



De nombreux autres composés à odeur ambrée, entièrement synthétiques, ont été également préparés. Il est difficile de les analyser dans le cadre restreint de cette revue.

Parmi les nombreux autres produits caractéristiques isolés plus récemment, nous citerons les méthyl-4 isobutényl-2 tétrahydropyranes *cis* et *trans*, isolés des essences de rose et de géranium, qui sont appelés trivialement «oxydes de Rose» ; le jasmonate de méthyle, isolé de l'absolue jasmin et à partir duquel on a dérivé de nombreux produits analogues ; les undécatriènes-1, 3, 5, isolés de l'essence de Galbanum, des pyrazines, isolées des essences de Galbanum, de Petit Grain, ainsi qu'à partir de nombreux arômes, en particulier de ceux de cacao et de café, etc...



Toutefois, une des caractéristiques principales de la parfumerie industrielle qui s'est développée après la 2^e guerre mondiale, est la recherche d'hémisynthèses des monoterpénoïdes aliphatiques, ainsi que celle de la synthèse totale des mono et des sesquiterpénoïdes aliphatiques.

Ces deux types de synthèses feront l'objet de la deuxième partie de cette publication.

Adénine arabinoside: un grand succès de la chimiothérapie antivirale

par Michel Privat de Garilhe
(Groupe Roussel-Uclaf et CNRS)



Les performances de l'adénine arabinoside dans le traitement d'une maladie redoutable : l'encéphalite herpétique, sont un nouveau succès à inscrire au palmarès des thérapeutiques utilisant des antimétabolites ou analogues de structure. C'est le couronnement de longs efforts dans une discipline difficile, la chimiothérapie des maladies à virus. Du point de vue chimique l'adénine arabinoside ou 9 - β - D - arabino - furanosyl adénine (encore appelé AA, ara-A ou vidarabine) est un

analogue des métabolites naturels bien connus que sont l'adénosine et la désoxy-adénosine (Figure 1). Les études faites sur AA s'insèrent dans le vaste programme entrepris à l'échelle internationale sur l'application des anti-métabolites notamment les analogues de nucléosides à la chimiothérapie antivirale, anticancéreuse et antimicrobienne. Une importante mise au point sur ce sujet a été présentée dès 1975 dans un volume spécial (600 pages) des *Annals of the New York Academy of Sciences* (1), on ne saurait donc brièvement résumer toutes les applications des analogues de nucléosides dans les divers domaines de la thérapeutique; je rappellerai seulement un précurseur de AA: le 5 - Iodo Uracile désoxyriboside, analogue de structure de la thymidine (Figure 1) qui a reçu, grâce principalement aux travaux de Prusoff et de Kaufmann (2) des applications importantes pour le traitement de l'herpès de la cornée. Dans le même ordre d'idées, cytosine arabinoside ou 1 - β - D - arabino furanosyl cytosine continue à tenir une place importante dans le traitement des leucémies. L'un et l'autre de ces deux produits ne sont pas exempts d'effets secondaires plus ou moins graves qui en ont limité l'emploi.

L'intérêt exceptionnel de l'adénine arabinoside serait dû à une meilleure tolérance que les analogues du même type qui l'on précédé. Cet avantage ressort, en autres propriétés intéressantes de la communication signée par un grand nombre de spécialistes américains, parue dans le *New England Journal of Medicine*, datée du 11 Août 1977 (3). En un bref mémoire de 6 pages seulement, ces spécialistes font le point sur une campagne à laquelle ont participé une quinzaine de centres hospitalo-universitaires du plus haut niveau sous le patronage du National Institute for Allergy and Infections Diseases (NIAD) : il y est démontré, statistiques à l'appui, que le traitement de l'encéphalite herpétique par AA, sous forme de perfusion quotidienne de 1 gramme de produit par jour pendant 10 jours, réduit la mortalité de 70 à 28 % ; malgré l'importance des doses administrées, aucun effet secondaire fâcheux n'est observé.

On conçoit que dans ces conditions, le Dr. Krause, directeur du NIAD et le Dr. Alford de l'Université d'Alabama soient allés jusqu'à déclarer, dans le feu de l'enthousiasme, qu'il s'agissait d'un événement thérapeutique comparable aux premières applications de la pénicilline par Fleming en 1941 et que la presse mondiale se soit

emparée de cette heureuse nouvelle, sans avoir toujours le discernement souhaitable.

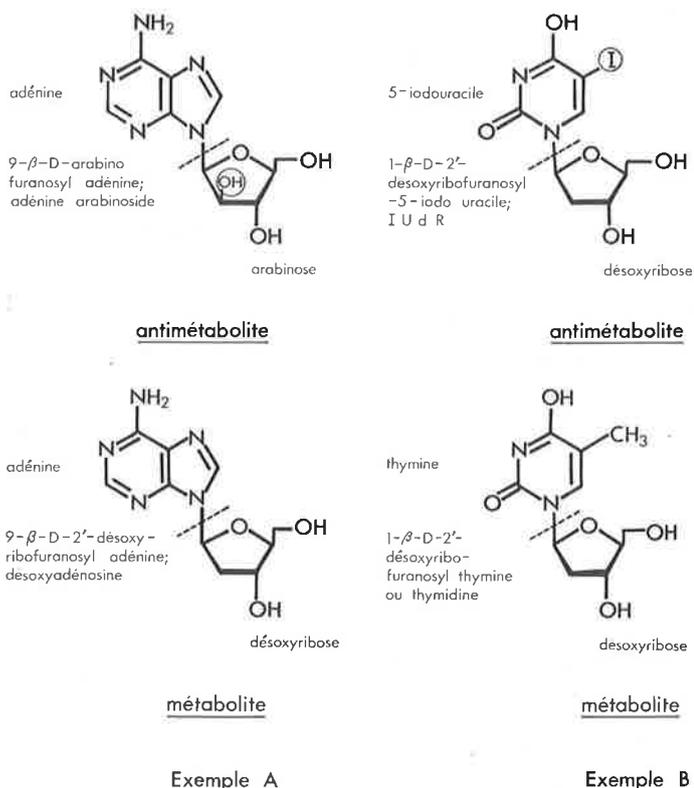


Figure 1 : Exemples d'analogies de structure dans la famille des nucléosides

Dans l'exemple A on voit que l'adénine arabinoside ne diffère du métabolite naturel entrant dans la composition de l'ADN, la désoxyadénosine, que par la présence d'un groupement hydroxyle OH se trouvant au-dessus du plan de la molécule de pentose; dans cet exemple, la base azotée, l'adénine, est la même dans les deux cas.

Dans l'exemple B l'analogie porte sur le groupement en position 5 de la base azotée : un atome d'iode dans le cas de l'analogie et un groupement méthyle dans le cas du métabolite naturel la thymidine. Le pentose est le même dans les deux cas, il s'agit du β - D - 2' - désoxyribofuranose.

Tout au long de ces recherches virologiques, pharmacologiques, toxicologiques et cliniques, échelonnées sur une dizaine d'années, les chercheurs américains ont toujours eu la courtoisie de reconnaître que les premières observations sur l'activité antivirale de l'adénine arabinoside vis-à-vis des virus à Acide désoxyribonucléique (ADN ou DNA) et singulièrement sur le virus de l'herpès, étaient dues à deux chercheurs français Michel Privat De Garilhe et Jean De Rudder, alors au Centre de recherche des laboratoires SIFA-Diamant, à la Plaine Saint Denis (4).

L'adénine arabinoside peut être obtenu assez facilement par synthèse, par exemple, selon la méthode de Glaudemans et Fletcher (5) ou même par fermentation : en effet des chercheurs de la firme Park Davis d'une part et du Southern Research Institute d'autre part ont découvert indépendamment une activité antivirale dans un extrait antibiotique provenant de *Streptomyces antibioticus*; par la suite ils devaient démontrer que cette substance antivirale était identique à l'adénine arabinoside (6).

Il convient de rappeler aussi les travaux de Bergmann et Feeney (7) qui sont les premiers à avoir isolé des arabinosides d'origine naturelle : thymine arabinoside et uracile arabinoside, à partir de l'éponge *Cryptotethia crypta*. L'identification ayant pris un certain temps, ces auteurs avaient appelé provisoirement leurs produits spongothymidine et spongouridine, pour signaler à la fois l'origine de ces produits et leur analogie probable avec des nucléosides connus. Par extension on trouve quelquefois l'appellation «Spongoadénosine» pour AA,

bien que ce dernier n'ait jamais été isolé, à ma connaissance, à partir des éponges.

Le mécanisme d'action de l'adénine arabinoside a fait l'objet de nombreuses études, lesquelles sont rassemblées entre autres publications dans l'ouvrage de Pavan-Langston et al. (6). Ce nucléoside sous forme de son 5'- triphosphate, est un inhibiteur compétitif de la biosynthèse de l'ADN : au cours de cette biosynthèse AA est incorporé à l'extrémité des chaînes en cours de formation, ce qui entraîne le blocage immédiat de l'élongation et la formation de courts fragments d'ADN dépourvus de signification génétique. Comme l'ADN est à la base de tous les processus de la vie et de la reproduction des êtres vivants, y compris des virus, toute substance de nature à bloquer la synthèse de l'ADN viral, bloque par là-même la reproduction du virus correspondant.

Lors des applications en virologie, ce blocage de la biosynthèse de l'ADN par AA s'est montré efficace uniquement dans le cas des virus à ADN (herpes virus, poxvirus...) et dans le cas des virus à ARN faisant intervenir l'ADN dans leur cycle de reproduction (rétrovirus). On n'a pas encore trouvé de médicament efficace et non toxique pour le traitement des viroses dues à des virus à ARN; heureusement qu'il existe des vaccins.

Une explication du blocage de la biosynthèse de l'ADN par les arabinosides en général pourrait être fournie par les études optiques et par la construction de modèles moléculaires (8). On se rend compte que la molécule d'un arabinoside comme AA est beaucoup plus rigide que celle de l'adénosine et de la désoxyadénosine. Si l'on admet comme valable le modèle "couteau-fourchette" pour la réplication semi conservative de l'ADN (9), un tel modèle suppose une grande souplesse des substrats nucléoside-triphosphates, surtout au moment du changement de sens de la machinerie et peut-être une permutation facile du sucre sur le pentose, ce qui n'est guère facile dans le cas des arabinosides (Figure 1).

En ce qui concerne les applications futures de l'adénine arabinoside, l'expérimentation clinique se poursuit activement et compte tenu des résultats encourageants déjà obtenus, il est à prévoir que l'on va envisager dès à présent son utilisation accrue pour le traitement de toutes les formes d'herpès et sans doute le traitement d'autres virus.

En effet, au terme du 10^e Congrès international de chimiothérapie (Zurich, 18 - 23 septembre 1977), l'adénine arabinoside, par sa valeur thérapeutique confirmée, se détache nettement du peloton des autres antiviraux.

Il faut être conscient du fait que AA représente un cas de médicament doué de qualités rarement réunies chez un même produit :

- une préparation réalisable industriellement par fermentation ou par bioconversion, à un prix abordable,
- des propriétés antivirales de premier ordre, sans doute plus étendues que ce que l'on pense, actuellement,
- une bonne tolérance et l'absence d'effets secondaires majeurs,
- l'absence d'effet immunosuppresseur,
- le fait que jusqu'à présent il ne provoque pas l'apparition de résistance de la part des virus traités.

Ce n'est pas tout : l'adénine arabinoside a été l'objet d'une large expérimentation dans le domaine anticancéreux. Le produit utilisé seul a déjà une activité intéressante, mais en association avec d'autres antimétabolites notamment avec cytosine arabinoside, on peut améliorer les performances de l'un ou l'autre produit pris isolément (10).

Enfin les connaissances récemment acquises sur le mécanisme d'action des arabinosides devraient permettre de concevoir par le raisonnement des molécules qui seraient des "armes absolues". La voie est donc ouverte en direction de nombreuses et passionnantes recherches.

Bibliographie

- (1) A. Bloch, Editeur, Chemistry Biology and Clinical uses of nucleoside analogs, *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1975, vol 255.
- (2) W. H. Prusoff, V.S. Bakhle et L. Sekely, *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1965, 130, 135.

(3) R.J.W. Whitley et al. *N. Eng. J. Med.*, 1977, **297**, 289.
(4) M. Privat de Garilhe et J. De Rudder, *C.R. Acad. Sci. Paris*, 1964, **259**, 2725.
(5) C.P.J. Glaudemans et H.C. Fletcher, *J. Org. Chem.*, 1963, **28**, 3004.
(6) D. Pavan-Langston, R. A. Buchanan et C.A. Alford, Editeurs, Adenine Arabinoside, an antiviral agent, Raven Press New York, 1975.

(7) W. Bergmann et R.J. Feeney, *J. Amer Chem. Soc.*, 1950, **72**, 2809; *J. Org. Chem.*, 1951, **16**, 981.
(8) W. Guschlbauer et M. Privat de Garilhe, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1969, **51**, 1511.
(9) J.N. Davidson, The biochemistry of the nucleic acids, Chapman and Hall, London, 1976.
(10) M. Privat de Garilhe et J. De Rudder, Progress in antimicrobial and anticancer chemotherapy, *U. of Tokyo Press*, 1970, **2**, 180.

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

L'industrie chimique et la corrosion *

par A. Ferat

Rhône-Poulenc Chimie fine, R.T.S., 69190 St-Fons

et H. Mazille

(INSA, Service Physico-chimie industrielle, Bât. 401, 69621 Villeurbanne



A. Ferat



H. Mazille

L'industrie chimique en Europe et plus particulièrement en France a connu depuis une trentaine d'années un remarquable développement, qui s'est effectué en diversité de produits, en quantité et en

**Conférence prononcée aux Journées d'études "Cefracor", consacrées à la corrosion dans les industries chimiques (Lyon, 3 - 5 mai 1977).*

qualité. Parmi les facteurs qui ont largement contribué à cet essor citons la présence «à l'époque» d'une énergie abondante et bon marché, l'utilisation de technologies nouvelles développées en particulier par l'industrie du pétrole et le remplacement, par d'autres matériaux, de l'acier ordinaire qui était pratiquement un des seuls matériaux métalliques utilisés auparavant.

En dépit de progrès considérables, ce facteur matériau reste encore souvent une contrainte. En effet, étant donné l'étendue de la gamme des produits obtenus, pour la plupart, dans des conditions de plus en plus sévères, nombreux sont les matériaux dont la résistance à la corrosion est insuffisante. Or l'apparition d'une forme quelconque de corrosion dans une installation industrielle a le plus souvent des répercussions financières considérables.

Dans l'industrie chimique, la corrosion apparaît actuellement comme un phénomène contre lequel il convient de lutter sérieusement, un peu comme une maladie grave mais plus ou moins mystérieuse. La meilleure manière pour la démystifier est de ne plus la considérer comme inévitable et de l'aborder d'une manière plus scientifique. C'est ainsi qu'il existe aux U.S.A. depuis quelques années, des écoles d'ingénieurs "corrosion" et nombreuses sont les sociétés qui, dans ce pays, possèdent leurs propres "corrosionistes". Il faut bien admettre que les autres pays industriels, la France en particulier, ont un certain retard en ce domaine.

Dans une première partie, nous allons nous efforcer de saisir les difficultés propres à l'industrie chimique dans le domaine de la corrosion en essayant de définir ce qu'est, ou devrait être, l'ingénieur corrosion, son implantation, son rôle, ses moyens.

Dans une seconde partie, nous exposerons les conséquences financières de la corrosion et illustrerons, avec quelques cas, les principaux problèmes rencontrés dans l'industrie chimique.

En conclusion, nous préciserons les domaines dans lesquels il serait souhaitable que toutes les parties concernées par ces problèmes, chimistes, métallurgistes, etc., unissent leurs efforts afin de lutter plus efficacement, et même permettre à des nouveaux procédés, plus économiques, de voir le jour.

I. L'ingénieur corrosion dans l'industrie chimique

I. 1. Ses difficultés

Les problèmes relatifs à la corrosion étaient, il y a quelques années, l'affaire des exploitants, c'est-à-dire des ingénieurs chimistes. Si ceux-ci possédaient une culture suffisante pour comprendre les phénomènes et les interpréter, ils manquaient par contre de données de base et ignoraient la plupart du temps l'influence de certains paramètres, tels que la teneur en chlorures ou en oxygène, la présence de traces d'eau, d'impuretés etc... Ils s'en remettaient alors aux fournisseurs par manque de temps et de moyens.

Par ailleurs, la corrosion a longtemps été considérée un peu comme une "maladie honteuse" avec laquelle "on" était obligé de vivre mais que l'"on" essayait de cacher ou de minimiser. De toute façon, "on" en parlait le moins possible. Or l'exemple de la médecine le prouve abondamment, la lutte est d'autant plus efficace que les malades sont informés et "décomplexés" et qu'à la moindre alerte, ils vont consulter leur médecin traitant.

Une grande partie des difficultés rencontrées, dans l'industrie chimique, pour l'organisation de l'anti-corrosion provient de ce facteur et également du fait que la corrosion couvre des domaines très différents tels que : chimie, électrochimie, génie chimique, mécanique, métallurgie, thermodynamique... Une seule personne peut difficilement posséder des connaissances approfondies dans tous ces domaines. Ce n'est d'ailleurs pas indispensable. En effet, le rôle du corrosionniste de l'industrie chimique est avant tout l'étude et le contrôle des phénomènes de corrosion se développant sur les installations industrielles. Ceci signifie qu'il doit parler couramment le langage anticorrosion, c'est-à-dire qu'il doit comprendre, interpréter, utiliser la littérature spécialisée et ensuite faire appel, dès que cela est nécessaire, aux différents spécialistes, aux différents techniciens compétents, entre autres ceux des services analytiques. Il doit donc pour cela posséder une formation générale dans les différents domaines précités. Une ou deux spécialisations peuvent certes lui être très utiles et lui faciliter son travail. Mais il ne faut pas que cet avantage se transforme, à la limite, en un inconvénient, celui d'une approche et d'une étude des problèmes toujours orientés dans le même sens.

Tout ceci souligne la nécessité du travail d'équipe et l'importance des contacts personnels et des rencontres avec d'autres personnes de la même société, d'autres sociétés ou encore avec des universitaires ou plus généralement des chercheurs. Le présent exposé est la preuve d'une collaboration efficace et enrichissante pour les deux partenaires.

I. 2. Son implantation

Une autre difficulté dans l'organisation de l'anti-corrosion réside dans l'implantation

du corrosionniste. En effet, placé dans un contexte usine, l'ingénieur-corrosion se transformerait vite en ingénieur-entretien. A l'inverse, isolé dans un centre de recherches, il se trouverait trop éloigné de la pratique industrielle et de ses problèmes. Il existe un compromis : le service "pilotes" ou demi-grand qui, comme son nom l'indique, est, au point de vue rôle et taille, l'intermédiaire entre le laboratoire et l'unité industrielle. Si cette solution présente l'avantage d'un environnement recherche, elle conserve tout l'inconvénient relatif à l'éloignement des unités de fabrication. En effet, le fait de ne pas être sur place dans l'usine entraîne non seulement le risque d'arriver lorsque l'installation a déjà été remise en service et de n'avoir à observer que le morceau de tube corrodé qui a été mis de côté, mais également celui de passer pour une sorte d'inspecteur enquêteur. C'est à ce niveau surtout que doivent intervenir les talents de diplomatie et de psychologie, qualités indispensables chez le corrosionniste.

L'avantage essentiel de l'implantation "pilotes" reste toutefois la faculté d'étudier ou de confirmer la tenue de tel ou tel matériau dans des conditions réelles de marche, d'étudier et de suivre l'influence de paramètres, tels que la température, la concentration, l'agitation..., afin de pouvoir préciser ensuite à l'exploitant les "fourchettes", les domaines de travail compatibles avec un bon fonctionnement de l'installation. Par exemple, une légère modification dans une procédure de mise en route ou d'arrêt d'une installation peut entraîner des conséquences extrêmement bénéfiques quant à sa durée de vie. L'inverse est hélas tout aussi vrai.

I. 3. Son rôle

Il consiste en 3 activités et 2 missions.

Les 3 volets de l'activité sont :

- le diagnostic qui est trop souvent basé sur un examen post mortem
- le "suivi", qui consiste en des contrôles plus ou moins périodiques.
- la prévention, qui correspond au choix des matériaux, de leur mode d'assemblage et des méthodes de protection.

Les 2 missions sont la formation et l'information.

I. 3.1. Activités

Une des activités consiste à déterminer les causes de l'apparition parfois brutale d'un phénomène de corrosion.

Lorsqu'un incident vient de se produire en usine, il est essentiel que l'intervention du corrosionniste soit rapide, aussi bien pour rassembler tous les éléments nécessaires à une bonne compréhension du phénomène que pour proposer des remèdes et minimiser les conséquences financières consécutives au mauvais fonctionnement de l'installation. Dans certains cas le diagnostic peut

être immédiat, dans d'autres, il peut demander des essais complémentaires en laboratoires.

La tâche du corrosionniste consiste également à suivre l'évolution éventuelle de la corrosion dans des appareils souvent essentiels pour le fonctionnement de l'installation. C'est en particulier le cas des réacteurs, des échangeurs de chaleur, des colonnes de distillation etc. Ce suivi s'effectue sur des appareils en service depuis un certain temps ou sur des appareils neufs. Il s'agit le plus souvent, dans le premier cas d'un phénomène déjà observé et à caractère de gravité modéré, par exemple une corrosion généralisée et dans le deuxième d'un phénomène redouté, souvent du fait d'un changement de matériau ou d'une modification de procédé.

La partie la plus délicate de l'activité du corrosionniste est sans conteste celle concernant le choix des matériaux dans le cadre de la réalisation d'une nouvelle unité ou dans celui d'un changement de matériau. Une erreur de sa part peut en effet avoir des répercussions considérables sur l'avenir d'une telle unité. Si certains aspects du procédé sont bien connus, d'autres le sont parfois beaucoup moins. C'est à ce niveau que le travail d'équipe est particulièrement important, car il est rare que le corrosionniste puisse résoudre seul l'équation "matériau - milieu - fonction". Les phénomènes de corrosion étant très souvent liés à des conditions locales, telles que la température, la concentration, la teneur en gaz dissous, etc., le corrosionniste va être amené à approfondir ses connaissances, en particulier celles relatives aux conditions de fonctionnement avec « l'ingénieur procédé », et celles relatives au mécanisme du processus chimique avec l'ingénieur chimiste. Après avoir fait appel à son expérience, le corrosionniste doit confirmer le choix des matériaux par des essais en laboratoires et/ou en pilote avant de passer au stade industriel.

I. 3.2. Missions

Le rôle du corrosionniste ne doit pas se limiter aux interventions et aux essais, mais également comprendre les missions de formation et d'information. Il doit en particulier faire profiter l'ensemble du personnel de ses observations, de manière à le sensibiliser sur tous ces problèmes et à créer ainsi un état d'esprit anticorrosion, qui ne peut qu'être bénéfique et profitable à tous. Cette sensibilisation doit bien sûr se faire au niveau des ingénieurs et techniciens concernés, mais aussi au niveau de la direction elle-même, et ce à partir de toutes les expériences heureuses ou malheureuses. Ce genre d'information a en effet un double but : celui de répondre à une question précise, et, à plus longue échéance, celui de documenter.

Une telle documentation traduit finalement l'expérience du corrosionniste, et celle de son laboratoire qui joue lui aussi un rôle essentiel.

I. 4. Ses moyens d'investigations

Sans nier l'importance de moyens analytiques sophistiqués, le laboratoire corrosion, même avec des moyens relativement modestes, doit être capable de résoudre une grande partie des problèmes qui lui sont posés.

Pour cela il doit pouvoir :

- disposer de l'appareillage classique de

II. La corrosion dans l'industrie chimique

II. 1. Aspect économique

II. 1.1. Conséquences financières de la corrosion

Selon des estimations relativement récentes *, le coût de la corrosion aux U.S.A. et dans les autres nations dites «développées» se situe à 1,25 % du PNB. Aux U.S.A., par exemple, cela signifie pour 1972 une somme supérieure à 15 milliards de dollars, somme supérieure à celle due aux catastrophes naturelles telles que inondations, incendies, tremblements de terre, typhons, tornades... Certaines estimations arrivent même à doubler ce chiffre, ce qui donnerait une somme supérieure à 800 F par an et par américain.

Dans les industries chimiques, et en particulier l'industrie chimique française, les chiffres, en valeur relative, sont probablement aussi élevés.

Pour le groupe Rhône-Poulenc, nous disposons d'estimations à partir des frais d'entretien. Ceux-ci dépendent essentiellement du site et de la nature des productions. C'est ainsi qu'ils varient du simple au double pour deux usines de 2.500 personnes.

La part relative de la corrosion dans ces frais d'entretien est en conséquence difficilement chiffrable, mais il est généralement admis qu'elle représente plus de 20 % de ce budget.

Quoi qu'il en soit, le coût dû à la corrosion dépasse la somme de 100.10⁶ F/an pour l'ensemble du groupe.

Ce chiffre met en évidence l'importance du problème, surtout du fait qu'il ne tient compte que d'une partie des pertes financières dues à la corrosion.

En effet, celles-ci sont de différents types :

- pertes directes : elles correspondent au coût des pièces à remplacer et à celui des réparations à effectuer. Dans le cas du remplacement d'un matériau par un matériau plus noble s'ajoute naturellement la différence de prix, mise en œuvre comprise, entre les deux matériaux. Ces pertes comprennent également le coût dû à l'entretien, celui-ci se manifestant par différents contrôles plus ou moins systématiques, le renouvellement des peintures et autres revêtements protecteurs,... sans oublier le coût dû à la mise en

métallographie et d'électrochimie ainsi que de divers appareils permettant l'étude et le contrôle de la corrosion.

- réaliser différents types d'essais plus ou moins classiques en vue d'étudier ou de reproduire le comportement des matériaux dans des conditions données.

Il convient de signaler qu'il est parfois

place de méthodes de protection, telles que protections cathodique ou anodique, emploi d'inhibiteurs, etc...

Remarque :

Certaines unités doivent augmenter leur capacité de production. Dans ce but, comme cinétique et température vont généralement de pair, les exploitants ont tendance à augmenter les températures de service, et la corrosion qui était jusque-là modérée, peut dans ces nouvelles conditions devenir prohibitive.

- Pertes indirectes :

Elles peuvent être très importantes. Elles correspondent essentiellement à un manque à gagner par arrêt de production. Dans le cas de grosses unités, de 500 t/j ou plus, et de produits relativement élaborés, de plusieurs F/kg, de telles pertes se chiffrent à plus de 10 kF/h, sans compter l'éventualité d'une perte de marché du fait de la concurrence.

A ce facteur s'ajoute celui relatif à la contamination du produit, car ce dernier peut être altéré par des produits de corrosion et être l'objet d'un rejet étant donné les spécifications de plus en plus sévères. Dans les pertes indirectes se situe également la notion de "coefficient de sécurité". En effet, la crainte de la corrosion conduit souvent à calculer les appareils avec des "surépaisseurs de corrosion" importantes, et à prendre des pompes plus puissantes à cause de l'obstruction partielle des tuyauteries par les produits de corrosion, notamment la rouille.

- Pertes diverses

Aux pertes directes et indirectes s'ajoute un 3^e type de pertes regroupant différents facteurs difficilement chiffrables. Les accidents corporels constituent sans conteste le risque le plus grave.

L'industrie chimique, malheureusement, a encore de temps en temps à déplorer des accidents, imputables à la corrosion, résultant par exemple d'une fuite d'un liquide chaud ou d'un fluide toxique, ou à l'extrême d'une véritable explosion.

D'autres facteurs concernent les charges salariales liées à la corrosion, le gaspillage en travail consécutif au remplacement et à l'entretien des installations corrodées, ainsi que l'épuisement des ressources naturelles en minerais.

II. 1.2. Optimum technico-économique dans le choix d'un matériau

Les répercussions financières de la corrosion montrent bien le rôle à la fois considérable et délicat du corrosionniste dans le

possible d'arriver rapidement à de bons résultats avec des moyens peu coûteux, mais avec du bon sens et de l'expérience ; c'est le cas du marteau pour la corrosion intergranulaire, de l'aimant pour les matériaux magnétiques, du nitrate d'argent pour la mise en évidence des chlorures et du nez pour la détection des composés sulfurés.

choix des matériaux et dans celui de leur mise en œuvre et de leur utilisation. Celui-ci est à la fois varié et limité. Varié car il englobe acier ordinaire et platine en passant par les aciers inoxydables, le nickel et ses alliages, le titane, le tantale... et les matières plastiques. Mais ce choix est limité, car intervient une notion fondamentale qui est celle du rapport "investissements/entretien".

Les principaux facteurs qui conditionnent un tel choix sont en résumé :

- les caractéristiques physiques, en particulier mécaniques
- la résistance à la corrosion
- le prix et la mise en œuvre
- le coût de l'entretien

Une installation peu coûteuse à l'achat, mais coûteuse en entretien peut être rentable si son utilisation est provisoire et limitée dans le temps (importance de la notion de durée de vie). Mais de plus en plus dans l'industrie chimique l'optimum technico-économique correspond au choix d'une installation avec entretien minimum et fiabilité maximum. D'où l'importance de l'expérience, d'une part, et de l'étude préalable des phénomènes éventuels de corrosion en laboratoire et en "Pilote".

II. 2. Aspect technique

II. 2.1. Prédominance des propriétés chimiques sur les caractéristiques mécaniques

Les matériaux destinés à la construction des appareils de l'industrie chimique doivent répondre à des impératifs d'ordre mécanique et chimique. Les premiers, qui résultent des caractéristiques mécaniques et des possibilités de mise en œuvre, sont importants certes, mais beaucoup moins que les seconds relatifs à la résistance à la corrosion. En effet, lorsque les métaux ferreux habituels, aciers et fontes, et ensuite aciers inoxydables, ne conviennent pas, l'industrie chimique n'hésite pas, s'il le faut, à faire appel à des matériaux à faibles caractéristiques mécaniques et/ou non soudables, tels que graphite, Téflon, acier verré..., de préférence à d'autres matériaux plus résistants mécaniquement. La tenue des matériaux dans les différents milieux de l'industrie chimique est essentielle.

Par les nombreux problèmes concernant cette tenue des matériaux, il se glisse parfois de faux problèmes, citons par exemple le mélange de nuances d'aciers inoxydables avec et sans molybdène. Avec

*Materials Performance, avril 74, p. 15 à 17.

un peu d'expérience et des moyens de contrôle, l'élimination de ces faux problèmes est en général assez rapide.

Restent alors tous les autres problèmes que

III. Principaux modes de corrosion rencontrés

III. 1. Corrosion uniforme

C'est la forme la plus connue et la plus fréquente. Si elle est relativement facile à contrôler et par conséquent peu dangereuse, il n'en reste pas moins que la quantité de métaux et alliages ainsi détruits, donc à remplacer plus ou moins régulièrement, est considérable.

Ce mode de corrosion se rencontre essentiellement dans le cas du couple acier ordinaire/eau et dans celui du couple acier réfractaire/composés sulfurés.

Les cas sont malheureusement nombreux.

III. 2. Corrosion fissurante

La corrosion sous contrainte se rencontre le plus fréquemment sur le couple acier inoxydable/chlorures, du fait du remplacement de l'acier ordinaire par l'acier inoxydable pour des raisons d'entretien, en particulier au niveau des échangeurs. Or toutes les eaux industrielles contiennent au moins 10 à 20 ppm de chlorures, quantité suffisante pour faire apparaître ce phénomène à partir d'une température d'environ 60 °C ou même parfois inférieure selon notamment les conditions locales de concentration et de contraintes.

Parmi les nombreux cas concernant ce même couple citons :

- fissuration d'un échangeur, type Ramen, véhiculant une eau industrielle de 20 à 45 °C.
- fissuration d'un couvercle de condenseur d'un autoclave de polymérisation du chlorure de vinyle.
- fissuration d'un élément de tuyauterie soudé, véhiculant à 60 °C un composé aromatique chloré contenant 2 ppm de chlorure libre, fissuration certainement provoquée par un phénomène de démixtion.
- fissuration d'un coude embouti véhiculant à 230 °C un mélange de diphénols et de polyphénols contenant au maximum 20 ppm de chlorures.

Parmi les cas concernant d'autres couples, citons :

- fissuration de réacteurs soudés, en acier inoxydable réfractaire, par formation d'acides polythioniques pendant un arrêt.

IV. Conclusion

Il est certain que la tendance actuelle de l'industrie chimique est à la réalisation d'installations industrielles fiables et à l'entretien minimum. Le point délicat consiste à déterminer le matériau correspondant à l'optimum technico-économique, car il n'y a pas et il n'y aura sans doute jamais de "matériau miracle". Ainsi le

choix doit-il être effectué en tenant compte de très nombreux facteurs physiques, mécaniques et en fonction d'une certaine expérience.

- fissuration d'éléments de tuyauterie, en nickel bas carbone, par de la soude à 380 °C, provoquée par la présence de gradients thermiques importants.
- fissuration d'un appareil usiné, en titane T 40, plongé dans un milieu méthanolique chloruré à 80 °C.

Le phénomène de fissuration par corrosion-fatigue se rencontre plus rarement.

III. 3. Corrosion par piqûres

Ce mode de corrosion qui est également très répandu, se rencontre presque essentiellement sur le même couple acier inoxydable/chlorures. Il se produit dans les milieux aqueux mais aussi dans les milieux organiques contenant des traces d'eau.

Citons par exemple :

- fond conique d'un réacteur en acier inoxydable contenant un composé aromatique chloré et de l'HCl vers 80 °C.
- parois et accessoires d'un réacteur en acier inoxydable contenant du phénol, un peu d'eau et des chlorures.

III. 4. Corrosion intergranulaire

Ce type de corrosion s'observe essentiellement dans les zones thermiquement affectées par une soudure.

De nombreux métaux et alliages y sont sensibles ainsi qu'en témoignent les cas suivants :

- plaque tubulaire d'un échangeur en acier inoxydable corrodée par un mélange d'acides aliphatiques vers 180 °C.
- gaine thermométrique en Hastelloy C en présence de phénol et de HCl à 45 °C.
- soufflet de dilatation en zirconium dans les mêmes conditions que précédemment.
- serpentins de chauffage en titane pour l'acide acétique à 50 °C.

III. 5. Corrosion par érosion et cavitation

Le cas des turbines de pompes et des pales d'agitateurs est le cas le plus fréquent. Ce phénomène peut toutefois se manifester au niveau de coudes, d'étranglements, et d'autres endroits comme dans l'exemple suivant :

- plaque tubulaire d'un échangeur en acier

concernant la corrosion est finalement assez réduit et que la fréquence des différents cas observés est en assez bon accord avec celle relevée chez Du Pont *.

inoxydable en contact avec un composé aromatique fluoré à 160 °C.

III. 6. Corrosion caverneuse

Ce type de corrosion s'observe principalement sous les dépôts de toutes sortes et sous les joints, notamment au niveau des brides.

Les métaux et alliages à film passif protecteur y sont sensibles :

- serpentins de chauffage en titane : corrosion en milieu acide acétique à 50 °C provoquée par un dépôt de silice.
- corps de vanne en titane : corrosion sous le joint due à un séchage du chlore.

III. 7. Corrosion sélective

Mis à part le cas des alliages de cuivre qui sont assez peu utilisés dans l'industrie chimique, ce phénomène ne se rencontre guère que sur les fontes grises. Il est alors appelé graphitisation car la dissolution lente de la matrice ferritique conduit finalement à un enchevêtrement des lamelles de graphite.

III. 8. Corrosion galvanique

La corrosion galvanique avec deux métaux différents résulte, sauf cas particuliers de liaisons acier ordinaire - acier inoxydable en particulier au niveau des échangeurs, de solutions de dépannage.

Elle se rencontre aussi parfois pour une même nuance mais avec deux états métallurgiques différents. C'est par exemple le cas de l'échangeur à plaque tubulaire forgée munie de tubes étirés ou roulés-soudés : il y a hétérogénéité entre la plaque et les tubes, et corrosion de l'extrémité des tubes.

III. 9. Autres types de corrosion

Ils englobent un certain nombre de problèmes, tels que les attaques préférentielles au niveau des soudures, les cas de fragilisation par l'hydrogène, les corrosions sur les parois chaudes ou froides, et divers incidents provoqués par les arrêts et démarrages.

du matériau. Aussi faut-il envisager la présence ou prévoir la possibilité de concentration de certaines impuretés et vérifier, éventuellement par des essais préalables en laboratoires et/ou en pilote, son influence

*Hydrocarbon Processing, January 1975, p. 74 à 76.

ainsi que celle d'autres facteurs, tels que la température, l'agitation..., et dans le cas de produits organiques chlorés, la possibilité de démixtion d'une phase aqueuse riche en chlorures. La notion de niveau de contraintes locales est également très importante et peut être très différente du taux de travail classique.

Une méconnaissance de ces facteurs conduit parfois certains exploitants à remplacer un matériau présentant une tenue insuffisante à la corrosion par un matériau plus noble. L'exemple le plus fréquent est celui du remplacement de l'acier ordinaire par un acier inoxydable classique notamment pour les échangeurs à eau industrielle. Cette solution peut se révéler très mauvaise car la présence de plusieurs dizaines de ppm de chlorures peut transformer la corrosion généralisée, relativement lente, de l'acier ordinaire, en une corrosion sous contrainte, rapide, de l'acier inoxydable. La solution consiste alors en l'utilisation d'une nuance plus élaborée,

mais encore plus coûteuse, ou en l'utilisation d'un acier allié, de type ferritique, encore peu utilisé dans l'industrie chimique pour diverses raisons.

Un point important, concernant plus spécialement les aciers inoxydables austénitiques dont les nuances les plus couramment utilisées sont celles au molybdène, est celui de la réalisation en laboratoire d'essais ou tests, suffisamment représentatifs, et permettant une estimation quantitative de la corrosion localisée, cavernueuse et par piqûres. Il est en effet très difficile d'apprécier avec une sécurité suffisante les risques précités et de prévoir une durée de vie de l'installation. Les difficultés relèvent essentiellement du temps d'initiation souvent long de ces phénomènes et de la complexité de certains milieux, aqueux et organiques, parfois très délicats à reconstituer au laboratoire. Dans le cas des milieux organiques, la possibilité d'adsorption d'un film aqueux repose le problème des conditions locales.

Dans le domaine des températures élevées, les matériaux actuels ne sont pas toujours satisfaisants, et leur emploi pose des problèmes pour un certain nombre de procédés.

Citons par exemple :

- les réactions utilisant les composés en atmosphères oxydantes et/ou réductrices.
- les réactions mettant en oeuvre les composés halogénés volatils, en particulier ceux du fluor.
- les réactions utilisant les sels fondus, soit dans le procédé lui-même, soit comme fluide caloporteur.

Dans tous ces domaines, il est incontestable qu'un effort conjoint de toutes les parties concernées, allant des aciéristes aux exploitants, devrait faire progresser la lutte contre la corrosion et favoriser le développement de certains procédés. Un tel effort devrait même permettre à de nouveaux procédés de voir le jour.

Opposition et complémentarité des notions d'orbitales moléculaires localisées et délocalisées Quelques aspects pédagogiques

par Roland Lissillour

(Université de Rennes, U.E.R. Structure et propriétés de la matière, Laboratoire de chimie théorique, 148 Av. du Général Leclerc, B.P. 25 A, 35031 Rennes Cedex).

L'enseignement de la théorie de la liaison chimique pose de nombreux problèmes dans les cours d'initiation. La plupart des ouvrages, traitant de la question, restent souvent confus et il n'est pas toujours aisé de déceler à quel niveau d'approximation se placent les auteurs. La notion d'hybridation, par exemple, n'a pas exactement le même sens dans le cadre des orbitales moléculaires localisées que dans celui des orbitales délocalisées ; l'interprétation des diagrammes d'énergie ne peut se faire de la même façon dans les deux cas... On tente, dans ce qui suit, d'exprimer le plus clairement possible les difficultés pédagogiques de l'exposé et d'en présenter une solution.

Localisation, délocalisation ? Le problème est bien connu des chimistes théoriciens. L'intérêt porté aux séminaires internationaux organisés ces dernières années au C.M.O.A. (1, 2) montre bien que la question ne cesse de passionner le chercheur. Mais, sur le plan pédagogique, les différents aspects de ces deux modes de description ne sont pas toujours bien définis dans les ouvrages d'initiation à la théorie de la liaison chimique. Ainsi voit-on souvent l'étudiant confronté, dans un premier cours, à la notion d'hybridation sp^3 du carbone qui lui confirme clairement la structure tétraédrique du méthane ; puis, dans un cours supérieur, on lui montre d'une façon toute aussi limpide que le méthane tétraédrique doit se plier aux lois du groupe T_d qui interdit, a priori, la formation d'hybrides sp^3 . Il a subi deux langages, apparemment contradictoires, et le plus souvent il risque d'être seul à essayer de faire lui-même la synthèse sinon le bilan de l'enseignement reçu. Cette même notion d'hybridation vient au secours de la plupart des auteurs pour expliquer (?) une inversion de certains niveaux d'énergie d'orbitales moléculaires (OM) des molécules diatomiques. Ces diagrammes d'orbitales moléculaires délocalisées sont aussi utilisés pour les molécules plus importantes conjointement ou en préface de considération d'hybridation à tel point qu'il n'est guère possible qu'un lecteur débutant puisse en retirer un quelconque profit. On peut éviter ce débat si, ignorant la notion d'orbitale, on traite la fonction polyélectronique dans son ensemble comme fonction propre de l'opérateur Hamiltonien total et des opérateurs de symétrie de la molécule. Mais, cette solution n'est pas à la portée d'un étudiant de propédeutique et si elle peut satisfaire le théoricien, elle conduit à des interprétations peu claires aux yeux de l'expérimentateur éventuellement intéressé aux résultats de la chimie théorique.

Aussi, nous nous proposons de rappeler brièvement le double aspect du problème tout en essayant d'en définir quelques notions pédagogiques d'exposé.

1. Liaison localisée et hybridation des orbitales atomiques (OA)

1. a. Recouvrement maximum des OA et nécessité d'hybridation

Si, dans le cas de la covalence, on admet qu'une liaison est la conséquence de la présence simultanée de deux électrons dans un certain volume compris entre les deux atomes concernés, il est facile d'introduire la notion de recouvrement maximum des OA qui décrivent l'un et l'autre électron. Cette notion étant admise, la connaissance de la forme géométrique des OA * (ns , np ...) décrivant les diffé-

* Il s'agit, bien sûr, non pas de la fonction mathématique « orbitale » mais du volume renfermant une certaine probabilité de présence de l'électron, calculée à partir de cette orbitale. Cet abus de langage est classique - encore faut-il le préciser.

rents électrons de liaison permet de prévoir, a priori, les géométries moléculaires qui conduisent à ce recouvrement maximum. On aboutit ainsi à un angle de 90° pour l'angle HOH de la molécule d'eau et à une géométrie irréaliste du méthane.

Cet échec peut s'expliquer par le fait que l'on a transposé directement les solutions atomiques dans le problème moléculaire. Il faut donc envisager différents états de liaison ou états d'hybridation où « l'atome est préparé de façon à ce que ses orbitales puissent former des liaisons aussi localisées que possible avec celles de ses voisins » (3). La conséquence en sera une nouvelle définition des OA, combinaisons linéaires des précédentes, ce changement de base pouvant d'ailleurs se justifier mathématiquement selon le théorème : toute combinaison linéaire de fonctions propres dégénérées (d'un opérateur linéaire) est encore fonction propre du problème avec la même valeur propre. C'est dire que si les OA de base sont d'énergies voisines, toute combinaison linéaire est encore solution du problème avec la même énergie, mais qu'il est tout de même nécessaire que les énergies soient voisines. En fait, ces nouvelles OA hybridées ne seront pas fonctions propres du même opérateur que les fonctions dont elles sont combinaisons linéaires mais s'en rapprocheront d'autant plus que les énergies des OA de départ seront plus voisines. En quelque sorte la « préparation de l'atome » sera d'autant plus facile que l'on « mélangera » des orbitales correspondant à des niveaux énergétiquement voisins. Il est alors commode de négliger les différences.

On peut alors introduire les nouvelles OA hybridées et les géométries qu'elles engendrent selon le degré d'hybridation sp , sp^2 ou sp^3 (pour ne citer que celles-là). Le tableau 1 résume les résultats obtenus dans le cas d'hybridations symétriques (OA hybrides équivalentes) pour la forme géométrique des différentes densités de probabilité calculées à partir de ces différentes OA. (Le signe se rapporte aux fonctions orbitales elles-mêmes).

Tableau 1.
Différents types d'hybridation.

type d'hybridation	forme mathématique	axes de révolution des hybrides
ns		
np_{Δ}		
h_{Δ}		
sp digonale	$di_i = \frac{1}{\sqrt{2}}(ns + np_{\Delta_i})$ $i = 1, 2$	
sp^2 trigonale	$tr_i = \frac{1}{\sqrt{3}}(ns + \sqrt{2} np_{\Delta_i})$ $i = 1, 2, 3$	
sp^3 tétraogonale	$te_i = \frac{1}{2}(ns + \sqrt{3} np_{\Delta_i})$ $i = 1, \dots, 4$	

1. b. Recouvrement σ ou π . Liaison σ ou π .

Configuration électronique selon les différents états d'hybridation.

On peut définir, a priori, deux types de recouvrement des OA :

- un recouvrement axial contenant l'axe interatomique A-B ou recouvrement σ ,
- un recouvrement latéral qui ne contient pas l'axe A-B ou recouvrement π .

La forme géométrique des orbitales hybrides augmente fortement la densité de probabilité dans une direction. Ainsi, le recouvrement entre deux OA hybridées sera plus important que celui initialement prévu à partir de simples OA, et pourra donner lieu à un fort recouvrement σ . Une fois ce premier recouvrement réalisé, il ne reste de

possibilité de recouvrement latéral, de moindre importance, (Figure 1) qu'entre les OA non hybridées.

Cette distinction permet de différencier les électrons célibataires de valence σ ou π selon qu'ils sont décrits par une OA hybridée (ou σ) ou par une OA pure (ou π). Ces deux « types » d'électrons peuvent

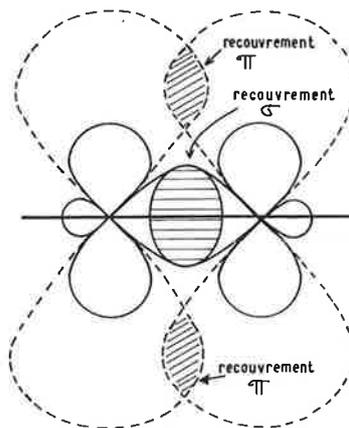


Figure 1.

Recouvrement σ et π (les traits pleins figurent les zones à plus forte densité de probabilité que les traits pointillés).

Tableau 2.

Configurations électroniques pour les différents états d'hybridation.

${}_6\text{C} (1s^2) 2s^2 2p^2$	N_{σ}	N_{π}	
sp	$di_1^1 di_2^1 2p_x^1 2p_y^1$	2	2
sp^2	$tr_1^1 tr_2^1 tr_3^1 2p_z^1$	3	1
sp^3	$te_1^1 te_2^1 te_3^1 te_4^1$	4	0

${}_7\text{N} (1s^2) 2s^2 2p^3$	N_{σ}	N_{π}	
sp	$di_1^2 di_2^2 2p_x^1 2p_y^1$	1	2
	$di_1^1 di_2^1 2p_x^2 2p_y^1$	2	1
sp^2	$tr_1^2 tr_2^1 tr_3^1 2p_z^1$	2	1
	$tr_1^1 tr_2^1 tr_3^1 2p_z^2$	3	0
sp^3	$te_1^2 te_2^1 te_3^1 te_4^1$	3	0

${}_8\text{O} (1s^2) 2s^2 2p^4$	N_{σ}	N_{π}	
sp	$(di_1^2 di_2^2 2p_x^1 2p_y^1)$	0	2
	$di_1^1 di_2^1 2p_x^2 2p_y^1$	2	0
	$di_1^2 di_2^1 2p_x^2 2p_y^1$	1	1
sp^2	$tr_1^2 tr_2^2 tr_3^1 2p_z^1$	1	1
	$tr_1^2 tr_2^1 tr_3^1 2p_z^2$	2	0
sp^3	$te_1^2 te_2^2 te_3^1 te_4^1$	2	0

alors «participer» à des liaisons σ ou π selon que le recouvrement des OA concernées sera de type σ ou π . Il est alors possible d'écrire la configuration électronique d'un atome dans ses différents états d'hybridation et de prévoir, a priori, le nombre de liaisons σ ou π auxquelles il peut participer. Nous donnons dans le tableau 2 les exemples * du carbone, de l'azote, de l'oxygène.

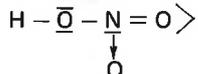
Pour le carbone, problème à 4 électrons célibataires, on voit que chaque mode d'hybridation mène à une possibilité de liaison différente. La présence de doublets pour N et O conduit à proposer plusieurs solutions pour un même type d'hybridation, la description de ces doublets par une OA hybridée ou non permettant d'interpréter le schéma de liaison covalente dative. Enfin, la première solution trouvée pour l'oxygène sp n'est, bien sûr, qu'une hypothèse d'école qui conduirait à envisager deux liaisons π en l'absence de toute liaison σ .

1. c. Hybridation et géométrie moléculaire

L'établissement des tableaux précédents, lié à ce que l'on connaît d'une chimie plus classique (formule de Lewis, doublet de liaison, règle de l'octet...) va permettre d'atteindre les géométries moléculaires. Ainsi, pour le méthane où il est nécessaire de prévoir 4 électrons σ pour le carbone, la seule hybridation possible est sp^3 ce qui implique un méthane tétraédrique. L'exemple est trivial car le tétraèdre est ici la seule distribution spatiale logique, mais la cohérence entre géométrie expérimentale et théorique déduite de simples notions d'hybridation peut s'étendre à des systèmes plus complexes. Ainsi, la molécule $H-C\equiv N$ ne peut qu'être linéaire car le carbone central doit participer aux liaisons, pour 2 électrons σ et 2 électrons π ce qui nécessite une hybridation sp de ses orbitales.

● La molécule d'eau H-O-H ou l'oxygène (2 électrons σ , 2 doublets non liants) peut être hybridé en sp , sp^2 ou sp^3 . Il faut alors donner un rôle physique (d'interaction électrostatique) aux doublets non liants vis-à-vis des doublets de liaison et la solution énergétique la plus favorable, de moindre interaction, conduit à choisir sp^3 . L'hybridation n'étant pas symétrique (les 4 hybrides, deux à deux, ne jouant pas le même rôle) l'angle théorique \widehat{HOH} doit être voisin de 109° bien que différent.

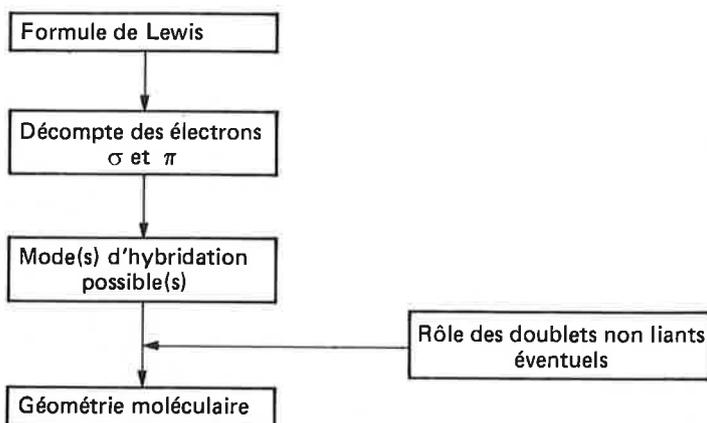
● La formule de Lewis de l'acide nitrique



où l'azote se trouve doublement lié avec un oxygène, simplement lié au second et forme une liaison dative avec le troisième, conduit nécessairement à une hybridation sp^2 de l'azote, le doublet étant décrit par l'une des OA hybridées. Un tel mode d'hybridation prévoit que les quatre atomes principaux sont dans un même plan et que les angles \widehat{ONO} sont voisins de 120° (expérimentalement 138° et 111°).

En résumé, la géométrie moléculaire peut se déduire de la notion d'hybridation selon l'organigramme suivant :

Tableau 3



* Les OA hybridées supposées de même énergie que les OA ns , np de base, il faut appliquer la règle de Hundt.

2. Orbitales moléculaires (OM) localisées et hybridation

2. a. Généralités

Si l'on veut décrire la liaison entre deux centres en langage d'orbitale, il suffit de pouvoir exprimer la probabilité de présence électronique au travers du carré $|\Phi|^2$ d'une fonction moléculaire Φ . En s'appuyant sur les résultats de l'atome, une telle fonction ou orbitale moléculaire (OM) se conçoit naturellement comme combinaison linéaire d'OA. φ_A et φ_B centrés respectivement sur les atomes A et B :

$$\Phi = C_A \varphi_A + C_B \varphi_B$$

Un simple calcul de variation appliqué à l'énergie de cette OM détermine les coefficients C_A et C_B et conduit à deux solutions relativement à une OM liante Φ d'énergie plus stable (que celles des OA de base) et à une OM Φ^* antiliante d'énergie plus élevée. Ces résultats sont résumés dans la figure 2.

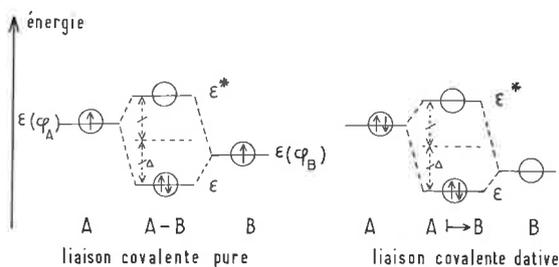


Figure 2.

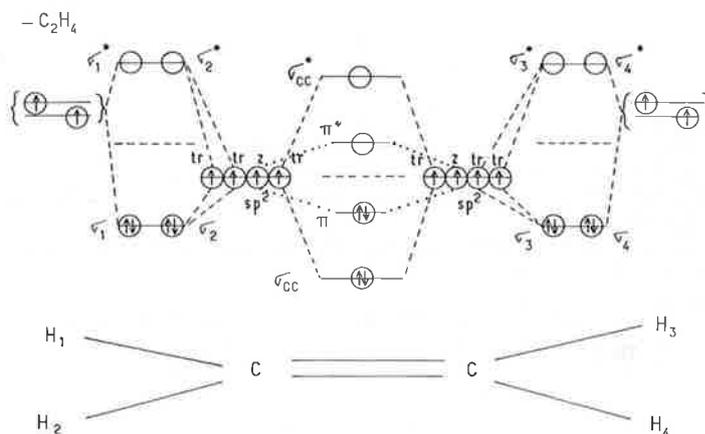
Diagramme d'énergie d'OM pour une liaison A-B.

L'application de la règle de Hundt, du principe d'exclusion de Pauli et du principe de stabilité conduit à placer les deux électrons de liaison sur le niveau liant. On peut remarquer, qu'en langage d'OM, rien ne différencie, in fine, une liaison covalente classique d'une liaison dative.

De plus, on peut montrer que la différence énergétique Δ , donc la stabilité de l'OM liante Φ , varie comme la valeur de l'intégrale de recouvrement $S = \int \varphi_A \varphi_B dv$. On retrouve ainsi sous sa forme mathématique, le critère de recouvrement maximum des OA introduit précédemment sous une forme géométrique. On pourra alors, selon le type de recouvrement possible, parler d'orbitales moléculaires liantes σ ou π et prévoir que les premières seront d'énergie plus stables que les secondes.

2. b. Molécules polyatomiques-diagrammes d'OM

Les états d'hybridation des atomes étant définis en relation avec la géométrie moléculaire, on peut alors construire les diagrammes d'OM en fonction des différents types de recouvrement entre OA hybridées ou non. Nous donnons quelques exemples :



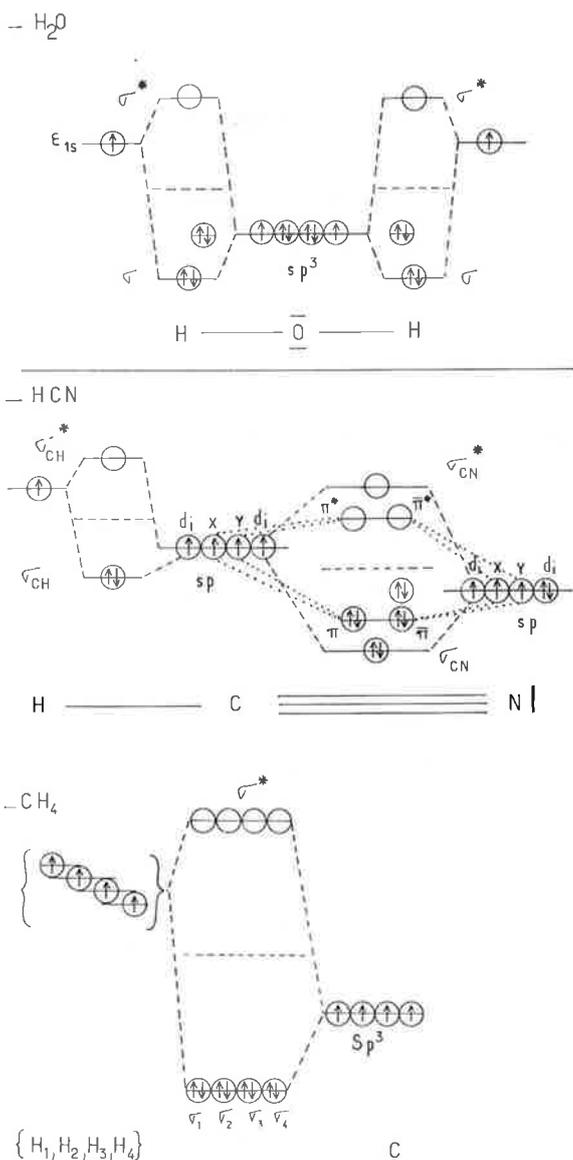


Figure 3.

L'examen de tels diagrammes identifie les notions classiques de liaisons σ , π , de doublets non liants aux notions théoriques d'OM σ ou π liantes ou d'OM non liantes. L'analogie entre chimie classique et concepts plus théoriques, où l'étudiant peut revoir sous un nouvel aspect des notions déjà admises, n'est pas forcément déplaisante sur le plan pédagogique.

De nombreuses autres molécules peuvent s'étudier ainsi avant d'en arriver - par exemple - au cas du butadiène qui nécessite un traitement séparé des systèmes σ et π . En effet, l'hybridation sp^2 des atomes de carbone obligent les OA pures $2p_z$ à se recouvrir mutuellement toutes les 4 et les OM π doivent alors s'exprimer comme combinaison linéaire de ces 4 OA $2p_z$. On arrive ainsi tout naturellement à la notion de délocalisation des OM π à propos de molécules où le chimiste organicien avait été obligé de l'admettre pour les électrons.

2.c. Cas particulier des molécules diatomiques

La plupart des auteurs traitent des molécules diatomiques en introduction des diagrammes d'OM. Nous préférons les aborder en conclusion, car il s'agit bien d'un cas particulier où il ne peut y avoir, à l'évidence, de relation entre géométrie moléculaire et mode d'hybridation. De plus, la notion de délocalisation qui ne peut porter dans un problème exclusivement bicentrique, que sur le nombre d'OA employées (et non pas sur le nombre de centres) est plus difficile à appréhender par rapport au modèle localisé. Si l'on reste dans cette

dernière description, deux voies sont possibles pour présenter le problème :

- La première consiste à suivre l'exposé général défini précédemment et résumé dans le tableau 2 : la molécule O_2 , par exemple, s'explique par une hybridation sp^2 des OA de l'oxygène alors que pour CO, la formule de Lewis nécessite une hybridation sp des deux atomes. Les diagrammes sont alors :

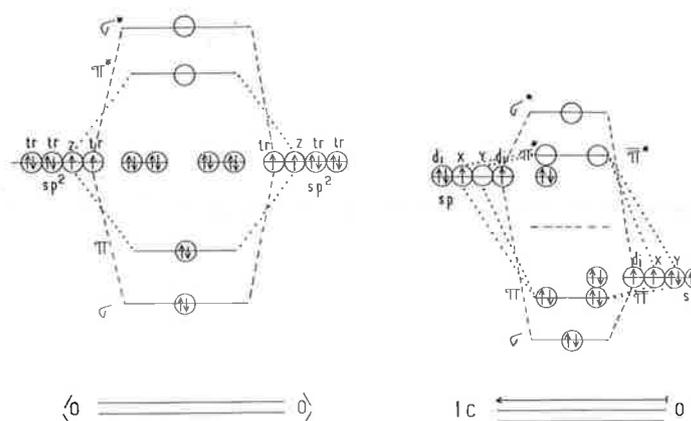


Figure 4.

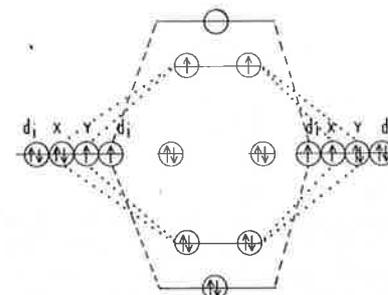
et l'on interprète, en langage d'orbitales, les schémas de Lewis. Notons que l'explicitation de la liaison dative de CO oblige à prévoir des configurations électroniques $d_i^2 d_i^1 2p_x^1 2p_y^0$ pour C et $d_i^2 d_i^1 2p_x^1 2p_y^2$ pour O qui ne sont pas notées dans les tableaux 2.

- Une deuxième méthode, partant du fait que les considérations de géométrie ne peuvent influencer le mode d'hybridation, consiste à poser le problème différemment : quel est le type d'hybridation qui, quelle que soit la molécule diatomique, donne, a priori, le plus grand degré de liberté de description de la liaison ?

L'hybridation sp^3 des deux atomes ne permet qu'un recouvrement σ et donc une liaison σ . En sp^2 on peut prévoir une liaison σ et une seule liaison π . Enfin, ce n'est que le mode sp qui conduit à la possibilité d'une liaison σ et de deux liaisons π selon le nombre d'électrons provenant des deux atomes. C'est donc l'hybridation sp qui permet de décrire toutes les possibilités de liaison. En fait, il est évident que l'axe internucléaire, axe de symétrie d'une molécule bicentrique est aussi axe de révolution des fonctions ns et d'un seul type de fonctions np . Cette simple constatation de symétrie conduit à choisir un mélange équivalent à une hybridation sp . On obtient alors un nouveau diagramme pour O_2 .

Figure 5.

Diagramme d'énergie des OM de l'oxygène (dans le cas d'une hybridation sp des OA).



La deuxième version qui ignore le schéma préliminaire de Lewis, explique le paramagnétisme de l'oxygène ce dont évidemment ne peut rendre compte le premier modèle qui, d'après Lewis, associe les électrons par doublets. Par contre, pour CO, on est toujours conduit à une hybridation sp et le schéma met en évidence la possibilité préférentielle de cession du doublet du C. On peut être tenté de préférer la deuxième voie qui paraît pouvoir mieux interpréter l'expérience, mais il faut noter la rupture pédagogique dans l'exposé : faut-il

vouloir «dépasser» le modèle de Lewis à partir de notions aussi simples ?

3. Orbitales moléculaires délocalisées. Comparaison des résultats

Il est une autre méthode, beaucoup plus générale, qui, au lieu de considérer chaque liaison comme un problème bicentrique isolé, traite globalement de la liaison dans la molécule en exprimant toute OM comme combinaison linéaire de l'ensemble des OA. Ainsi, on pose, pour CH_4 , en ne considérant que les électrons de valence

$$\begin{aligned}\Phi_i = & C_{1i}2s_C + C_{2i}2p_x_C + C_{3i}2p_y_C + C_{4i}2p_z_C \\ & + C_{5i}1s_{H_1} + C_{6i}2s_{H_2} + C_{7i}1s_{H_3} + C_{8i}1s_{H_4}\end{aligned}$$

La détermination des coefficients C nécessite la résolution d'un déterminant séculaire d'ordre 8. Le problème peut se simplifier à l'aide de la théorie des groupes, mais encore faut-il connaître au moins quelques règles de symétrie. L'ordre des niveaux d'énergie des OM obtenu à la suite de ce calcul est représenté sur la Figure 6.

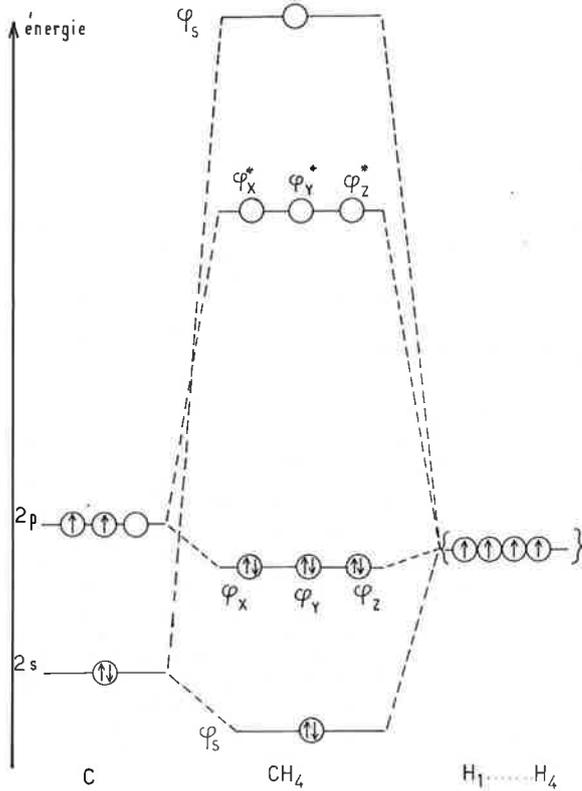


Figure 6. Diagramme d'énergie des OM (délocalisées) de CH_4 .

L'expression des OM liantes s'écrit selon :

$$\begin{aligned}\Phi_s &= 2s_C + a(1s_{H_1} + 1s_{H_2} + 1s_{H_3} + 1s_{H_4}) \\ \Phi_z &= 2p_z_C + b(1s_{H_1} + 1s_{H_2} - 1s_{H_3} - 1s_{H_4}) \\ \Phi_x &= 2p_x_C + b(-1s_{H_1} + 1s_{H_2} + 1s_{H_3} - 1s_{H_4}) \\ \Phi_y &= 2p_y_C + b(-1s_{H_1} + 1s_{H_2} - 1s_{H_3} + 1s_{H_4})\end{aligned}$$

L'examen du diagramme d'énergie ne permet plus d'associer la notion classique de liaison à celle du niveau d'énergie d'OM. En effet, une telle analogie conduirait à admettre que les quatre liaisons C-H du méthane ne sont pas identiques. Il faut donc considérer ce schéma comme un bilan énergétique global et c'est l'ensemble des niveaux occupés qui représente l'ensemble du processus de liaison dans CH_4 . De plus, l'expression mathématique des OM ne fait pas apparaître d'OA de type sp^3 du carbone, ce qui est logique pour le groupe T_d de CH_4 , les OA ns et (np_x, np_y, np_z) n'appartiennent pas à la même représentation irréductible. L'examen du diagramme d'OM de l'eau (Figure 7) amène les mêmes réflexions. On ne peut associer une OM particulière à une liaison ou à un doublet «non liant» et il n'est plus question de parler d'hybridation sp^3 des OA de

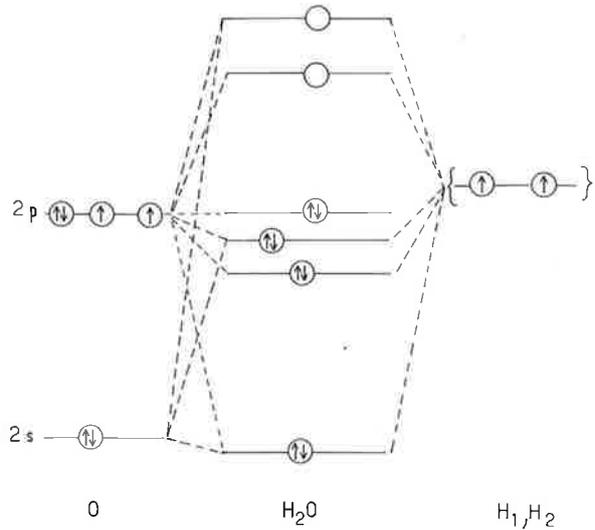


Figure 7. Diagramme d'énergie des OM (délocalisées) de H_2O .

l'oxygène. On arrive ici au cœur du débat : dans le langage des orbitales localisées, la notion d'hybridation conduit à une géométrie et la connaissance de cette même géométrie (les molécules diatomiques ou linéaires mises à part) interdit - en version délocalisée - l'existence de cette hybridation. La confusion, sinon l'incompréhension, est d'autant plus grande que l'on voit traiter, dans la plupart des ouvrages de vulgarisation, le problème de l'hybridation des OA à la suite ou en introduction d'un diagramme d'OM délocalisées.

La confusion se renforce encore au niveau des molécules diatomiques. En effet, il est de coutume de présenter deux diagrammes selon qu'il existe ou non une «hybridation sp », ce qui conduit aux deux schémas : (Figure 8).

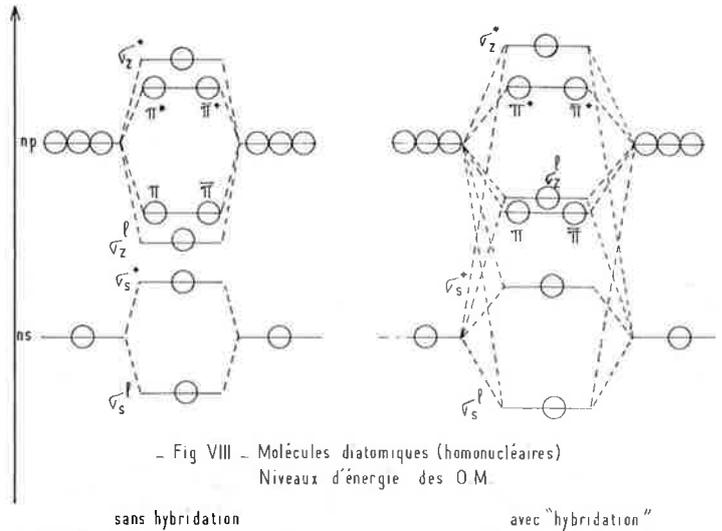


Figure 8. Molécules diatomiques (homonucléaires) Niveaux d'énergie des OM sans hybridation avec «hybridation»

le passage d'un schéma à l'autre se justifiant par des phrases du genre «la stabilisation des σ_s^1 et σ_s^* provenant d'une telle hybridation $s-p$ s'accompagne d'une déstabilisation correspondante de σ_z^1 et σ_z^* » [4], la notation σ_z ou σ_s n'ayant d'ailleurs plus aucun sens dans le cas du second schéma.

Alors que le premier diagramme concerne un modèle localisé où les OA sont prises 2 à 2 selon leur recouvrement et leur énergie réciproques, le second est le résultat d'un calcul en OM délocalisées où le groupe de symétrie $C_{\infty v}$ de la molécule impose un mélange sp des OA.

Ainsi le schéma en OM délocalisées se trouve situé entre deux «formes limites» de raisonnement en OM localisées selon que l'on considère ou non une hybridation sp possible (Figure 9).

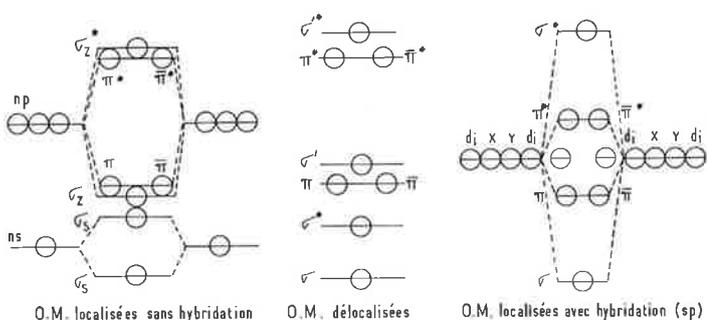


Figure 9. Différentes possibilités de diagrammes d'énergie d'OM pour les molécules diatomiques.

C'est ce dernier résultat d'un calcul plus ou moins compliqué, que l'on doit évidemment considérer comme l'image la plus proche de la réalité mais, encore une fois, il ne faut pas l'interpréter en identifiant chaque niveau d'énergie à une liaison au sens classique. Il faudrait éviter à l'étudiant la lecture de phrase du type : «Nous désirons souligner ici que l'orbitale de niveau énergétique le plus élevé de la molécule d'azote N_2 est σ_z ce qui contredit l'idée généralement répandue que π_{xy} est le niveau le plus élevé» [5] laissant croire qu'un tel diagramme tend à montrer qu'une liaison σ (au sens classique) pourrait être moins stable qu'une liaison π .

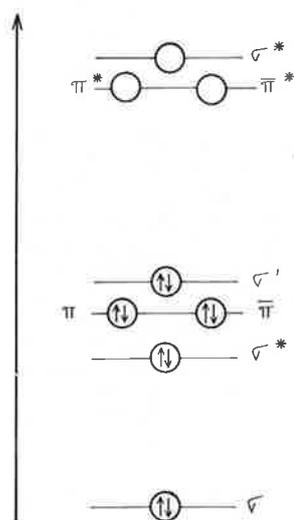


Figure 10. Niveaux d'énergie des OM délocalisées de N_2 .

4. Conclusion

Le modèle des liaisons localisées conduit naturellement à la notion d'hybridation. En fait, il s'agit d'une version quantifiée d'un modèle de Lewis qui, grâce au concept de l'hybridation, apporte des renseignements complémentaires sur la géométrie moléculaire et les énergies de liaisons. Mais il ne faut pas vouloir en demander trop (en particulier vis-à-vis des propriétés magnétiques, des niveaux moléculaires excités...) à un schéma de réflexion qui a le mérite de pouvoir se conduire qualitativement. De même qu'il est évident que la relation entre hybridation théorique et géométrie expérimentale n'est pas une loi générale et qu'il existe des contre-exemples.

On a vu que l'interprétation en OM délocalisées ne retrouve pas l'expression des OA hybridées. En fait, le calcul en OM localisées n'est, encore une fois, qu'une forme limite de raisonnement et on peut

montrer (6) qu'à une transformation près, les OA hybrides du C apparaissent dans l'expression des OM délocalisées du méthane. En règle générale, les résultats des deux méthodes peuvent se déduire l'une de l'autre par transformation unitaire ; le problème n'est donc pas d'ordre théorique mais se pose uniquement sur le plan pédagogique.

Faut-il abandonner le schéma localisé et partant, la notion d'hybridation si chère au chimiste-organicien ? Peut-on passer sous silence les résultats en OM délocalisées que citent plus souvent les minéralistes ? La plupart des auteurs éludent la question et entretiennent les confusions citées plus haut.

En fait, les deux approches, placées à des degrés d'approximation différents sont nécessaires à la compréhension de l'ensemble mais, il ne paraît pas évident de vouloir les enseigner simultanément. Ainsi, dans une première approximation, peut-on travailler uniquement en orbitales localisées ; les avantages pédagogiques peuvent se résumer ainsi :

- forme uniquement qualitative de l'exposé. Le principe de la méthode LCAO MO (seul développement mathématique) se fait sur la base de 2 OA ;
- développement possible : à partir de la signification physique des coefficients linéaires (charges globales, charges nettes), on peut introduire les notions de caractère polaire d'une liaison covalente, de moment dipolaire...; la liaison ionique pouvant se traiter comme une limite de la liaison covalente ;
- identification du niveau d'énergie d'OM à la notion de liaison chimique ;
- introduction logique de l'idée même de délocalisation des orbitales au moment de l'étude des molécules conjuguées : la méthode de Hückel peut apparaître à ce niveau.

L'approximation au second degré peut alors intervenir efficacement mais elle nécessite un développement mathématique plus rigoureux - déterminant séculaire d'ordre n - introduction d'éléments de théorie des groupes. Si l'on prend soin de prévenir l'étudiant qu'il s'agit d'une nouvelle approche du même problème en traitant un exemple simple - celui du méthane semble inévitable - qui met en évidence la correspondance existant entre les différents types d'OM, il est facile de faire admettre que les diagrammes d'OM sont différents et qu'on ne peut les interpréter de la même façon. Il faut tout particulièrement insister sur l'impossibilité d'associer une OM quelconque à une liaison donnée et qu'une telle interprétation, en termes de liaisons, ne peut se faire que par une analyse de population électronique au travers des coefficients du développement des OM sur la base des OA. La méthode de Hückel, avec les simplifications de calcul qu'elle apporte, peut, ici encore, servir d'introduction à l'étude des diagrammes de charges, indices de liaison, niveaux moléculaires excités, règles de sélection, interprétation des spectres UV...

Remerciements

Ces quelques réflexions sont, en grande partie, le résultat de la mise au point d'un cours de propédeutique par une équipe d'enseignants de l'Université de Rennes. Je remercie tout particulièrement MM. Guerillot et Corre pour les nombreuses et fructueuses discussions et les corrections apportées à ce texte.

Bibliographie

- (1) O. Chalvet, R. Daudel, S. Diner et J.P. Malrieu, Localisation and Delocalisation in Quantum Chemistry, Volume I D. Reidel, Holland, 1975.
- (2) O. Chalvet, R. Daudel, S. Diner et J.P. Malrieu, Localisation and Delocalisation in Quantum Chemistry, Volume II D. Reidel, Holland, 1976.
- (3) G. Berthier et J. Serre, *Actu. Chim.*, (1973), 6 46.
- (4) H.B. Gray. Les électrons et la liaison chimique, Ediscience, Paris, 1969, p. 62.
- (5) H.B. Gray et G.P. Haight. Principes de chimie, Ediscience, Paris, 1973, p. 221.
- (6) R. Daudel. Structure électronique des molécules, Gauthier-Villars, Paris, 1962, p. 112-113.

Allocution prononcée à la cérémonie du 20^e anniversaire de l'ESCOM le 3 juin 1977 *

par Dominique Magnant

(Délégué aux Affaires techniques scientifiques et universitaires à l'Union des Industries Chimiques)

La direction de l'ESCOM me témoigne une confiance redoutable, en me demandant de parler (et devant une aussi éminente assemblée), de l'avenir de la formation des ingénieurs chimistes. Je ne possède malheureusement pas un si grand don de divination.

Mon seul et modeste mérite, en cette affaire, étant d'être un ingénieur chimiste qui a derrière lui quarante ans de chimie, je pourrai tout au moins vous faire part de quelques réflexions de celui qui sort de la carrière à l'égard des jeunes camarades qui y entrent, et des plus jeunes encore qui y entreront ou qui pourraient y entrer. Et puis, à l'Union des Industries Chimiques, il y a un petit groupe d'hommes, dont je fais partie, qui essaient de réfléchir ensemble aux conditions qui devraient être offertes aux jeunes qui entreront dans la chimie, pour réussir leur orientation, et ensuite être heureux dans leur carrière. Car la carrière, c'est la partie essentielle de la vie d'un homme, celle où il place toute son action et donne toute son espérance. Si on l'a mal choisie, ou si l'on y a été mal préparé, c'est toute une vie d'homme qui s'oriente vers l'échec et l'amertume.

Quelles sont donc ces conditions, qui nous paraissent nécessaires pour que cette carrière commence sous les meilleurs auspices ?

Peut-être convient-il de cadrer d'abord numériquement le problème.

L'industrie chimique, si elle a une importance économique incontestable, et un pouvoir polluant et intoxicant considérable si l'on en croit les titres des journaux, est cependant une assez petite branche d'industrie quant aux effectifs du personnel qu'elle emploie : de 300 000 à 400 000 personnes suivant les définitions statistiques.

C'est une industrie de niveau intellectuel élevé, où la recherche et le renouvellement rapide des techniques jouent un rôle majeur. 9 % de ses effectifs sont des cadres. De ces cadres, un quart sont des ingénieurs chimistes diplômés, un quart des ingénieurs diplômés d'autres spécialités, et le reste sont des scientifiques universitaires, des ingénieurs non diplômés, des médecins, informaticiens, commerçants, juristes, administratifs.

L'industrie chimique, selon sa délimitation officielle avec 300 000 personnes, occupe ainsi 27 000 cadres dont 7 000 ingénieurs chimistes diplômés. Parmi ceux-ci, un tiers sont occupés à des activités de recherche, un tiers à la production, un tiers aux autres fonctions de l'entreprise. Le flux annuel

d'ingénieurs chimistes entrant dans cette industrie est de l'ordre de 250.

Si on y ajoute les industries du caoutchouc, on arrive à une population de 400 000 personnes, dont 9 000 ingénieurs chimistes diplômés et un flux annuel de débutants de 350.

Ce flux n'évolue malheureusement pas vers l'augmentation, comme on pourrait le penser à premier examen. S'il est vrai que la chimie a connu, depuis la fin de la dernière guerre jusqu'en 1974, un essor prodigieux, cet essor n'a pas entraîné une croissance proportionnelle des effectifs, pas plus des cadres que des autres. En effet l'augmentation quantitative de la production a beaucoup procédé par l'augmentation des capacités unitaires (et il ne faut pas plus d'ingénieurs pour faire fonctionner un tube d'ammoniac de 1000 t/j que pour un de 50 t/j) peut-être moins, car l'évolution des procédés, le développement de la conduite automatique et de l'informatique ont allégé la tâche technique de l'ingénieur tandis que le développement de la mécanisation, réduisant le personnel ouvrier, allégeait en même temps sa tâche de conducteur d'hommes. L'essor du génie chimique a modifié aussi le rôle de l'ingénieur de fabrication : la conduite d'un procédé qui, au temps lointain de ma jeunesse, était vraiment affaire de chimiste, touillant, dosant, innovant dans des cuves en bois, est maintenant zutant affaire de mécanicien et d'électronicien, surveillant et interprétant des données pour tirer de l'installation qui lui est confiée le fonctionnement optimum. Ainsi d'autres spécialités sont-elles entrées dans l'usine en concurrence avec le chimiste.

Dans la recherche, où le chimiste n'est heureusement pas remplaçable, un grand essor s'est produit dans les années 1950 à 1960. Puis des difficultés sont survenues, par l'écrasement des prix des produits chimiques, résultant d'une surcapacité et d'une concurrence mondiale acharnée, et les budgets de recherche en ont souffert.

Une autre limitation à la croissance du nombre des ingénieurs vient aussi du grand développement des études techniques et universitaires. Jusqu'à la guerre, l'ingénieur était dans une entreprise, le seul homme issu de l'enseignement supérieur. Agents de maîtrise et techniciens étaient des hommes sortis du rang, parfois très méritants et capables, mais d'un niveau scientifique modeste. La création des I.U.T. a conduit à une nouvelle catégorie de techniciens, détenteurs eux aussi de la culture scientifique, qui n'est plus le monopole de l'ingénieur. Bien des fonctions, que seul l'ingénieur pouvait assumer, sont passées maintenant à de tels cadres, et si ce transfert a élevé le niveau des fonctions des ingénieurs, il a aussi contribué à en limiter le nombre.

Telles sont, à notre avis, les raisons pour

lesquelles le nombre d'ingénieurs chimistes n'est pas en croissance dans l'industrie. Des erreurs ont été commises à ce sujet, à l'occasion du V^e Plan par exemple, qui postulait une croissance de 5 % par an, et de la part d'autorités universitaires qui ont, dans un souci bien excusable de démocratisation de la culture, cédé à une certaine griserie du nombre et multiplié un peu imprudemment nouvelles écoles, nouveaux diplômés, nouvelles filières, dont la sanction est le chômage, et les victimes les jeunes que l'on a espéré aider. Il nous paraîtrait préférable qu'un plus grand nombre de jeunes s'arrêtent aux niveaux de formation des ouvriers qualifiés et des techniciens, où existent des places et de bonnes chances de carrières, et que n'aillent vers l'enseignement supérieur que ceux qui ont le souffle nécessaire pour parvenir jusqu'au bout avec succès.

Face aux 350 postes que l'industrie chimique offre aux jeunes ingénieurs chimistes, les 24 écoles qui délivrent des diplômes d'ingénieur chimiste, ou de génie chimique, ou d'ingénieur avec option chimie, distribuent chaque année 800 de ces diplômes. Ce nombre était de 500 en 1950, il a culminé à 860 en 1973 et est en régression aujourd'hui. Où vont les autres ? Dans d'autres industries, dans la recherche non industrielle, dans l'enseignement, dans des activités diverses.

Mais si l'on considère que la capacité totale d'accueil de ces écoles est de 1 200, pour 800 diplômés, c'est-à-dire une utilisation moyenne des deux tiers, et que chaque école délivre en moyenne moins de 40 diplômés, on aperçoit combien il est nécessaire, non seulement de ne pas créer de nouveaux diplômés, mais aussi d'aller vers une certaine concentration pour améliorer les moyens et la qualité de l'enseignement et d'aider les écoles les moins favorisées à s'orienter vers de nouvelles voies.

Si la chance de succès de carrière d'un étudiant réside pour une part dans la qualité de l'enseignement qu'il reçoit, elle réside aussi, et peut-être plus encore, en lui-même. A-t-il, en abordant cette école, les aptitudes intellectuelles et le bagage scientifique convenables pour en profiter ? Sait-il pourquoi il va vers ce métier, qui engage toute sa vie, y va-t-il volontairement et consciemment, ou mû par d'aveugles mécanismes de sélection ? A-t-il, surtout, envie de faire ce métier ?

Sur ces questions nous avons, à l'U.I.C., longuement réfléchi et notre conviction est claire : le niveau des connaissances scientifiques à l'entrée à l'école est peu important. On les acquerra si l'on en est capable. En être capable est beaucoup plus important et c'est sur cette aptitude intellectuelle plus que sur les connaissances, que doivent porter les sélections.

Mais la condition fondamentale du succès,

*En présence de Mme Saunier-Seïté, Secrétaire d'État aux Universités.

c'est la motivation : avoir choisi d'aller vers ce métier, savoir pourquoi on l'a choisi, vouloir en faire l'effort.

Sur cette exigence, hélas ! tout notre système éducatif est en défaut. Au niveau de l'initiation d'abord, dans l'enseignement du second degré. Qu'est-ce que la chimie au lycée ? Victime depuis toujours de la classification hiérarchique des sciences d'Auguste Comte, pauvre en horaires, pauvre en moyens expérimentaux, l'enseignement de la chimie est dispensé par des professeurs éminents certes mais qui, au fond d'eux-mêmes, dans leur formation d'agrégés, sont des mathématiciens orientés vers la science abstraite et le raisonnement. Jamais la chimie n'est, pour les enfants, chose visuelle et manuelle, chose de la vie de tous les jours. Par quel miracle le calcul des orbitales moléculaires pourrait-il déclencher chez un élève la révélation de ce qu'est la chimie dans sa réalité, la vocation à devenir soi-même un chimiste ? La chimie vivante, ce qu'un élève en connaît, c'est ce qu'il lit dans le journal et c'en sont toujours les aspects négatifs, exagérément grossis et dramatisés : pollution, toxicité... Au fait, pourquoi la presse, qui a une grande mission d'éducation et un grand devoir de sincérité, ne révélerait-elle pas à un public étonné et à une jeunesse curieuse, que la chimie nourrit chaque jours des milliards d'hommes dans le monde, qui sans elle mourraient de faim, qu'elle est à la base de leur vêtement, de leur logement, de leur automobile, de leur confort, de leur santé, de leur culture même, et de leur existence ?

Si la presse ne le fait pas, il appartient au moins au professeur de le faire. Si le cours de chimie commençait par des visites d'usines ou de laboratoires, où l'on expliquerait ce qui se passe, l'impact pédagogique serait certainement au moins aussi bon que celui des orbitales moléculaires et plus propice à éveiller les vocations.

Puis viennent les classes préparatoires. A ce point de mon discours, Messieurs les Escomiens, fermez vos oreilles, car vous avez la chance que les supplices de la taupe et du concours ENSI vous soient épargnés. Mais c'est aux autres que je pense. Le gros du recrutement de nos écoles est donc fourni par les classes préparatoires et le concours ENSI. Or ceux-ci, quoiqu'on ait tenté de faire avec l'institution des sections P, restent essentiellement des classes de mathématiques, et une sélection fondée sur l'aptitude aux mathématiques et sur leur connaissance. La physique et la chimie y sont enseignées comme des sous-branches des mathématiques et non comme des sciences de la vie et du concret. Si l'on ajoute que la hiérarchie du prestige met en tête des choix des candidats les grandes écoles à base mathématique que je n'ai pas besoin de nommer, et en queue les écoles de chimie, et que pour améliorer leurs chances les candidats se présentent à plusieurs concours, le résultat implacable de cette mécanique de sélection est d'envoyer dans les écoles de chimie, non les meilleurs en chimie, mais les moins bons en mathématiques. Il est ensuite que les

élèves admis, qui avaient rêvés à tout sauf à devenir chimistes, ont à l'égard de leur école le sentiment du prisonnier pour sa prison. Mauvais début pour profiter d'un enseignement et entreprendre une carrière.

Comment sortir de cette aberration ? Des lueurs existent pourtant. Votre école a un système de recrutement qui commence au baccalauréat par un libre choix, et qui après deux ans d'une préparation orientée, permet à l'élève de juger en meilleure connaissance de cause si cette voie est vraiment la sienne. L'École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la ville de Paris avait autrefois un mode de recrutement semblable avec des classes préparatoires incorporées. Elle l'a perdu et *il ne semble pas que ce soit un progrès*. Mais dans les écoles qui recrutent principalement sur le concours ENSI, il existe aussi des recrutements parallèles à partir du DEUG et du D.U.T., et en deuxième année à partir de la maîtrise. Or les élèves issus de ces voies, quoique leur bourrage mathématique soit inférieur à celui des taupins, se retrouvent souvent dans les premiers au classement de sortie, et généralement mieux motivés, plus à l'aise devant leurs études.

Certes la taupe et le concours sont une des plus brillantes et des plus exclusives inventions du génie français. Comment alors expliquer que l'Allemagne, l'Angleterre, la Suisse, les États-Unis, qui ne bénéficient pas de cette invention, et qui recrutent tout simplement les chimistes par un libre choix au niveau du baccalauréat, réussissent cependant à faire tourner des industries chimiques, à collecter des prix Nobel, et même à posséder des écoles de chimie d'un plus grand rayonnement scientifique que les nôtres ?

Il est dans la vie d'un jeune un instant essentiel, quoique rarement perçu : c'est celui du choix de l'orientation. Tout le système éducatif devrait tendre à préparer cet instant, à apporter au jeune l'information et les possibilités de prise de conscience de vocation qui rendront ce choix libre et exempt d'erreurs. Notre système éducatif ne sait, ni préparer, ni capter cet instant. Il remplace le choix des orientations par une hiérarchie des orientations, fondée sur l'aptitude mathématique et sur les hasards du concours. Le jour où ce système sera changé, le recrutement des élèves de nos écoles le sera aussi, et leur comportement ne sera plus marqué par la contrainte et le regret.

Franchie la porte de l'école, nos critiques sont moins sévères. Nous pensons que l'ensemble du système de la formation professionnelle, écoles d'ingénieurs, I.U.T., lycées et collèges techniques, s'il est toujours perfectible, répond dans l'ensemble à sa mission par la densité et la qualité de son enseignement. Certes il y a eu, et il y aura encore, les erreurs quantitatives, les tentations inflationnistes, la tentation de créer des diplômes au rabais, dont les victimes sont toujours les jeunes. Il y a aussi le risque d'abaisser le niveau de

l'enseignement, pour des impératifs budgétaires, comme cela s'est produit l'an dernier dans les I.U.T., et là encore ce sont les jeunes qui seraient victimes. Mais ces crises sont résolubles.

Qu'est-ce que l'industrie chimique attend des écoles d'ingénieurs ? Elle en attend de jeunes ingénieurs d'un haut niveau scientifique, d'une grande maturité de jugement, d'une grande qualité morale, aptes à affronter prochainement des responsabilités importantes.

Elle n'en attend, ni des encyclopédies de la science, ni des spécialistes. Ce qui est important chez un cadre, ce qui le distingue des autres techniciens, ce n'est pas de connaître d'avance la solution du problème qu'il rencontrera, c'est d'avoir la capacité d'analyse et d'initiative qui lui permettra de résoudre le problème inconnu. Quoiqu'on fasse, il restera toujours plus de problèmes inconnus que de connus. Ce qui est important, c'est d'être capable de dominer les problèmes inconnus. Le complément de science nécessaire à chaque problème pourra s'acquérir le moment venu.

C'est pourquoi nous pensons que les spécialités, de technique ou de gestion, n'entrent pas dans la formation initiale de l'ingénieur. Elles ressortissent à la formation continue, dont le développement et la diversification depuis quelques années permettent et permettront toujours plus d'acquérir à tout moment les connaissances particulières dont on aura besoin.

Et puis un ingénieur doit être un homme libre. Il doit être libre de quitter son entreprise et sa branche, et c'est parce qu'il se saura libre de le faire qu'il restera de bon cœur. Nous ne voulons pas d'ingénieurs enchaînés. Une spécialité trop poussée enchaîne l'homme à une branche étroite, ou à une entreprise.

Ce que nous attendons donc des écoles, ce sont des ingénieurs d'un haut niveau scientifique et d'une haute qualité humaine. Pour cela il faut que les écoles soient des foyers de recherche, de rayonnement scientifique, capables de passionner les élèves en les faisant participer à l'aventure de la science, et capables aussi, en attirant des candidats nombreux, de choisir les meilleurs.

Ceci suppose de grands moyens de recherche, un corps enseignant nombreux et éminent, des élèves nombreux dans chaque école, c'est-à-dire, peut-être, une certaine concentration de nos écoles. Et aussi une plus grande liaison entre ces écoles et l'industrie, des échanges d'hommes, des stages plus nombreux pour les élèves et pour les professeurs.

Enfin je voudrais rappeler que l'ingénieur vit sur un marché, si l'on appelle marché tout terrain d'échanges : marché des produits, marché des équipements, marché de la science, des techniques et des idées. Or ces marchés ne sont plus aujourd'hui limités aux frontières nationales, devenues bien étroites pour l'ampleur des phénomènes de l'économie et de la pensée. Ils sont au moins européens, plus souvent mondiaux. Le jeune ingénieur doit être

prêt à affronter et dominer ces marchés. Il faut pour cela que sa connaissance des langues, sa familiarité des littératures techniques et des styles d'expression étrangers, son expérience de voyages et de stages, le rendent capable, partout dans le monde et face à tous concurrents, de "vendre sa

science". A cette exigence encore l'enseignement de nos écoles doit apporter une réponse.

Ce sont beaucoup d'exigences, et la perfection est loin de nous. Tous ici savent, Mesdames et Messieurs, combien votre

école, sous l'impulsion de ce grand savant qu'est le Père Mastagli, s'est avancée et s'avance chaque jour sur ce chemin montant, sablonneux, malaisé. Aussi mérite-t-elle pour ce vingtième anniversaire, que beaucoup de confiance lui soit accordée, et beaucoup d'espérance placée en elle.

Le Guide pédagogique de l'Organisation Mondiale de la Santé et les enseignements de chimie dans la formation médicale en France

par Pierre Belin
(Professeur à l'Université de Tours ;
Responsable des enseignements
de chimie PCEM et CPEBH
à l'U.E.R. de Médecine)



Dans l'exposé servant d'introduction à la "Journée d'étude sur l'enseignement de la chimie dans la formation médicale" qui s'est tenue à Tours le 30 septembre 1976, j'ai présenté aux participants le "Guide pédagogique de l'Organisation Mondiale de la Santé" (O.M.S.) dont la 2e édition venait de paraître. En fait, ce n'est qu'une analyse succincte de l'ouvrage, limitée aux points essentiels pouvant intéresser l'auditoire auquel il s'adressait qui a été donnée ce jour-là. Étant donné l'importance du document, je tiens à remercier *L'actualité chimique* de bien vouloir m'ouvrir ses colonnes, non plus dans l'unique but d'en résumer le contenu, mais d'en faire également une étude critique.

1. Qu'est-ce-que le Guide pédagogique de l'O.M.S. * ?

C'est une œuvre collective, élaborée sous la direction du Docteur J.J. Guilbert. La deuxième édition de 1976 a été rédigée d'après les critiques faites à la première, parue en 1966 et qui avait servi de base à des réunions organisées par l'O.M.S. : ateliers de planification, séminaires de méthodologie de l'enseignement, etc. Les

* Pour se procurer ce document, écrire au Docteur J.J. Guilbert, Médecin-Chef.

auteurs souhaitent une diffusion aussi large que possible du Guide, aussi bien auprès des enseignants que des étudiants, car leur intention est d'aider à la réalisation des changements indispensables des formes d'enseignement, qui doivent cesser d'être une répétition d'elles-mêmes, c'est-à-dire, copier les modèles traditionnels du passé. De plus, tout système de formation du personnel médico-sanitaire, à tous les échelons doit être réexaminé en fonction des besoins de chaque pays.

Seules sont abordées dans le guide les possibilités d'évolution des méthodes d'enseignement et de contrôle des connaissances, d'où sa division en quatre chapitres traitant successivement :

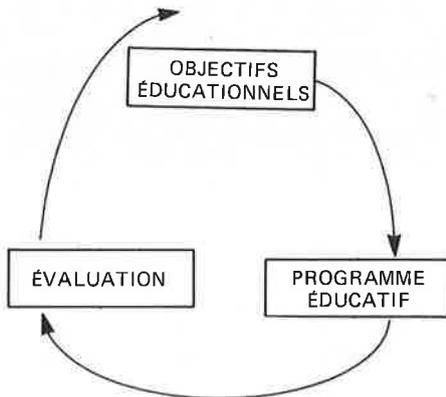
- des objectifs éducationnels (chapitre I) ;
- de la planification d'un programme d'enseignement apprentissage (chapitre II) ;
- de l'évaluation (chapitre III) ;
- de la docimologie.

avec, en appendice, un index-glossaire suivi de références bibliographiques.

2. Pour une pédagogie par objectifs éducationnels

La présentation de l'ouvrage a été conçue de telle façon que le lecteur se trouve rapidement familiarisé avec le jargon pédagogique ; et puis, si besoin est, il y a toujours possibilité de consulter le glossaire.

On envisage un système d'éducation se développant selon une "spirale" ainsi schématisée



Avant d'élaborer tout programme, il faut d'abord déterminer les objectifs éducationnels, qui précisent ce que les étudiants seront capables "de faire à la fin d'une

période d'enseignement-apprentissage et qu'ils n'étaient pas capables de faire avant".

L'objectif éducationnel définit le résultat à atteindre. Sur le plan pratique, cela doit se traduire chez l'étudiant par l'acquisition d'un ensemble de comportements qui permettent de conclure qu'il possède désormais "des connaissances, l'habileté technique et les attitudes voulues". Que faut-il entendre exactement par *comportement* ? Dans le glossaire-index, page 503, ce mot désigne l'ensemble des actions (ou réactions) d'un individu, accessible à l'observation extérieure. Ce que l'étudiant est "capable de faire" à un moment donné de sa formation doit donc être *objectivement contrôlable*.

Il existe 3 types d'objectifs : les objectifs institutionnels, les objectifs intermédiaires, les objectifs spécifiques : ces derniers sont les plus importants car ils correspondent à une "activité d'apprentissage".

Qu'est-ce-que l'apprentissage ? C'est un processus entraînant un changement relativement permanent dans la façon de penser, sentir, agir, de l'étudiant ; (...) il est le résultat de la pratique, de répétitions ; (...) le processus de changement n'est pas directement observable *. Pour l'étudiant, l'apprentissage doit présenter un caractère personnel, où l'expérience joue un rôle majeur et dont la réussite dépend de conditions bien précises. Le but de l'enseignement apparaît alors comme "une façon d'indiquer à quelqu'un la manière d'agir, de penser ou de sentir" : il est indispensable que se créent des interactions entre étudiants et enseignants, sous la responsabilité de ces derniers, afin de "faciliter les changements prévus dans le comportement".

La rédaction des objectifs spécifiques est une tâche délicate qui nécessite un vocabulaire soigneusement adapté, de telle sorte qu'il soit présenté avec *pertinence* : il faut beaucoup insister sur l'importance de cette qualité, qui doit mettre en évidence le but à atteindre avec *logique* et avec *précision*. Un objectif spécifique doit être également *réalisable*, en fonction du *niveau requis*, exigé de l'étudiant, *observable* et *mesurable*.

* A la page 213 du Guide, onze définitions de l'apprentissage données par divers auteurs sont citées. Celle qui a été retenue fait la synthèse de plusieurs d'entre elles.

A propos de ce dernier point, il convient d'indiquer pour chaque objectif "le niveau acceptable de la performance de l'étudiant"

C'est uniquement lorsque les objectifs spécifiques d'une discipline ont été atteints que la *préparation* d'un programme peut être envisagé : la planification d'un ensemble d'activités éducatives doit être une *tâche collective* dont la réalisation dépend de nombreux facteurs. Ses différents aspects font l'objet de développements minutieux (pages 224 à 254) qui font ressortir la difficulté du choix d'un coordonnateur !

3. L'évaluation

L'évaluation consiste évidemment à déterminer dans quelle mesure chacun des objectifs spécifiques a été atteint; elle nécessite par conséquent la mise en place d'un processus continu, élaboré avec la participation des étudiants (et des administrateurs). Mais elle peut être plus qu'une simple mesure du comportement des étudiants réalisée, soit dans le but de les renseigner sur leur niveau (évaluation formative) soit dans le but d'effectuer une sélection (évaluation cumulative) mais elle permet également à l'enseignant de recueillir des informations sur son enseignement et de juger des programmes établis.

Il existe en fait une véritable méthodologie de l'évaluation, qu'elle soit appliquée aux étudiants ou aux enseignants, et l'élaboration d'"instruments de mesure" présentant quatre qualités essentielles : la *validité* (en fait la précision de l'instrument de mesure), la *fiabilité*, l'*objectivité* (degré de concordance entre les jugements portés par des examinateurs indépendants et compétents sur ce qui constitue une bonne réponse), la *pertinence* (liée au respect des critères de sélection des questions posées), caractéristiques qui ne sont d'ailleurs pas indépendantes, pose des problèmes analysés dans le détail.

4. Docimologie

Le dernier chapitre est consacré à la docimologie, étude des tests et méthodes d'évaluation. Son intérêt est double : il est de donner d'abord des exemples des différentes formes d'examen, avec étude critique comparative ; dissertation, questions à réponses ouvertes et courtes (Q.R.O.C.), questions à compléter, questions à réponse alternative, questions à choix multiples (Q.C.E.M.), examen programmé.

En second lieu, il souligne l'importance du problème de la notation : après avoir dégagé les facteurs humains influençant l'évaluation, une étude statistique, de niveau abordable par tous, est ensuite développée.

Après avoir établi une distinction entre épreuves à *critères relatifs* et épreuves à *critères absolus* des notions importantes sont introduites. Pour les questions des épreuves à critères relatifs, il est impor-

tant de déterminer, d'après les résultats de l'examen, l'*indice de difficulté* et l'*indice de discrimination*, ce dernier permettant de classer les étudiants en "groupe fort" et en "groupe faible". Pour les épreuves à critères absolus, ils est recommandé de calculer le *niveau acceptable de performance* (N.A.P.) qui permet de décider du passage ou non d'un étudiant qui en "sait juste assez". Des exemples d'interprétation des résultats selon ces techniques facilitent l'assimilation de ces notions fondamentales de docimologie.

Mais, ce qui donne au guide de l'OMS un intérêt supplémentaire, c'est sa *présentation*. Car, pour mieux leur permettre d'en assimiler le contenu, l'auteur propose à ses lecteurs de pratiquer aux-mêmes les méthodes d'enseignement, apprentissage, évaluation, notation, qu'il préconise pour autrui. L'enseignement devient enseigné, et du même coup, voit mieux sur quelles bases nouvelles doivent s'établir les rapports entre professeur et étudiant.

5. Un enseignement de chimie, d'après les idées de l'O.M.S. est-il possible ?

Le but du Guide pédagogique de l'OMS est donc essentiellement une réflexion sur la recherche des conditions de formation de tout "personnel de santé". Par suite, un chimiste participant à une filière d'enseignement devant amener l'étudiant à l'exercice ultérieur d'une profession médicale ou para-médicale se doit d'étudier avec soin les documents qu'il contient. Pourtant, certains collègues estiment que puisque tous les exemples pris dans la partie pédagogique, comme dans la partie docimologique, concernent des enseignements du deuxième cycle d'études médicales, principalement du domaine des sciences cliniques, et qu'à aucun moment il n'est question d'enseignement de chimie, le contenu du Guide de l'OMS ne peut les intéresser. Il est facile de leur répondre que cette remarque est également valable pour bien d'autres disciplines, fondamentales ou cliniques, mais rappelons ce qu'écrit le Docteur J.J. Guilbert, p. 8 : ... "les approches proposées dans ce document résultent d'un choix délibéré de l'auteur et reflètent ses idées dans le domaine de l'éducation. Des théories diverses, parfois considérées comme contradictoires, sont exposées au lecteur afin de susciter chez lui une réflexion plutôt que de le soumettre à une contrainte philosophique. C'est au lecteur de faire son choix, de tirer de premières conclusions, et surtout de chercher des solutions à ses propres problèmes pédagogiques en utilisant ce qui mérite de l'être parmi les diverses approches théoriques proposées".

En conséquence, il appartient aux chimistes de réfléchir eux-mêmes sur la mise en pratique d'idées développées dans un cadre extrêmement général.

En premier lieu, le rôle de la chimie dans la formation médicale doit être précisé. Tel était d'ailleurs le thème de la journée du 30 septembre 1976 dont *L'actualité*

chimique a publié un compte rendu* : je ne reviendrai pas sur les conclusions dégagées par mon collègue et ami, Monsieur le Professeur Muh, Biochimiste de la Faculté de Médecine de Tours.

Pratiquement, les enseignements de chimie se trouvent dispensés presque uniquement au niveau du premier cycle des études médicales (PCEM 1), mais peut-être a-t-on voulu maintenir par tradition un cours remontant à l'existence du certificat préparatoire aux études médicales délivré par le Faculté des Sciences, enseigné au niveau (Baccalauréat + 1), dont le P.C.B. a constitué la dernière forme. En effet, lorsque en 1961, ces enseignements préparatoires sont englobés dans le 1^{er} semestre de la 1^{re} année de Médecine, le programme de chimie du P.C.B. n'est pas sensiblement modifié, mais ce régime ne dure que deux années universitaires, puisque en 1963 est mis en place le Certificat préparatoire aux études médicales (C.P.E.M.), rattaché à nouveau aux Facultés des sciences, où à côté des enseignements de physique, chimie, biologique de l'ancien P.C.B., apparaissent des enseignements de mathématiques et de biochimie. A partir de 1968, les enseignements des U.E.R. médicales se trouvent aussi séparés en 1^{er} cycle et 2^e cycle, et ainsi le C.P.E.M. sert de cadre à l'installation du P.C.E.M. 1. Il faut attendre cette époque pour que naissent vraiment des collaborations entre médecins et scientifiques, les premiers souhaitant, à juste titre, orienter les programmes des sciences physiques vers leurs applications au milieu vivant, en profitant de l'autonomie récemment accordée aux Universités dans le domaine pédagogique, bien qu'un programme officiel du PCEM ait été publié. Mais, malgré certains aménagements, il faut bien constater que la plupart du temps, les formes d'enseignement sont restés ce qu'elles étaient..., et les changements souhaités par l'O.M.S. ne se sont pas produits. Pourtant, l'augmentation du flux d'étudiants, malgré la sévère sélection par concours, instituée à partir de 1972 aurait été un argument suffisant pour que soient revues les méthodes pédagogiques, et non plus uniquement les programmes et les formes d'examens, et puisqu'il n'en a pas été ainsi, bien des tentatives d'orientation des enseignements de chimie vers les applications médicales se sont trouvées dépourvues d'efficacité.

La pédagogie par objectifs éducationnels, telle qu'elle est préconisée par le Guide de l'O.M.S. a été introduite dans la quasi totalité des UER médicales. Son application à l'enseignement de la chimie en vue des études médicales ne doit pas poser de problème, d'autant plus que c'est sous cette forme qu'on déjà été conçus d'autres enseignements de chimie destinés à des non-chimistes ou dans le cadre de la formation permanente. Mais la définition des objectifs spécifiques aura d'autant plus de valeur qu'elle aura été établie en collaboration avec nos collègues médecins, car leurs

* *L'actualité chimique*, numéros de Février et Mars 1977

précieux conseils sont indispensables pour que la rédaction atteigne la *pertinence* optimale; par contre, c'est au chimiste d'indiquer si l'objectif est réalisable, compte tenu du niveau des enseignés. A ce sujet, combien il serait souhaitable que tous les étudiants puissent subir le test mis au point par notre collègue Chastrette en collaboration avec plusieurs membres de la Division de l'enseignement de la Société Chimique de France, pour évaluer leur niveau, avant d'entreprendre tout enseignement de chimie en Université !

La mise en place de processus d'évaluation est complémentaire de la pédagogie par objectifs de comportement, car sinon, comment savoir dans quelle mesure ceux-ci ont été atteints et si les enseignements donnés sont valables ? Admettons que le canal de transmission des connaissances reste le cours magistral : les tests d'évaluation pourraient alors avoir lieu pendant les séances de Travaux dirigés. Or, depuis quelques années, il faut constater que dans bien des endroits, ceux-ci ont perdu pas mal de leur intérêt à cause de leur manque d'adaptation aux situations nouvelles : augmentation des effectifs en étudiants, enseignants en nombre insuffisant et pénurie des moyens matériels, d'où réduction du nombre d'heures/étudiants, suppression de tout contrôle des connaissances depuis la sélection par concours et l'anonymat obligatoire. A propos de ce dernier point, on peut remarquer que ces dispositions n'empêchent pas de mettre en œuvre un système d'évaluation formative en cours d'enseignement, où l'anonymat serait garanti, et permettrait aux étudiants de faire le point sur ce qu'ils ont acquis et sur ce qui leur reste à faire. Trop souvent, on a confondu évaluation et sanction.

Dans l'appréciation du niveau minimal acceptable, qui est l'élément principal de mesure des modifications de comportement ou d'attitude, deux facteurs particuliers doivent être pris en considération : *durée de l'enseignement de la chimie* et son *étalement dans le temps*. Or leur importance varie d'une UER médicale à l'autre. Dans le guide de l'OMS, on remarque (p. 305) que pour un enseignant lorsque le "facteur temps est devenu une constante, le

facteur compétence est alors une variable". Mais le problème est en fait plus complexe.

En effet, supposons un cours magistral de chimie représentant 50 heures effectives dispensé dans une première UER, où il est étalé sur 25 semaines, dans une autre où il occupe un trimestre, et dans une troisième où il doit se terminer au bout de 9 semaines. Dans ces trois cas, la définition des objectifs, les critères d'évaluation pourront-ils être les mêmes ?

Il faut également tenir compte que depuis quelque temps, des enseignements médicaux commencent dès la rentrée d'Octobre, et il est à craindre qu'ils n'entrent en concurrence avec les enseignements spécifiquement scientifiques "traditionnellement" placés en début d'année: On assiste à la disparition progressive d'une structuration du P.C.E.M₁, relativement organisée, au profit d'une médicalisation peut-être un peu hâtive, mais souhaitée par beaucoup. Cependant l'essentiel est que soient maintenues les conditions d'apprentissage de la chimie, en vue de ses applications biomédicales.

Enfin, cette étude ne peut se terminer autrement que sur quelques considérations sous la forme de l'épreuve de chimie du concours de P.C.E.M₁. D'après les "Annales corrigées de 1976" publiées par les éditions Bréal, dans la plupart des Universités l'épreuve se présente sous la forme traditionnelle : questions de cours, exercices, problèmes. Par contre, à Strasbourg et Montpellier, par exemple, l'épreuve a été posée sous forme de Q.C.M. A la Faculté de Médecine de Tours et au C.H.R. de Bicêtre, en 1977, l'épreuve de chimie a été posée sous forme de Q.R.O.C. et il semble que ce type d'épreuve ait de plus en plus de partisans dans les U.E.R. de Médecine, ayant sur le Q.C.M. l'avantage de pouvoir juger la qualité de l'expression écrite du candidat, sans pour cela la faire intervenir pour autant dans les critères de notation.

Le guide de l'O.M.S. traite avec suffisamment de détails de l'organisation d'une épreuve par Q.C.M. avec analyse docimologique des résultats. Pour la mise en pratique d'une épreuve par Q.R.O.C., avec notation

binaires des items et interprétation statistique des résultats par ordinateur, on pourra consulter l'étude de Barres et Risse (voir référence à la fin de l'article).

Une étude comparative des qualités et des défauts des différentes formes d'examen sont du cadre de cet article. Tant que les enseignants garderont le choix du type de "leur" épreuve de chimie, donnons leur quand même le conseil d'écarter toute solution de facilité consistant à opter pour le système de contrôle qui demandera le moins de temps et que leur but soit de rechercher un processus d'évaluation plus juste, tant des étudiants que des enseignants qui leurs sont donnés.

D'une manière générale, toutes les recommandations pédagogiques et docimologiques du Guide de l'O.M.S. ne paraissent profitables que s'il existe une réelle collaboration entre tous les enseignants participant à la filière de formation médicale, depuis le choix des objectifs jusqu'au choix des items d'une épreuve par Q.R.O.C. La collégialité pédagogique est sans doute un des moyens d'empêcher de faire de "l'impérialisme de discipline d'enseignement" tant redouté par le Dr Guilbert dans sa conclusion.

Quelques références bibliographiques :

Sur la pédagogie par objectif de comportement.

R.F. Mager, Comment définir les objectifs pédagogiques. Gauthier-Villars, 1971, Paris.

Évaluation et docimologie.

H. Pierron, Examen et Docimologie. Collection SUP. PUF, 1969, Paris.

N.M. Downie, Fundamentals of Measurements : Techniques and Practices. N.Y. Oxford, University Press, 1967.

Unesco, Évaluation du rendement scolaire. Bulletin du Bureau International d'éducation, n° 84, 1972.

G. Barres et R.S. Risse, Choix d'une forme d'épreuve écrite permettant une notation objective. *La nouvelle Presse médicale* 1975, 13, 981.

M. Gomel, Chimie et Docimologie, *Unichimie* 1971, 1, 34; voir aussi *Revue de l'A.U.P.E.L.F.* 1967, 5, 64.

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

A5. The analysis of rocket propellants

par H.E. Malone

Publié dans le cadre d'une série de monographies consacrées à l'analyse de substances organiques, ce volume 12 décrit les techniques opératoires appliquées dans le domaine de l'analyse des composés chimiques à pouvoir énergétique élevé utilisés soit comme agents oxydants, soit comme carburant pour la propulsion des fusées. Divers auteurs traitent, après une introduction consacrée à la description détaillée des appareils nécessaires aux prélèvements d'échantillons et des techniques d'échantillonnages proprement dites, des méthodes d'analyse des substances contaminantes introduites dans les combustibles en tant qu'additifs énergétiques, des impuretés, etc. Cinq chapitres concernent ensuite des études sur : les combustibles, les agents d'oxydation, les produits de contamination. La description des techniques d'analyse, aussi bien physiques que chimiques, est accompagnée d'une description des appareils et instruments utilisés. Chaque chapitre est complété par de nombreuses références bibliographiques.

1977, 148 p., F 85.

W24. Modern practice of gas chromatography

par R.L. Grob

L'auteur rappelle dans le détail les principes théoriques et donne des informations pour l'interprétation des données, ainsi que pour la sélection de toute une variété de systèmes d'application de la chromatographie en phase gazeuse. Il étudie les techniques chromatographiques sur la base des processus physiques en corrélation avec la distillation, l'extraction liquide-liquide, la répartition à contre-courant et d'autres techniques de séparation. Sont également passées en revue les données requises pour le choix des colonnes, l'utilisation des détecteurs, etc...

Grandes lignes de l'ouvrage : Théorie, détecteurs, analyse de produits alimentaires et de produits pharmaceutiques, applications cliniques, mesures physico-chimiques, modes d'utilisation.

1977, 688 p., F 235.

W24. Aquametry. 2^e édition. Part 1 : Treatise on methods for determination of water

par J. Mitchell

Ce traité sur les méthodes applicables à la détermination des quantités d'eau présentes dans les gaz, les liquides et les solides fournit des informations fondamentales sur la structure et sur les propriétés physiques de l'eau. Les auteurs décrivent ensuite les méthodes chimiques, gravimétriques et thermiques ; les méthodes de séparation et les méthodes spectrométriques dans la région de l'ultra-violet et du visible ; les méthodes spectrophotométriques de l'infrarouge et de résonance magnétique nucléaire ; les méthodes radiochimiques, les méthodes physiques et toutes les autres méthodes instrumentales applicables à la détermination précitée.

1977, 768 p., F 355.

Biochimie

F28. Biochimie Bases moléculaires de la structure et des fonctions cellulaires

par A.L. Lehninger

Plan de l'ouvrage :

1^{ère} partie : Les constituants moléculaires de la cellule

2^e partie : Catabolisme et fonction des liaisons phosphate riches en énergie

3^e partie : Biosynthèse et utilisation de l'énergie de la liaison phosphate

4^e partie : Réplication, transcription et traduction de l'information génétique.

1977, 1128 p. 453 figures, F 295.

C68. Handbook of electrophoresis

par L.A. Lewis

La première partie de ce manuel d'électrophorèse est consacrée à l'application de celle-ci dans le domaine des lipoprotéines. Après un exposé sur les principes fondamentaux de différents types d'électrophorèse, les auteurs en donnent une description détaillée, en particulier de ceux qui sont utilisés en lipoprotéinologie. Cette description est suivie d'une étude critique sur la composition et les propriétés électrophorétiques et autres des apoprotéines des chylomicrons et des lipoprotéines de très basse, basse et haute densité. La troisième partie est consacrée à l'électrophorèse des lipoprotéines de sérum et d'autres tissus dans différents syndromes cliniques incluant l'athérosclérose, les maladies du foie et du rein et celles impliquant des perturbations du métabolisme intermédiaire et de diabète. L'ouvrage est complété par des informations sur la précision des procédés électrophorétiques, la signification et l'interprétation des résultats.

Parution prévue automne 1977, approx. 600 p., F environ 430.

S56. Inorganic biochemistry II

Topics in current chemistry, volume 69

Plusieurs spécialistes passent en revue les progrès réalisés dans le domaine de la biochimie inorganique. La première des trois études, qui constituent ce deuxième volume sur la biochimie inorganique, s'adresse essentiellement aux chimistes spécialisés dans le domaine de l'environnement. Elle concerne les interactions s'établissant entre les ions métalliques et les organismes vivant en milieux marins. La deuxième traite des réactions métaboliques d'échange des gaz inorganiques en biochimie, dont la connaissance est indispensable dans le domaine des opérations chimiques et dans celui de la fonction et la structure des cuves spéciales de réactions conçues en vue des opérations concernées. La troisième étude est consacrée à la formation de complexes de cations monovalents avec des ligands biofonctionnels.

1977, 240 p., F 260.

P48. Nucleic acids and protein synthesis in plants

par J.H. Weil et L. Bogorad

Divers auteurs traitent ici des plus récents progrès enregistrés dans les domaines de la biologie moléculaire et de la biologie de l'ordre d'édification biochimique chez les végétaux. Grandes lignes de l'ouvrage : Organization and replication of nuclear and chloroplast genomes. Transcription. Synthesis of nucleic acids and protein by organelles, organelle-nuclear relationships. Control of nucleic acids and protein synthesis by hormones and environmental factors. Foreign DNA and plant cells, plant viruses. General properties of isolated protoplasts and uptake of foreign genetic material. Genetic studies of a plasmid that confers tumor inducing capacity in *Agrobacterium tumefaciens* : arguments in favor of gene transfer from plasmid to plants, etc...

1977, 405 p., F 345.

E24. Proceedings of the first Cleveland symposium on macromolecules

par A.G. Walton

Compte rendu d'un symposium international sur les macromolécules qui a tenu ses assises à Cleveland (Ohio) fin 1976, ce livre contient 14 communications faisant le point de l'état actuel des connaissances dans ce domaine et présentant, en outre, des travaux originaux sur la structure et les propriétés des bio-polymères. Dans la première partie il est fait état des aspects fondamentaux de la structure des protéines fibreuses et de leurs analogues polypeptidiques, des acides nucléiques et des polynucléotides, ainsi que des polysaccharides. Les deux autres parties traitent des structure et fonction des bio-polymères par rapport aux matériaux, textiles et aliments compris, ainsi que des applications des bio-polymères à la solution d'une grande variété des problèmes de biologie moléculaire.

1977, 312 p., 285 F.

Caoutchouc

R81/A. Materials, compounding ingredients and machinery for rubber

Fruit de la coopération de plus de 600 fournisseurs, cet annuaire-répertoire des "Matériaux, constituants et appareillages pour le caoutchouc" publié par "Rubber-World" contient, outre les renseignements d'usage pour ce type d'ouvrages (noms et adresses de firmes), environ 500 pages d'informations portant sur chaque type des constituants du caoutchouc, leurs propriétés, leur composition, leurs fonctions et applications. Les cinq parties principales qui le composent concernent respectivement : les matériaux constituants du caoutchouc, avec six sous-sections allant de la vulcanisation jusqu'aux produits auxiliaires; les matériaux constituants du Latex, depuis les agents anti-bloquage jusqu'aux stabilisants; les caoutchoucs naturels et synthétiques; les colorants organiques et inorganiques; la liste des fournisseurs des industries du caoutchouc (matériaux, machines,

équipements et produits auxiliaires) et, finalement, l'index des produits. 1977, F 280.

Chimie générale

S56. Molecular properties. Advances in Polymer Science, vol. 24

Ce vingt-quatrième volume de la collection vouée aux progrès de la science des polymères est consacré à l'étude des propriétés moléculaires. Il est composé de quatre grands chapitres rédigés par diverses personnalités faisant autorité dans ce domaine. Le premier porte sur les réactions d'oxydation et de réduction chez les complexes métal-polymères et les effets de l'environnement des polymères sur les réactions élémentaires de la catalyse. Le second est consacré à l'étude des fonctions densité-énergie-tension des vulcanisats de caoutchouc à partir d'extensions bi-axiales; tandis que les troisième et quatrième chapitres traitent respectivement de l'application de la spectrométrie électronique à l'analyse des polymères, puis de la séparation et de la caractérisation des polymères à l'aide de la chromatographie en couche mince.

1977, 220 p., 132 figures, 30 tables, F 255.

R27. Aspects of homogeneous catalysis. A Series of Advances, volume 3

par Renato Ugo

Ce troisième volume de la série d'ouvrages consacrés aux divers aspects de la catalyse homogène renferme des travaux d'intérêt aussi bien théorique que pratique dans le domaine de la catalyse et de la chimie industrielle. Il couvre toute une variété de nouvelles réactions et porte sur trois aspects différents de la catalyse homogène, à savoir : la synthèse asymétrique, l'oxydation homogène catalysée métal et, finalement, les rapports entre les agrégats et les petits cristallites de métal. Les auteurs s'efforcent également de faire usage des résultats de la chimie de coordination pour résoudre des problèmes spécifiques de catalyse homogène.

1977, 267p., F 290.

P.48. Marine natural products chemistry

par D.J. Faulkner et W.H. Fenical

Ce premier volume de la "NATO Conférence series (serie IV)" est consacré à des travaux de recherche sur la chimie des produits naturels marins en divers domaine de la biologie marine. Différents auteurs traitent, entre nombre d'autres sujets, des métabolites d'organismes marins du point de vue de leur chimie organique, de leur rôle par leur influence sur l'écologie et sur le comportement des organismes marins, ainsi que de leur potentiel d'utilisation en agriculture, ou comme agents pharmaceutiques, voire de marqueurs chimiosystématiques. Notons aussi des études récentes faites sur le métabolisme stéroïdique chez les échinodermes *Asterias rubens*; la chimie des algues méditerranéennes; les caroténoïdes des algues et la chimiosystématique; la synthèse de monoterpènes à l'aide de rhodophycées marines; les rapports interspécifiques dans le domaine des bactéries et du phytoplancton en milieux marins; les substances anticorps de mêmes signes dans les organismes marins, etc...

1977, 435 p., F 375.

P48. Reactivity of solids

par J. Wood et O. Lindqvist

Dans cet ouvrage se trouvent résumés, en six rapports, les travaux de quelque 200 scientifiques du monde entier sur la recherche actuelle dans le domaine de la chimie de l'état solide, à savoir : Nouveaux développements cristallographiques applicables à l'étude de certaines réactions dans les solides. Réactions superficielles et interfaciales, en particulier à des températures élevées. Influence des défauts de structure sur la réactivité des solides. Réactions à l'état solide dans les matériaux organiques. Réactions dans les solides vitreux. Nouveaux développements des techniques expérimentales pour l'étude de la réactivité des solides en vrac et à la surface des solides. Réactions à l'état solide dans le domaine de la technologie; techniques modernes et instrumentation.

1977, 810 p., F 520.

Chimie industrielle

N84. Industrial enzymes 1977. Recent Advances

par J. C. Johnson

L'auteur décrit quelques 200 procédés provenant de brevets américains sur la production et l'utilisation des enzymes à l'échelle industrielle. Après une introduction générale dans laquelle il mentionne que les enzymes sont à présent plus souvent obtenus à partir de microorganismes que par extraction des tissus végétaux et animaux, onze chapitres traitent des procédés ci-après : General processes (16). Inorganic supports (11). Natural polymer supports (17). Immobilization synthetic polymers (18). Enzyme processes

for sugar (26). Starch conversion (30). Enzyme for higher polysaccharides (11). Proteolytic enzymes for detergents (16). Other proteolytic enzymes (24). Othe: hydrolases (22). Oxidoreductases & others (15).

1977, 348 p., F 285.

N84. Industrial solvents handbook 1977

par I. Mellan

Ce manuel, dont la seconde édition vient de paraître, est essentiellement destiné aux professionnels qui ont à sélectionner un nouveau solvant sur les bases de la compétitivité, ou de la comparaison; par exemple, quand l'usage du solvant habituellement utilisé se révèle nuisible à l'environnement, ou si son prix a augmenté de façon telle que l'équilibre économique de la production risque d'être compromis. Environ 1 000 tables contiennent les données de base sur les propriétés physiques de nombreux solvants et sur la solubilité d'une grande variété de substances, ainsi que des diagrammes pour système à constituants multiples. Groupes de solvants en question : solvants d'hydrocarbures, hydrocarbures halogénés, nitroparaffines, composés organiques du soufre, monoalcools, alcools polyatomiques, phénols, aldéhydes, éthers glycoliques, cétones, acides, amines, esters.

1977, 567 p., F 290.

N84. Testing of organic coatings 1977

par N. I. Gaynes

De caractère et d'application pratique comme tous les ouvrages de cette collection, le présent manuel propose toute une gamme d'essais des revêtements organiques sur une grande variété de surfaces. L'auteur décrit les modes opératoires et donne des indications relatives à l'interprétation et l'utilisation des données obtenues. Les 19 chapitres qui forment ce livre traitent de : la durabilité des revêtements extérieurs et des tests accélérés; des éléments d'essais pour les finissages extérieurs (cause des modifications des couleurs); tests aux brouillards salins (l'addition d'acide acétique réduit les temps d'exposition); adhésion de la peinture; tests de souplesse et de dureté détermination de la résistance au froid des revêtements sur des substrats variés; souplesse des revêtements à basse température; abrasion; résistance aux impacts et à l'eau, corrosion dite "filiforme" se produisant entre substrats métalliques et films organiques; essais microbiens (simples), fongiques, ignifuges et d'épaisseur des films, essais non destructifs, etc.

1977, 275 p., F 175.

Chimie organique

R27. Metal-ligand interactions in organic chemistry and biochemistry (En 2 volumes)

par B. Pullman et Natan Goldblum

Il s'agit ici du compte rendu en deux volumes des travaux d'un symposium international qui a tenu ses assises à Jérusalem, en mars-avril 1976, sur le rôle et le mécanisme des interactions ligand-métal en chimie organique et en biochimie. Quelque 44 communications couvrent pratiquement tous les aspects de la recherche théorique et expérimentale dans ce domaine : depuis la description *ab initio* de la mécanique quantique de l'interaction des cations avec l'eau, les peptides, phosphates, etc., jusqu'à l'étude aux rayons X et à la RMN de l'interaction des cations avec les protéines, acides nucléiques et leurs constituants, en passant par l'enchaînement des cations à une grande variété de molécules organiques, et par l'examen des plus récents développements enregistrés dans le domaine des ionophores.

1977, 800 p., F 578. les 2 volumes

S56. δ -Orbital involvement in the organo-chemistry of silicon, phosphorus and sulfur

par H. Kwart

Troisième de la série d'ouvrages consacrés aux concepts réactivité et structure en chimie organique, ce volume étudie les imbrications de l'orbitale- δ dans l'organo-chimie du silicium, phosphore, soufre et des halogènes. Les auteurs développent leur sujet après une introduction rappelant les principes de base nécessaires à la compréhension du texte dans le cadre de quatre grands chapitres : Theoretical basis for d-orbital involvement. Physical properties related to dp- π bonding. The effects of dp- π bonding on chemical properties and reactivity. Pentacovalency.

1977, 260 p., F 260.

W24. Reagents for organic synthesis Volume 6

par M. Fieser

Ce sixième volume de la collection d'ouvrages consacrés aux réactifs requis en synthèse organique couvre la littérature publiée dans ce domaine entre août 1974 et décembre 1975. Il contient des références concernant environ 800 réactifs se répartissant en parties égales entre les réactifs précédemment examinés dans la série et ceux qui y avaient été inclus la première fois. Une attention particulière a été réservée à des réactifs dont les caractéristiques

ouvrent de nouveaux horizons dans le domaine de la synthèse organique. Un index groupant les réactifs par types facilite la consultation de l'ouvrage.

1977, 736 p., environ F 275.

Chimie physique

R27. Preparation and cristal growth of materials with layered structures

par R.M. A. Lieth

L'objet de ce premier volume de la collection consacrée à la physique et à la chimie des matériaux à structure stratifiée consiste à passer en revue les applications courantes des méthodes de préparation, ainsi que les techniques de développement des cristaux à l'étude des matériaux précités. Les auteurs ont délibérément restreint le champ de leurs travaux aux matériaux inorganiques; les composés organiques, les composés ternaires et les composés intercalaires en ont été exclus. Les grandes lignes de ce volume portent sur : les éléments et les halogénures; les hydroxydes, les dichalcogénures des métaux de transition et les chalcogénures des métaux des groupes III et IV.

1977, 288 p., F 275.

P48. Structure determination by X-ray crystallography

par M.F.C. Ladd et R.A. Palmer

Cet ouvrage constitue une introduction à l'analyse structurale par la cristallographie aux rayons X. Le texte est généreusement illustré et complété, en annexe, par quelques paires de diagrammes stéréoscopiques accompagnées d'instructions appropriées de mode d'emploi. Chaque chapitre comporte une série de problèmes, de leurs solutions et d'observations sur : la géométrie et la symétrie des cristaux; les méthodes pratiques d'analyse structurale; l'analyse de Fourier et les techniques d'analyse par radiocristallographie; la génération et les propriétés des rayons X; la substitution isomorphe; les techniques des méthodes directes; des exemples concrets d'analyse structurale.

1977, 380 p., F 260.

S24. Electrical phenomena at the biological membrane level

par E. Roux

S'adressant aussi bien aux spécialistes du monde végétal et animal qu'aux biochimistes, biophysiciens et physico-chimistes intéressés par le mécanisme de la transmission nerveuse, à la photosynthèse et aux processus de la vision, ce compte rendu de la Conférence internationale d'Orsay, de la Société de Chimie Physique sur les phénomènes électriques au niveau des membranes biologiques, contient une quarantaine de communications et d'exposés traitant : du bruit, de la régulation et de l'échange ionique dans le cours de la transmission nerveuse; de nouvelles hypothèses sur le rôle des protéines dans la perméabilité des membranes et sur leurs constantes diélectriques; d'études fondamentales sur la migration électronique entre molécules et de nouvelles voies expérimentales dans la connaissance de la transmission électronique en photosynthèse, etc...

1977, 565 p., F 465.

Dictionnaires

L18. Duval : Dictionnaire de la chimie et de ses applications. 3^e édition

Cet ouvrage de 1 100 pages contient plus de 70 000 mots et expressions. Les deux éditions précédentes ont constitué une source de références très sûre pour les nombreux chimistes et spécialistes des domaines connexes, ainsi que pour les traducteurs techniques. De nombreux exemplaires de la 2^e édition, datant de 1959 sont encore en service, aucun autre dictionnaire n'étant venu remplacer cette œuvre magistrale.

Aujourd'hui paraît enfin la 3^e édition qui a exigé plus de 30 mois de travail; cette nouvelle édition entièrement refondue comprend de nombreux termes concernant des domaines à l'état embryonnaire il y a 18 ans : matières plastiques, macromolécules, dérivés organométalloïdiques... et d'autres, telle la chimie nucléaire, qui ont été bouleversés par les nouvelles découvertes.

Le prix de vente à la parution (fin Novembre) est fixé à F 580.

Toutefois, des conditions exceptionnelles de souscription sont consenties jusqu'à cette date. Consultez-nous.

Industries alimentaires

D111. Sciences et techniques du vin. Traité d'œnologie

Tome IV. Clarification et stabilisation. Matériels et installations.

par Jean Ribereau-Gayon

Ce quatrième tome présente les processus de clarification et de stabilisation et aborde un domaine en plein développement : celui des matériels et

installations pour lesquels il a été fait appel à des spécialistes notamment pour les problèmes de l'embouteillage et du bouchage. Intéresse les œnologues, chercheurs, les grandes caves, les coopérateurs et viticulteurs, les étudiants en œnologie.

1977, 672 p., F 340.

Métallurgie

M48. Monographies sur les métaux de haute pureté Publiées sous la direction de G. Chaudron

Les progrès réalisés au cours des vingt dernières années dans les méthodes de purification et d'analyse des métaux ont permis de préparer un grand nombre d'éléments avec des concentrations en impuretés de l'ordre du millionième. Très souvent, ces métaux de haute pureté présentent des propriétés nouvelles, différentes de celles des métaux de pureté courante. Le but de l'ouvrage est de fournir aux chercheurs en métallurgie, en chimie minérale et en physique du métal, ainsi qu'aux ingénieurs de l'industrie, une description des propriétés des métaux de haute pureté. L'accent est mis plus spécialement sur les propriétés déterminées avec des métaux dont l'analyse est connue, et sur l'influence exercée par la présence d'éléments étrangers.

En trois volumes, chaque volume F 280

P48. Crystal field effects in metals and alloys par A. Furrer

Ce compte rendu de la deuxième conférence internationale, qui a tenu ses assises à Zürich du 1^{er} au 3 septembre 1976, sur les effets du champ cristallin dans les métaux et les alliages, contient des travaux résultant de récentes recherches dans ce domaine du point de vue théorique et expérimental. Les quelque soixante-dix communications réunies dans cet ouvrage se répartissent en cinq sections portant sur les thèmes principaux suivants : ondes de spin et excitons ; modèles ductiles et effets critiques ; propriétés magnétiques ; propriétés physiques influencées par les effets du champ cristallin ; actinides et valence.

1977, 365 p., F 330.

Périodiques

P26. Aqua

Ce nouveau périodique bimensuel contient dans son premier numéro, qui vient de paraître, plus de 200 résumés des communications présentées à la conférence organisée par les Nations Unies sur des problèmes d'approvisionnement en eau posés à l'échelle mondiale. L'abondance des sujets traités est telle qu'il n'est guère possible de les citer tous en quelques lignes, notons cependant entre autre : Politique et organisation de la recherche en eau en Gde Bretagne ; exploration des eaux souterraines en

R.F.A. et leur exploitation ; l'eau, les produits alimentaires et les fibres ; pollution de l'eau par des substances toxiques ; développement et gestion des ressources en eaux dans les pays arides ; méthodes de protection contre la pollution d'eaux souterraines, etc. Les numéros suivants seront consacrés, entre autres sujets, aux problèmes posés par les besoins en eau par rapport aux ressources ; aux promesses de la technologie dans ce domaine ; à la législation de divers pays ; aux ressources non conventionnelles en eaux, etc...

Souscription 1977, F 725. 1977/78, F 1 345.

Pollution

G31. Directory of pollution control equipment companies in western europe

Nouvellement paru, cet annuaire-répertoire contient les noms et adresses de quelque 6000 firmes européennes (Autriche, Allemagne Fédérale, Belgique, Danemark, Espagne, France, Grèce, Finlande, Irlande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède, Suisse). En section "A" figurent les firmes d'équipement pour l'analyse et la mesure des polluants de toutes espèces et origines la section "B" concerne l'équipement pour le contrôle et le traitement des polluants de types spécifiques, tandis que la partie "C" est consacrée aux firmes fournissant les matériels et équipement anti-pollution en général. La partie "D" contient les services d'ingénieurs-conseils des pays précités, et la partie "E" les Associations et Instituts s'occupant des problèmes de lutte contre la pollution de l'environnement. Le même éditeur publie une collection en 13 volumes, sous les auspices de la Commission de la Communauté Européenne, sur la réglementation anti-pollution en vigueur dans les pays en question.

1977, F 290.

N84. How to remove pollutants and toxic materials from air and water a practical guide 1977 par M. Sittig

Ce guide pratique pour éliminer les polluants et les substances toxiques, émis dans l'air et dans l'eau par les usines et les engins motorisés de toutes sortes, est essentiellement basé sur la littérature de quelque 500 brevets américains déposés entre 1973 et 76. Il s'adresse aussi bien aux spécialistes de l'environnement, qu'aux ingénieurs de l'industrie et aux législateurs. **Sommaire :** Acetone cyanohydrin. Acid mine waters. Acrolein process effluents. Acrylic resin emissions. Adipic acid effluents. Acrylonitrile effluents. Aldehydes. Alkali. Alkali cyanides. Alkyl iodides. Alkylation process effluents. Aluminium. Aluminium cell effluents. Aluminium chloride effluents. Aluminium etchnig liquors. Aluminium refining effluents. Amines. Ammonia. Ammonia-soda effluents. Ammonia synthesis effluents. Ammonium phosphate effluents. Ammonium sulfate and sulfide and sulfite. Antifouling paints. Asbestos. Asphalt vapors. Automotive exhaust. Battery charging effluents, etc.

1977, 621 p., F 350.

La nouvelle technologie de l'agitation magnétique

Le nouvel agitateur magnétique chauffant RET possède des qualités exceptionnelles. La vitesse d'agitation de cet appareil reste parfaitement indépendante de la viscosité du milieu agité.

En effet, la vitesse effective du moteur (de la baguette d'agitation) est mesurée grâce à un système optoélectronique stroboscopique (comptage du nombre de dents d'une roue dentée solidaire du moteur, à travers une cellule photo-électrique). Un circuit électronique de réglage automatique compare la vitesse programmée par l'utilisateur sur le bouton de réglage avec la vitesse effective mesurée du moteur et rend toujours ces deux valeurs égales. La précision de l'ensemble peut garantir une erreur maximum de 20 t/mn entre la vitesse effective et la vitesse programmée. C'est seulement grâce à ce système que l'on peut avoir le droit d'étalonner le bouton de réglage de la vitesse directement en tours/minute car sinon la vitesse changerait avec la viscosité du milieu et ces indications n'auraient plus aucune valeur.

Un grand avantage qui découle de ce qui précède est que le couple (la force) du moteur reste toujours adapté au milieu agité. On ne verra plus avec cet appareil, le moteur d'agitation "s'essouffler" faute de puissance.

Le RET possède aussi un système électronique de réglage de la température garantissant une précision de ± 1 °C, avec étalonnage sur le bouton de réglage directement en °C. Une indication lumineuse permet de contrôler à tout moment l'état de chauffe. Grâce au branchement d'un thermomètre à contact contrôlant direc-



tement la température du milieu, on peut atteindre une précision de $\pm 0,5$ °C. Autres caractéristiques :

- Ø plaque chauffante : 135 mm (éventuellement 200 mm)
- couple élevé : 5. N.cm
- vitesse d'agitation : 0 à 1100 t/mn
- température : ambiante à + 350 °C
- puissance de chauffe : 600 W
- circuits de régulation de la température et de régulation de la vitesse complètement indépendants
- appareil testé dans les conditions les plus sévères
- carter coulé entièrement monobloc assurant une étanchéité parfaite.
- nombreux accessoires adaptables.

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

Le Spectra-Physics SP 8000 : un chromatographe en phase liquide haute performance

Le SP 8000 apporte les deux nouveautés suivantes :

- Le système à gradient ternaire du SP 8000 est le seul à pouvoir contrôler indépendamment trois solvants, soit en régime isocratique, soit en régime gradient.
- Le SP 8000 se caractérise entre autres par une pompe unique produisant un débit constant, exempt de pulsations et un système de dégazage à hélium. Ce dernier, facile à utiliser permet une utilisation ininterrompue du chromatographe.

Un microprocesseur incorporé dans le SP 8000 commande et contrôle toutes les fonctions chromatographiques importantes. Un procédé simple permet à l'opérateur de programmer une série de commandes (appelée analyses programmées) et de conditions expérimentales afin d'automatiser l'expérience. En juxtaposant plusieurs "analyses programmées" il est possible d'automatiser toute une série d'injections. Tous les paramètres pouvant être changés automatiquement entre chaque injection, une série d'"analyses programmées" peut effectuer une suite de chromatogrammes tout à fait différents.

Le dialogue entre l'utilisateur et le SP 8000 s'effectue grâce à un ensemble judicieusement combiné : clavier et enregistreur/imprimante. Les informations sont imprimées très rapidement, guidant ainsi le chromatographe dans l'introduction de nouvelles données au clavier. Une affiche alphanumérique (diodes lumineuses) permet de suivre en temps réel le débit, la composition de l'éluant (en pourcentage), la température du four, la pression imposée à la colonne, etc.

SP 8000 comprend un intégrateur à deux voies très performant, issu du Système SP 4000, maintenant très connu. Des

moyens sophistiqués d'intégrations, de calculs post-injection, de présentation de résultats sont offerts à l'utilisateur.

Le chromatogramme et les résultats quantitatifs sont présentés sur le même bulletin, dont le format peut être entièrement défini par le chromatographe.

Le deuxième canal peut-être utilisé simultanément, dans le cas d'un détecteur à double faisceau, ou même pour traiter les signaux issus d'un autre chromatographe (liquide ou CPV) géographiquement proche.

Pour tous renseignements : Spectra - Physics France, 3, rue Léon Blum, 91120 Palaiseau. Tél. : 920.25.00. Télex 691 183.

Détecteur électrochimique

La détection électrochimique en chromatographie liquide est une technique très sensible et très spécifique. Son utilisation est de plus très facile.

Outre le fait d'être très économique, le détecteur décrit par Kissinger offre de nombreux avantages :

- Volume mort de la cellule $< 1 \mu 1$
- Très haute sensibilité (10^{-12} picomole de catécholamine)
- Gamme de potentiel : + 2V à - 2V
- Linéarité étendue
- Adaptable à des systèmes chromatographiques automatiques.



La détection électrochimique est particulièrement recommandée pour le dosage de tout composé électroactif (oxydable ou réductible). De nombreuses applications existent en biochimie (catécholamines, acide urique, etc...), chimie des produits naturels (alcaloïdes, tannins, etc...), chimie pharmaceutique (étude de métabolites). Le représentant exclusif de ce matériel fournit plusieurs procédures expérimentales :

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

Perkin-Elmer lance trois nouveaux chromatographes en phase liquide

La société Perkin-Elmer vient d'annoncer la sortie de trois chromatographes modulaires en phase liquide appartenant aux Séries 2 et 3. Chacun de ces appareils est compatible avec tous les détecteurs généralement disponibles et possède un système unique de pompage ne comportant que trois pièces mobiles. Ces séries 2 et 3 offrent à l'utilisateur l'occasion d'adapter son équipement aux travaux requis. En débutant par l'acquisition de modèle de base Série 2/1 ou du modèle Série 3 commandé par microprocesseur, l'utilisateur peut lui adjoindre des modules additionnels à mesure que le besoin s'en fait sentir. Ces nouveaux appareils viennent s'ajouter au chromatographe en phase liquide pour recherche Perkin-Elmer modèle 601. Le modèle Série 2/1 est un appareil unique assurant à la fois un débit de solvant et l'injection de l'échantillon. Cet appareil se distingue par les avantages suivants : capacité de haute pression, remplacement rapide du solvant, réserve illimitée de solvant, écoulement régulier et précis avec débit réglable de 0,1 à 29,9 ml/mn pour séparations à haute résolution ou pour des essais préliminaires. L'appareil Série 2/1 s'impose pour les opérations courantes de contrôle de qualité, l'enseignement et l'analyse spécialisée exigeant une performance optimale au prix le plus bas. Le modèle Série 2/2 réunit les systèmes de pompage et d'injection d'échantillon de deux appareils Série 2/1. Il permet une programmation linéaire du solvant et du débit entre 0,1 et 30 ml/mn. L'appareil Série 2/2 permet aussi le mélange direct de solvants de composition choisie, le choix de débits de préparation et le remplacement individuel du solvant. Utilisé en tant que chromatographe de capacité accrue, l'appareil Série 2/2, donne satisfac-

tion dans le domaine de la mise au point de méthodes analytiques, la résolution des problèmes de contrôle de qualité et la recherche sur la synthèse organique et les produits naturels.

Le chromatographe en phase liquide Série 3 ajoute la précision et la commodité du microprocesseur aux possibilités de débit de solvant et d'injection d'échantillon du modèle à double pompe Série 2/2. En tant qu'équipement autonome, le modèle Série 3 offre à l'utilisateur toute l'adaptabilité et la polyvalence voulues pour les analyses qualitatives et quantitatives de grande précision tout en présentant les avantages pratiques nécessaires à la résolution des problèmes courants.

Les fonctions mises en programmes au moyen du clavier de l'appareil constituent un moyen de communication entre l'utilisateur et le microprocesseur incorporé au modèle Série 3 pour permettre la direction effective des analyses de chromatographie en phase liquide.

L'appareil Série 3 sera particulièrement utile pour la mise au point des méthodes d'analyse, le contrôle régulier de qualité, la recherche en chimie organique, l'analyse qualitative et quantitative et les séparations isocratiques courantes.

Pour de plus amples renseignements, s'adresser au Dr Albert Gaudin, Perkin-Elmer France, 19, rue des Peupliers, 92270 Bois-Colombes, Paris. Tél. : 782.45.95.

Un nouveau spectrophotomètre UV-Vis. de Varian

Varian vient d'annoncer un nouveau spectrophotomètre ultraviolet-visible comportant un monochromateur à double passage et un système photométrique d'une linéarité exceptionnelle.



Commercialisé sous le nom de "Spectrophotomètre UV-Vis, Varian Cary modèle 219", le nouvel appareil a une résolution meilleure que 0,07nm, ainsi qu'une lumière parasite inférieure à 0,002 % à 220nm. La linéarité photométrique est de 0,0016 à 1 D.O. et 0,03 à 3,0 D.O.

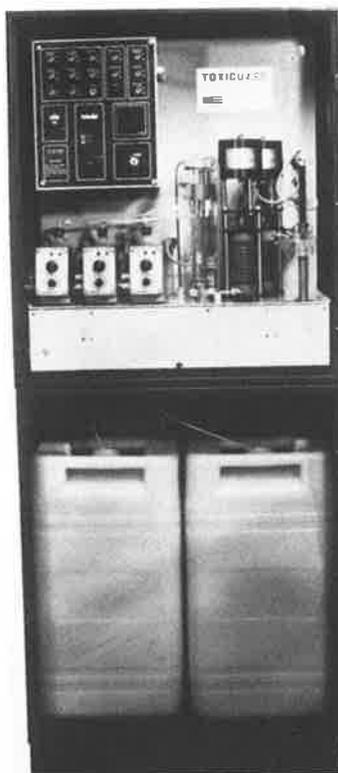
La facilité d'emploi de l'appareil est encore améliorée par son enregistreur couplé au balayage du monochromateur, le réglage automatique 0 % T, le changement automatique des sources, la correction automatique de ligne de base et le balayage automatique à répétition de tout le domaine de mesure allant de 187 à 875nm.

Parmi les autres caractéristiques nouvelles du Cary Modèle 219, on compte également un affichage à cinq digits pour la densité optique permettant des mesures de hautes précision, des expansions d'échelles de l'enregistreur augmentant la polyvalence de l'appareil, ainsi qu'un vaste compartiment d'échantillons préparé d'avance pour l'addition ultérieure des accessoires.

Le mode de fonctionnement permet de travailler en mono-faisceau pour vérifier l'étalonnage en longueur d'ondes, et en double faisceau pour les applications habituelles de mesure en absorption. Le volume du compartiment des cuves est important : 39 cm de profondeur, 16 cm de largeur et 20 cm de hauteur.

La conception du spectrophotomètre UV-Vis Varian Cary modèle 219 est telle que sa performance dépasse presque toutes les exigences des scientifiques habitués à l'utilisation traditionnelle des appareils Cary, tout en étant à un prix abordable.

Pour de plus amples renseignements : P. Lepoutère, Varian S.A., Quartier de Courtabœuf, B.P. 12, 91401 Orsay, Téléphone (01) 907.78.26.



pour la détection de la toxicité des effluents industriels.

Le principe est basé sur la mesure de la quantité d'oxygène dissout, après passage dans un filtre biologique, d'un mélange de boue synthétique et d'un échantillon d'effluent aéré (O.D. 7 PPM). Dans les conditions normales l'oxygène est absorbé par les micro-organismes et la quantité

d'oxygène dissout mesuré après le filtre est proche de zéro. Si une substance toxique passe dans le filtre biologique les micro-organismes absorbent moins d'oxygène et la mesure d'oxygène dissout croît. Le Toxiguard délivre un signal normalisé de 0 - 20 mA ou 4 - 20 mA proportionnel à la quantité d'oxygène dissout mesurée. Pour éviter l'empoisonnement ou la perturbation des stations de traitement biologique, le Toxiguard peut être relié à un système d'alarme automatique.

Pour de plus amples renseignements, veuillez prendre contact avec Yves Jazé, Eur-Control France S. à r. l., 18, rue Volney, 75002 Paris. Tél. : (1) 261.26.80. Télex 2 170 711 eurco f.

Pour l'automatisation de la microscopie quantitative.

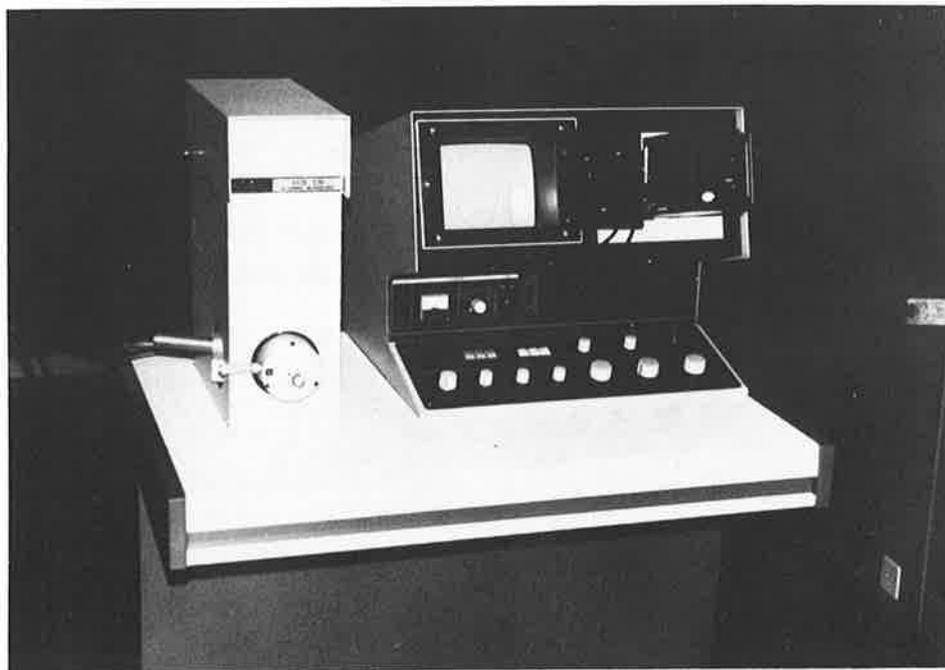
L'analyse quantitative des images nécessite une sélection précise des caractéristiques choisies ainsi que leurs mesures, comptage et classification.

Le Quantimet 720 équipé d'un nouveau système de balayage et d'un correcteur automatique des nuances peut analyser des images même dans le cas d'un très faible contraste. Un procédé digital permet au résultat venant d'être analysé soit d'être imprimé, soit d'être affiché avant que de passer, automatiquement, à l'analyse du champ suivant où le même procédé se répète.

Pour tous renseignements techniques complémentaires appeler Cambridge Instruments (M. Cajan) : 931.01.34.

Nouvel appareil de surveillance de la toxicité des effluents industriels

Les stations de traitement biologique doivent être protégées contre tout produit toxique pouvant réduire l'activité des micro-organismes ou les détruire complètement. La présence de substances toxiques conduit à une réduction de l'efficacité de la station quand ce n'est pas à son arrêt total. Une période de 3 à 6 semaines est généralement nécessaire pour régénérer entièrement la micro-flore des boues. Pendant ce laps de temps les eaux polluées sont rejetées sans aucun traitement. Eur-Control a développé un nouvel appareil, dénommé Toxiguard, spécialement conçu



Analyse spectrale 6,16
 Biochimie 1, 2, 13, 16, 17
 Catalyse 4, 13
 Chimie minérale 4, 18, 19
 Chimie organique 1, 2, 7, 14, 15, 17
 Combustibles, combustion 3, 7
 Documentation 5
 Exposition 11
 Flammes 3

Formation continue 22
 Gaz 8, 19
 Hydrologie 18
 Industrie 3, 4, 7, 8, 9, 11, 13, 19, 20
 IUPAC 21
 Macromolécules 10, 12, 16
 Pharmacie, 17
 Publications 23

1. Conférences de l'Institut de Chimie des Substances Naturelles de Gif-sur-Yvette.

Jeudi 13 octobre 1977, à 11 h, à l'amphithéâtre de l'ICSN, le Prof. G. L. Cantoni (National Institute of Mental Health, Department of Health, Education and Welfare, Bethesda, Maryland 20014, USA) :

Analogs of S-adenosyl-homocysteine as inhibitors of S-adenosyl-homocysteine hydrolase.

Jeudi 27 octobre 1977, à 11 h, à l'amphithéâtre de l'ICSN, M. le Prof. C. W. Jefford (Département de chimie organique, Section de chimie, Université de Genève, 1211 Genève 4, Suisse) :

Mécanisme de l'hydroxylation biologique. Expériences avec les systèmes modèles.

2. Conférences du Groupe des Laboratoires de Thiais.

Elles auront lieu à 10 heures, dans l'Auditorium du Groupe.

24 octobre 1977, M. J. Corset :
Structure et réactivité des carbanions.

7 novembre 1977, M. P. Crozet :
Recherches dans le domaine des réducteurs monoélectroniques.

14 novembre 1977, Prof. J.K. Saunders (Université de Sherbrooke, Canada)
Mouvement moléculaire et interactions intermoléculaires de quelques composés organiques à partir des temps de relaxation de ¹³C.

5 décembre 1977, Prof. D. J. Retey :
Investigation of the mechanism of B₁₂ - dependent rearrangements with synthetic models.

3. 9^e Journée d'études sur les flammes

Organisée par le Comité Français de la Fondation de Recherches Internationales sur les Flammes, cette Journée aura lieu le jeudi 27 octobre 1977, à la Maison Internationale des Chemins de Fer, 14 rue Jean-Rey, 75015 Paris.

Les communications suivantes seront présentées :

Transfert de chaleur et pollution, par

* 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.

S. Michelfelder (Directeur de la Station de la F.R.I.F. à Ijmuiden).

Détermination des caractéristiques de combustion de schistes bitumineux particulièrement riches en cendres, par U. Renz (Société Steinmuller et S. Michelfelder, F.R.I.F.).

Étude de la formation des oxydes d'azote par un brûleur à pulvérisation alimenté avec un combustible liquide additionné de produits azotés, par C. Meyer et A. Walbott (Institut Français du Pétrole).

Combustion du fuel lourd en pulvérisation mécanique : réduction possible des émissions pondérales, par G. Scherer et L. Tranie (Compagnie Française de Raffinage).

Étude expérimentale des longueurs de flamme de diffusion. Influence de la température et du confinement, par L. M. Portrait (Chef de la Station du Groupement d'études des flammes de gaz naturel à Toulouse).

Contraintes apportées par l'interchangeabilité des combustibles à la technologie des brûleurs, par M. Denis (Stein Surface).

Combustion des schistes bitumineux à bas pouvoir calorifique en lit fluidisé, par P. Dumoutet et S. Delessard (C.E.R.C.H.A.R.).

Rôle de l'oxygène dans l'amélioration des performances de combustion du gaz de haut-fourneau, par C. Bertrand, S. Michelfelder (F.R.I.F.), A. Ivernel, P. Karinthe (L'Air Liquide).

Conclusions par M. Alain Bryden, (Chef du Service « Industrie et agriculture » à l'Agence pour les économies d'énergie).

Un déjeuner sera servi sur place aux participants, vers 12 h 30.

Pour tout renseignement concernant cette Journée, s'adresser à Mme A. Ivernel, Secrétariat Comité Français F.R.I.F., c/o L'Air Liquide C.R.C.D., B. P. 126, 78350 Jouy en Josas, Tél. 956.80.20.

4. Journées d'études sur les catalyseurs bimétalliques

Organisées par l'Institut de Recherches sur la Catalyse de Villeurbanne, ces journées se tiendront dans cet institut, les 15 et 16 novembre 1977. Le programme comprend des séries d'exposés sur :

- les méthodes de caractérisation

- l'influence des conditions de préparation
- les applications industrielles
- l'interprétation des variations d'activité en fonction de la composition
- et une visite des laboratoires de l'Institut.

Les personnes souhaitant participer à cette réunion C.N.R.S. - Université-Industrie peuvent encore s'inscrire auprès de H. Charcosset ou J. A. Dalmon, à l'Institut, 79 boulevard du 11 novembre 1918, 69626 Villeurbanne Cedex. Téléphone : (78) 84.34.71.

5. Stages de l'AFDAC

L'Association Française de Documentation Automatique en Chimie (AFDAC) organise d'ici la fin de l'année divers stages :

- Stages d'initiation à la documentation automatisée en métallurgie et sciences de l'ingénieur, les 21 et 22 novembre 1977.

- Un stage d'initiation à la documentation automatisée, session science de la vie et environnement (agriculture, biologie, biochimie, pharmacologie, etc.), les 5 et 6 décembre 1977.

- Une session de formation à la documentation technico-économique : les informations accessibles par voie automatisée, le 21 octobre 1977.

- Un stage de recherche en conversationnel, session : System Development Corporation/Orbit, le 14 novembre 1977.

- Une session de perfectionnement : exercices de rédaction de questions, les 28 octobre et 8 novembre 1977.

- Un stage spécialisé : session CASIA, recherche des composés chimiques dans les fichiers CAS au moyen de la nomenclature, les 12 et 13 décembre 1977.

Programmes détaillés et inscriptions à l'AFDAC, 88 avenue Kléber, 75116 Paris. Tél. 553.65.19.

6. Journées de RMN Varian

Varian S.A. organise les 22, 23 et 24 novembre 1977, à Orsay, des Journées de RMN sur le thème : *Transformée de Fourier. Nouvelles techniques.*

Pour obtenir le programme de ces journées et pour s'y inscrire, s'adresser à M. J.-M. Brocas, Varian S.A., B. P. 12, 91401 Orsay Cedex. Tél. 907.78.26.

7. Méthanol et éthanol, produits d'hier et de demain

La Société des Ingénieurs Civils de France (I.C.F.), en liaison avec la Société des Ingénieurs de l'Automobile, l'Association Française des Ingénieurs et Techniciens du Pétrole et la Société de Chimie Industrielle, organise à Paris (19, rue Blanche), le jeudi 24 novembre 1977, une journée d'études sur le thème : méthanol et éthanol, produits d'hier et de demain.

Au programme :

Le méthanol, vecteur d'énergie fossile, par

M. Daniel Banquy, (Société Foster-Wheeler Française).

L'éthanol, vecteur d'énergie solaire, par M. Jean Méjane, (Professeur à l'ENSIA).

Production de méthanol et d'éthanol à partir de résidus industriels, urbains et agricoles, par M. Daniel Bernard, (Centre départemental de lutte contre la pollution, Melun).

Le méthanol et l'éthanol, matières premières pour la fabrication de protéines mono-cellulaires, par M. Goma, (I.N.S.A., Toulouse).

Le méthanol et l'éthanol, combustibles et carburants, par M. Pierre Eyzat, (Institut Français du Pétrole).

Le méthanol et l'éthanol, matières premières pour l'industrie chimique, par M. Hincky, (PCUK).

Perspectives d'avenir, par le Professeur P. Pignaniol.

Renseignements : Société des Ingénieurs Civils de France, 19 rue Blanche, 75009 Paris. Tél. 874.83.56. (Date limite d'inscription : 15 novembre 1977).

8. Conférence sur la surveillance des gaz dangereux sur les lieux de travail

Une conférence internationale organisée sur ce thème par The Chemical Society se tiendra du 12 au 14 décembre 1977, à Londres (City University).

Date limite des inscriptions : 1er novembre 1977.

Pour tous renseignements : Dr. John Gibson, The Chemical Society, Burlington House, London W1V 0BN.

9. Symposium international sur les techniques d'agitation dans l'industrie chimique

Le Service de génie chimique de la Faculté Polytechnique de Mons qui étudie, depuis plus de dix ans, en collaboration avec diverses industries, de nombreux problèmes dans le domaine de l'agitation, organisera du 21 au 24 février 1978 un symposium international consacré aux techniques d'agitation dans l'industrie chimique.

Les thèmes provisoires retenus pour ce symposium sont les suivants :

Écoulement et modèles d'écoulement dans les cuves munies d'agitateurs.

Agitation des systèmes liquide-solide (newtoniens).

Agitation et réaction chimique avec intervention d'une phase solide.

Agitation et cristallisation.

Agitation et floculation.

Agitation des systèmes gaz-liquide à l'aide de mobiles d'agitation submergés.

Aération à l'aide de mobiles de surface.

Problèmes concrets d'agitation et aération des eaux résiduaires.

Dispersion et mélangeage des liquides non miscibles.

Agitation et polymérisation en suspension. Agitation des liquides de hautes viscosité (newtoniens).

Homogénéisation des milieux non newtoniens.

Transfert de chaleur et de matière dans ces milieux.

Mélange des produits pâteux.

Mélange des matières granuleuses et pulvérisées.

Transfert de chaleur dans ces milieux.

Langues : français et anglais.

Renseignements : M. Marc Bruxelmane, Chargé de cours associé, Laboratoire de génie chimique, Faculté Polytechnique de Mons, rue de l'Épargne, 7000 Mons (Belgique).

10. Colloque sur les nouveaux développements en polymérisation ionique

Le Groupe Français des Polymères organisera ce colloque, dans un cadre européen, du 27 février au 2 mars 1978, à Strasbourg.

Cette réunion fera une large place à la discussion des différentes communications qui y seront présentées et qui se rapporteront aux thèmes suivants :

Étude cinétique et description des mécanismes des polymérisations anioniques et cationiques (monomères vinyliques et hétérocycliques).

Greffage et séquençage par voie anionique et cationique.

Polymères nouveaux accessibles par voie ionique.

Applications industrielles des polymérisations ioniques.

Les personnes désirant participer à ce colloque et, le cas échéant, y présenter une communication sont priées de s'inscrire d'urgence auprès de M. E. Franta, «Polymérisation ionique», C.R.M., 6 rue Bousingault, 67083 Strasbourg Cedex (en joignant un résumé de 10 à 15 lignes de la communication qu'elles souhaitent y présenter).

Les frais d'inscription sont de 200 F pour les membres du GFP et de 300 F pour les non membres.

Seules les personnes inscrites recevront le programme de cette réunion et toutes les informations pratiques la concernant.

11. Powtech : 5^e Exposition et conférence internationales sur la technologie des poudres

Powtech, 5^e Exposition et conférence internationales sur la technologie des poudres, se déroulera du 7 au 10 mars 1978, à Bâle.

Renseignements : Specialist Exhibitions Ltd., Green Dragon House, High Street, Croydon, Surrey CR9 2 UH, Angleterre.

12. Symposium sur les phénomènes électriques dans la science macromoléculaire.

Un Symposium européen sur les «phénomènes électriques en science macromoléculaire» aura lieu du 29 au 31 mars 1978 à Pise (Italie). Les thèmes qui seront abordés au cours de cette réunion sont les suivants : *Electrochimie des polymérisations ioniques et réactions apparentées, Polymérisations électrochimiques, Propriétés électriques des matériaux polymériques.*

MM. Block, Ledwith, Mengoli, Plesch, Sigwalt, Silvestri, Tidswell et Williams ont accepté de présenter les conférences plénières. Les personnes qui souhaitent présenter une communication sont priées d'envoyer un résumé d'une page, avant le 15 septembre 1977, au Professeur P. Giusti, organisateur de ce colloque, Istituto di Chimica industriale ed applicata, Facoltà di Ingegneria, Via Diotallevi 2, 56100 Pise (Italie).

13. Conférence internationale sur la catalyse enzymatique et non enzymatique.

La Society of Chemical Industry organise les 13 et 14 avril 1978 une conférence internationale sur la catalyse enzymatique et non enzymatique. La recherche fondamentale comme les applications industrielles seront traitées.

Lieu de la conférence : l'Université de Londres.

Renseignements : The Conference Secretary SCI, 14, Belgrave Square, London SW1X 8PS.

14. Conférence EUCHEM de stéréochimie

La prochaine Conférence EUCHEM de stéréochimie aura lieu au Bürgenstock, près de Lucerne (Suisse), du 30 avril au 6 mai 1978. Le nombre de participants à cette réunion est limité. Les demandes d'inscription doivent être adressées avant le 15 janvier 1978 au Président : Prof. H.A. Staab, Max-Planck-Institut, Organ.-chem. Abteilung, Jahnstr. 29, D-69 Heidelberg.

15. Semaine d'Etude de Chimie Organique - SECO XV

La 14^e Semaine d'Etude de Chimie Organique (SECO) s'est tenue à Nice du 24 au 30 avril 1977. Au cours de cette semaine réunissant soixante participants, sept conférences ont été présentées par MM. A. Cambon et J. Riess (Nice), P. Crabbé (Grenoble), J. Jacques (Paris), G. Matescu (Cleveland), P. Teisseire (Société Roure-Bertrand-Dupont), et R. Wolf (Toulouse), ainsi que 35 communications.

La 15^e SECO aura lieu du 7 au 13 mai 1978 à Lyon.

Les SECO sont destinées aux jeunes chercheurs, chargés ou attachés de recherches, maîtres assistants, assistants chercheurs de même niveau et toutes les branches de la chimie organique ainsi que tous les centres de recherches y sont représentés. Elles leur permettent d'échanger dans une atmosphère détendue, leurs idées et celles de leur groupe de travail sur divers problèmes d'actualité ainsi que de nouer des relations fécondes entre chercheurs de laboratoires différents.

Pour faciliter une répartition géographique et thématique, il est demandé de joindre aux demandes de participation, un bref aperçu des activités et centres d'intérêts ainsi que le thème de l'exposé éventuel (30 mn discussions comprises sur un travail non encore publié, sur une mise au point originale ou un problème en cours d'étude).

Les demandes de participation doivent être adressées dès maintenant et avant le 10 décembre 1977 à M. D. Neibecker, C.N.-R.S., Institut de Recherches sur la Catalyse 79 bd du 11 novembre 1918, 69626 Villeurbanne Cedex, Tél. (78) 84.34.71, poste 319.

Les candidats seront informés courant janvier de la décision du comité d'organisation.

16. Conférence européenne sur la R M N des macromolécules.

Le Groupe italien de discussion sur la R M N et l'A.I.S.T.M. organisent du 8 au 11 mai 1978 à Sassari (Sardaigne) une conférence qui s'intéressera particulièrement aux trois domaines suivants :

Polymères synthétiques, Bio-polymères, Modèles pour les macromolécules.

Le programme comprendra des conférences plénières, des communications par affiches et des tables rondes. Les conférences seront données par MM. Bovey, Bradbury, Campbell, Fiat, Forsen, Fromageot, Harris et Zambelli.

Les personnes intéressées par cette réunion sont priées de contacter le Professeur F. Conti, Istituto di Chimica Fisica, Università di Roma, Piazzale delle Scienze 6, 00100 Rome (Italie), avant le 31 octobre 1977. Le montant des inscriptions est de 40 000 liras. La langue du colloque sera l'anglais.

17. 30^e Symposium international de phytopharmacie et de phytatrie.

La Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Gand annonce que le 30^e Symposium international de phytopharmacie et de phytatrie se tiendra le 9 mai 1978 à Gand, dans les locaux de la Faculté.

Renseignements : Secrétariat du Symposium, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université, Coupure Links, 533, B-9000 Gent.

18. Colloque sur l'hydrologie isotopique.

Ce Colloque, organisé par l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, se tiendra du 19 au 23 juin 1978 à Neuherrberg près de Munich. Il fera suite à ceux (organisés également par l'A I A) qui se sont tenus, sur le même sujet, en 1963 à Tokyo, 1966, 1970 et 1974 à Vienne.

Il doit permettre un large échange de vues entre hydrologistes, géochimistes, spécialistes des sciences de la terre et spécialistes des isotopes, pour trouver des solutions nouvelles ou améliorées aux problèmes d'hydrologie d'intérêt commun.

Les principaux sujets traités seront les suivants :

L'eau dans la zone non saturée ; l'eau souterraine dans les formations poreuses, dans les roches fracturées ou fissurées.

Eaux géothermiques. Etudes des interactions entre l'eau et la roche.

Rapports entre les aquifères et entre les eaux de surface et les eaux souterraines.

Rapports entre les précipitations et le ruissellement, et études sur les conditions d'alimentation hydraulique.

Mesure de l'écoulement. Etudes sur le débit solide.

Etudes relatives à la dynamique des lacs et des réservoirs.

Pollution des eaux de surface et des eaux souterraines.

Hydrologie de la neige et de la glace.

Modèles mathématiques des systèmes hydrologiques.

Pour tous renseignements et inscription : M. Jean Artaud, Assistant du chef de Département de chimie appliquée, C.E.A. - C.E.N.G. 85 X, 38041 Grenoble Cédex.

19. 2^e Conférence mondiale sur l'hydrogène.

La 2^e Conférence mondiale sur l'hydrogène se tiendra du 21 au 24 août 1978 à Zurich (Suisse). Elle est organisée par l'Association internationale pour l'énergie à partir de l'hydrogène et par l'Institut Fédéral Suisse sur les Réacteurs de Recherche, en coopération avec l'Institut Fédéral Suisse de Technologie de Zurich, et l'Institut de recherche pour les énergies propres de l'Université de Miami (USA).

Durant les quatre jours de la conférence, les thèmes suivants seront traités :

Sources d'énergie primaire pour la production d'hydrogène

Production électrolytique de l'hydrogène
Production thermochimique et hybride de l'hydrogène

Production de l'hydrogène à partir de combustibles fossiles

Les alternatives pour la production de l'hydrogène et autres procédés innovateurs, transport et distribution

Stockage (liquide, hydrure métallique, gaz, etc.)

L'hydrogène comme alimentation des industries chimiques et pétrochimiques

L'hydrogène comme combustible du secteur énergétique

L'hydrogène dans les transports (automobile, aviation, etc.)

Utilisation de l'hydrogène dans les procédés directs de réduction

Utilisation de l'oxygène sous-produit

Applications spéciales

Les aspects des matériaux dans la production, le transport et le stockage

Les aspects de l'environnement, lois et sécurité

Economie.

Une petite exposition industrielle est prévue (voitures à combustible hydrogène, électrolyseurs, livres, revues, etc.).

Renseignements : M. H. Hostettler, Swiss Federal Institute for Reactor Research, CH-5303 Würenligen, Suisse.

20. Colloque sur la sécurité dans l'industrie chimique.

Ce colloque international organisé à Mulhouse, du 27 au 29 septembre 1978, traitera des thèmes suivants :

A. Les réactions et les produits chimiques dangereux

● Méthodes d'investigations

● Présentation de réactions dangereuses.

B. Combustions et décompositions explosives

● Risques lors des réactions chimiques et traitements physiques

● Investigations expérimentales.

C. Méthodes préventives actives et passives

● Organisation de la sécurité (appareillages et modes opératoires).

Des personnalités de centres spécialisés et firmes industrielles ont déjà accepté de présenter des conférences :

Dr Bachmann (Rhône-Poulenc)

Dr Bartknecht (Ciba-Geigy)

Dr Eigenmann (Ciba-Geigy)

Prof. Ing. Ferraiolo (Institut de Chimie de Gênes)

M. Grollier - Baron (Institut Français du Pétrole)

Dr Peine (B.A.S.F.)

Dr Steidinger (Bundesanstalt für Material Prüfung)

M. Walters (Du Pont).

Des réalisations industrielles seront présentées lors de visites d'usines dans la région.

Les personnes souhaitant présenter une communication peuvent s'adresser au Prof. J.P. Fleury, Secrétaire du Comité d'organisation, ENSCM, 3, rue Alfred Werner, 68093 Mulhouse.

21. 27^e Congrès de l'IUPAC

Le 27^e congrès de l'IUPAC se tiendra du 27 au 31 août 1979 à Helsinki (Finlande). Pour toute correspondance et pour obtenir, dès maintenant, la première circulaire, s'adresser au Dr. J. Larinkari, 27th IUPAC Congress, P.O. Box 13244, SF-00131 Helsinki 13, Finland.

22. Stages de formation continue

Actions de formation continue à l'I.F.C.E.

L'Institut Français des Combustibles et de l'Energie a établi le calendrier pour 1978 de ses actions de formation continue à l'intention des ingénieurs, techniciens, agents de maîtrise. Parmi celles-ci :

Ecole de thermique :

Session conduite et contrôle des fours industriels, pour techniciens et agents de maîtrise, une session par an de cinq semaines à temps complet.

Session conduite et contrôle des chaufferies industrielles, pour techniciens et agents de maîtrise, deux sessions par an de cinq semaines à temps complet.

Session isolation thermique industrielle, pour techniciens, une session par an d'une semaine à temps complet.

Session thermique et énergie dans l'industrie, cours supérieur, pour cadres supérieurs de l'industrie, une session par an de cinq semaines et demie.

Session conduite et contrôle - exploitation des installations de génie climatique, pour ingénieurs et techniciens, une session par an de cinq semaines à temps complet.

Ecole de thermique, cycle spécial :

Session régulation des processus thermiques industriels, pour ingénieurs, une session (tous les deux ans) de deux semaines.

Session séchage thermique, une session (tous les deux ans).

Session utilisation de la pompe à chaleur, pour ingénieurs, une session par an.

Session élimination par combustion des déchets solides, liquides et gazeux, pour ingénieurs et techniciens, une session (tous les deux ans).

Session utilisation de l'énergie solaire dans l'habitat, pour ingénieurs.

Cycle d'enseignement supérieur :

Du 5 au 9 décembre 1977, l'I.F.C.E. organise sous le patronage de l'Agence pour les Économies d'Énergie à l'intention des ingénieurs des services interdépartementaux de l'industrie et des mines, et des cadres de l'industrie, un cycle d'enseignement supérieur sur l'utilisation optimale de l'énergie dans l'établissement industriel. Le programme comprend des exposés généraux et l'étude de cas réels d'application (données thermiques et données économiques, moyens et matériels de récupération thermique, production combinée force-chaleur-froid).

Pour tous renseignements et inscriptions :

I.F.C.E., 3, rue Henri Heine, 75016 Paris, Tél. 647.41.23, poste 257.

Stages de chromatographie en phase gazeuse.

1. Stage niveau I

10 au 14 octobre 1977

14 au 18 novembre 1977

5 au 9 décembre 1977

6 au 10 mars 1978.

Les frais de participation à ce stage organisé par l'Association pour le Développement des Méthodes Physico-Chimiques d'Analyse (ADEMA) ont été fixés à 1 500 F. (en exonération de TVA) somme qui peut être déduite au titre de la formation professionnelle.

2. Stage niveau II (spécialisation)

Thème : Formation des différents types de dérivés les plus fréquemment utilisés en CPG. Utilisation de détecteurs spécifiques.

9 au 14 janvier 1978

20 au 24 mars 1978

Frais d'inscription : 2 000 F (en exonération de TVA).

Lieu de ces stages : Université Pierre et Marie Curie, Laboratoire de la Section antidopage, 15, rue de l'École de Médecine, 75006 Paris, Tél. 329.37.85 (M. Lafarge).

Le nombre de places étant limité (6 pour les stages niveaux I et II), s'inscrire au plus tôt auprès de la Société Varian, Division Aérogaph, B.P. n° 12, 91401 Orsay-Cedex Tél. 907.78.26 ; Téléx 692.435.

Pour obtenir toute information complémentaire concernant les parties théorique et pratique de ces stages, s'adresser à M. Lafarge, Tél. 329.37.85.

Cours d'allemand scientifique et technique

La langue allemande est dans le domaine de la chimie, un instrument de travail important. A titre d'exemple, la consultation des ouvrages comme le Beilstein, le Gmelin, le Houbel-Weyl et le Landolt-Börnstein, représente souvent le point de départ pour le contact scientifique avec un sujet déterminé. Quelques rudiments de langue allemande peuvent être suffisants pour relever les informations recherchées, d'autant plus que dans les éditions récentes, les têtes d'alinéas sont généralement traduites en anglais dans la marge.

Pour faciliter la lecture de l'allemand scientifique, le SETAR du C.N.R.S. organise un enseignement spécialisé.

Un cours d'initiation permet l'acquisition des éléments spécifiques de la langue allemande et d'un vocabulaire sélectionné en fonction de la fréquence d'emploi dans les textes intéressants les scientifiques. Le participant applique, dès le début, ses connaissances à l'interprétation de textes simples.

Un cours de perfectionnement s'adresse aux participants possédant des connaissances de base, récentes ou anciennes, mais qui éprouvent des difficultés lorsqu'ils se trouvent confrontés avec un article ou une page de livre. Une attention spéciale est donnée au développement de la capacité du participant à relever d'une manière rapide le

contenu d'un article, sans procéder à une traduction entière.

Les cours d'une heure hebdomadaire peuvent être complétés par des séances de phonétique.

Documentation et inscription : SETAR, 27, rue Paul-Bert, 94200 Ivry, tél. 670.11.52, poste 234.

Clôture des inscriptions : 31 octobre 1977.

23. Publications.

L'étiquetage des produits chimiques en Grande-Bretagne

En 1977, l'industrie chimique britannique produira pour plus de 13 milliards de livres de produits chimiques : engrais, colorants, plastiques, détergents, peintures et produits pharmaceutiques. Le stockage, le transport et l'utilisation de cette énorme quantité de produits sont grandement facilités par un étiquetage clair et correct. C'est pourquoi, la CIA (Chemical Industries Association) s'est attachée à éclaircir l'enchevêtrement des règlements, et après deux ans d'investigations, elle vient de publier un guide de l'étiquetage pour les produits chimiques qui est une source de références des codes, pratiques et législation au Royaume-Uni. C'est également un guide de la réglementation du marquage des conteneurs et moyens de transport qui est appliquée au Royaume-Uni, sur les marchés européens et internationaux.

Pour tous renseignements, s'adresser à : Chemical Industries Association Ltd, Alembic House, 93 Albert Embankment, London SE1 7TU.

«Le nucléaire en questions»

La Société Française d'Énergie Nucléaire * a consacré son numéro de juillet à la publication de la traduction du texte «Nuclear Power and the Environment - Questions and Answers». Le texte est complété par des commentaires, rédigés par des spécialistes français, qui précisent à la lumière du contexte français certaines données spécifiques aux États-Unis.

*Société Française d'Énergie Nucléaire, 48 rue de la Procession, 75015 Paris, Tél. 567.07.70.

Le document présenté sous le titre «Le nucléaire en questions» regroupe dans 22 chapitres les questions que l'on peut se poser sur l'énergie nucléaire et l'environnement et les réponses que le spécialiste du nucléaire y apporte.

Brochure technique sur la filtration

Une nouvelle brochure décrivant des applications du procédé de filtration pour enlever des particules d'un grand nombre de gaz chauds corrosifs, a été réalisée par le département «Fibres textiles» de Du Pont de Nemours International S. A., Genève, Suisse.

Intitulée *Dépoussiérage à l'aide des manches filtrantes en fibre aramide «Nomex»*, cette brochure donne des indications pratiques sur le choix des moyens de filtrage et comprend des tableaux et des graphiques illustrant les performances des manches filtrantes fabriquées à l'aide de fibres «Nomex» de Du Pont, résistant à des températures élevées. Les manches de filtrage conçues en tissus ou feutres à aiguilles de «Nomex» ont un rapport air/tissu élevé et peuvent endurer, pendant de longues périodes, des températures de l'ordre de 200 °C.

La brochure décrit les avantages du «Nomex» pour améliorer le rendement, réduire les coûts d'énergie et éliminer la condensation régnant, en particulier dans les industries de la production d'asphalte, d'alliage ferreux et de ciment.

Des exemplaires gratuits de cette brochure en anglais, français, allemand et espagnol peuvent être demandés à l'adresse suivante : Du Pont de Nemours International S. A., «Nomex» Marketing Group, Boîte Postale, CH-1211 Genève 24.

Données thermodynamiques

Le bulletin n° 22 de Codata (Committee on Data for Science and Technology), intitulé *Codata Recommended Key Values for Thermodynamics 1976*, rassemble de nouvelles valeurs concernant ΔH°_f (298,15 K), S° (298,15 K) et H° (298,15 K)- H° (0) pour vingt nouveaux produits chimiques, complétant la liste publiée dans le n° 17 du bulletin de 1976 de Codata et portant ainsi à 94 le nombre des produits chimiques étudiés.

Cette dernière liste est le résultat d'un nouvel examen des données publiées dans *Codata Special Report* du 3 septembre 1975 («Tentative set of key values for thermodynamics. Part V»). Les définitions usuelles de référence et les états standards ont été adoptés.

Renseignements : Codata Secrétariat, 51 bd de Montmorency, 75016 Paris. Téléphone : 525.04.96.

Nouvelles brochures publiées par Lonza

La division de Chimie organique de Lonza, connue en tant que fabricant de produits intermédiaires pour les industries pharmaceutique, phytosanitaire et celle des colorants, vient de publier une version entièrement remaniée de ses brochures *Organic Intermediates* et *Development Products*.

A signaler également, trois autres publications destinées surtout aux chimistes de la recherche et du développement : une étude bibliographique sur le chlorosulfonilyl cyanate, un nouveau produit Lonza, un poster en couleurs intitulé «Lonza Makes Diketene Flourish» présentant les nombreux dérivés du dicétène en série chloro 4 acétylacétique ainsi qu'une brochure sur les produits intermédiaires pour colorants «Acetoacet Arylamides and Phenyl Methyl Pyrazolones».

Toutes les publications sont disponibles auprès de Lonza S.A., case postale, CH-4002 Bâle (Suisse).

Le mercure, ce vagabond

Sous le titre «On the origin, behaviour and movement of environmental mercury in Europe», la Commission européenne vient de publier un inventaire des ouvrages scientifiques traitant du mercure, compilé par MM. Zegers et R. H. van Enk, du Centre commun de recherche d'Ispra (Italie). D'où vient le mercure, où il va, ce qu'il devient : tout cela est détaillé, avec une référence constante aux 52 ouvrages scientifiques sérieux qui ont été consacrés au mercure. Cette étude peut être achetée à l'Office des publications officielles de la Communauté (boîte postale 1003, Luxembourg) sous la référence EUR 5660 e, série «Environment and Quality of Life».

Informations

scientifiques et techniques

Note de conjoncture sur l'évolution de l'industrie chimique au cours du premier semestre 1977*

L'évolution de la production a suivi sensiblement la même courbe qu'au premier semestre 1976 : forte progression au cours des trois premiers mois, puis chute en avril/mai au-dessous du niveau de janvier, et nouvelle progression en juin, l'ensemble du semestre se situant à 7,8 % au-dessus de la moyenne du premier semestre 1976. Les perspectives immédiates paraissant assez ternes, on peut craindre que la pointe de juin n'ait correspondu, pour une grande part, au réapprovisionnement précédant la période des congés.

Les résultats du commerce extérieur sont satisfaisants, les exportations ayant de nouveau progressé bien davantage que les importations (respectivement + 30,2 % et + 25,6 %).

En ce qui concerne les prix de gros, l'indice de juin traduit une augmentation de 4,2 % par rapport à septembre 1976, mois de référence de l'engagement de modération conclu à l'expiration de la période de « gel des prix ».

Enfin, les effectifs, en baisse depuis deux ans, accusent une légère augmentation de 0,8 %.

I. Production

L'accroissement global de 7,8 % par rapport au premier semestre 1976 a effacé le retard pris en 1975 et situe la production environ 4 % au-dessus du niveau du premier semestre 1974. Mais on verra dans le tableau ci-dessous que les évolutions de la chimie minérale, de la chimie organique et de la parachimie présentent de fortes différences.

Indices de production

(corrigés des jours ouvrables ; base 100 en 1970)

1977 Mois	Ensemble industrie chimique	dont			Tous secteurs industriels
		minérale	organique	parachimique	
Janvier	146,8	120,6	172,7	136,9	135,-
Février	151,5	124,1	179,6	140,2	136,2
Mars	153,7	122,-	182,7	143,8	135,6
Avril	147,9	110,5	175,4	141,8	131,8
Mai	143,9	106,2	166,5	142,2	128,1
Juin	152,2	116,9	174,2	149,9	133,6
Moyenne annuelle	149,3	116,7	175,2	142,5	142,5
Evolution 1977/1976 en %	+ 7,8	+10,6	+13,3	+ 1,6	+ 4,8

La progression de la chimie minérale est très nette (+ 10,6 %). Cette branche a en effet bénéficié de la reprise croissante de la vente des engrais, dont le marché a été très actif en juin (début de la campagne), particulièrement pour les azotés et les composés. En ce qui concerne les phosphatés, à l'inverse de la tendance de l'année précédente, ce sont les produits concentrés qui ont accusé la progression la plus notable (+ 19 %), au détriment des phosphates moulus (+ 2,5 %). Cependant la chute de 1975 avait été si forte et le redressement escompté en 1976 si faible, qu'à la fin du premier semestre 1977 la plupart des produits

Principales productions minérales au 1er semestre 1977

Produits	milliers de tonnes	% 1977 1976
Acide sulfurique . . .	2.305	+ 12,2
Engrais phosphaté (en P ₂ O ₅)	592	+ 12,8
Ammoniac (en N) . .	998	+ 14,7
Engrais azotés (en N)	880	+ 17,5
Engrais composés . .	3.758	+ 19,2
Carbonate de soude .	707	+ 2,8
Chlore gazeux	654	+ 8,4
Soude caustique . . .	702	+ 10,8
Acide phosphorique industriel	60	+ 2,-
Silicate de soude vitreux	69	+ 7,9
Oxyde de zinc	24	+ 0,8
Oxygène (en millions de m ³)	90	+ 0,7

* Les productions des engrais sont estimées.

* Communiquée par l'Union des Industries Chimiques, 64, avenue Marceau, 75008 Paris.

minéraux n'ont pas encore retrouvé leur niveau de production de 1974, et même de 1973 en ce qui concerne les engrais.

Dans le domaine des produits minéraux autres que les engrais, les progrès sont inégaux : satisfaisants pour les grands produits de base des engrais (ammoniac, acide sulfurique), plus modérés pour le chlore et la soude (dont la vente est toujours très difficile), faibles pour le carbonate de soude et l'acide phosphorique à usage industriel (stagnation des détergents en poudre).

La chimie organique accuse un accroissement de 13,3 %, inférieur à ce qu'il était permis d'espérer ; en effet, la production, après une importante progression jusqu'en mars (l'indice présente 25 points d'écart par rapport à celui de décembre 1976) a fléchi de nouveau en avril et mai, et son redressement de juin ne lui fait retrouver qu'un niveau à peine supérieur à celui de janvier. Il semble, d'autre part, qu'en fin de semestre, la demande n'ait pas suivi la même évolution que la production, tout au moins au niveau des grands intermédiaires dont les stocks étaient parfois jugés assez lourds.

Principales productions organiques du 1er semestre 1977

Produits	milliers de tonnes	% 1977 / 1976
Méthanol	200	+ 14,3
Ethylène	1.002	+ 24,2
Propylène	517	+ 17,3
Butadiène	131	+ 14,4
Benzène	255	+ 13,6
Acétone	65	+ 9,2
Anhydride phtalique	45	- 2,3
Chlorure de polyvinyle	352	+ 16,8
Polystyrène	125	- 3,4
Polyéthylène BD . .	402	+ 26,1
Polyéthylène HD . .	123	+ 11,6
Caoutchouc synthétiques	249	+ 2,3
Colorants organiques	20	+ 10,5

Les matières plastiques ont bénéficié d'une expansion satisfaisante (dépassant largement le niveau de 1974), encore qu'on ait noté un mouvement de retrait en juin, notamment pour le polyéthylène BD. La diminution marquée du polystyrène s'explique en partie par son exceptionnel accroissement de l'année précédente (+ 87 %) en partie par la faible augmentation des caoutchoucs synthétiques, due à la pression accentuée des importations. Dans le domaine des colorants organiques, en dépit de la crise des textiles et de la concurrence des articles d'importation, la production a été soutenue, pour répondre à une assez forte demande étrangère. Enfin, de bons résultats ont été enregistrés en chimie fine (produits à usage pharmaceutique et pour l'alimentation du bétail, aromatiques pour parfumerie, silicones). D'une façon générale, la production a été

soutenue davantage par la demande étrangère que par la demande intérieure.

La progression globale de la parachimie est faible (+ 1,6 %), mais recouvre des tendances variables : les produits de vente saisonnière (produits photographiques, parfumerie alcoolique) ont eu une activité satisfaisante ; les spécialités pharmaceutiques, dont les ventes à l'exportation avaient fortement fléchi en 1976, accusent un accroissement de production de 8 % pour le premier semestre, obtenu par une progression lente mais régulière et la reprise des ventes à l'étranger, et malgré la pression croissante des importations ; enfin les autres produits parachimiques ont subi le contre-coup de la stagnation, voire la diminution, de la consommation des ménages (notamment dans le domaine des produits d'entretien et des détergents en poudre), et de la situation parfois difficile de certains secteurs clients (produits à usage mécanique et explosifs industriels). On a noté, par contre, un récent mouvement de reprise de l'une des branches les plus atteintes de la parachimie, la phytopharmacie, dépendante à la fois des revenus des agriculteurs et des conditions climatiques.

II. Commerce extérieur

Le bilan des échanges extérieurs a été, dans l'ensemble, satisfaisant. A l'inverse de l'année 1976, les exportations (+ 30,2 %) ont de nouveau nettement plus augmenté que les importations (+ 25,6 %). La couverture est sensiblement améliorée (110,6 % contre 106,6 %) et le solde bénéficiaire a doublé (1.735 millions contre 863).

L'activité de la demande étrangère a apporté un notable soutien à la production. Sur la base de 100 en juin 1976, l'indice de la production en volume est de 106 en juin 1977, celui des prix de gros métropolitains de 108, celui des exportations (en valeur FOB) de 130, et celui des importations (en valeur CAF) de 124. Or, bien que ce ne soit pas facilement mesurable, on estime que les prix à l'exportation ont augmenté moitié moins, sous la pression de la concurrence, que les prix métropolitains ; le taux d'ac-

croissement des exportations apparaît donc environ le double de celui de la production, en valeur. Quant à celui, moins accentué des importations, il semble être la conséquence, pour une bonne part, de la moindre demande intérieure.

Parmi les principaux groupes de produits, on relève une sensible amélioration de la balance commerciale pour le soufre brut (131 % contre 117), les produits organiques (93 % contre 89), les engrais (31 % contre 23), les matières colorantes (98 % contre 90), les produits phytosanitaires (138 % contre 122), les matières plastiques (93 % contre 82), les caoutchoucs synthétiques (172 % contre 164).

En ce qui concerne les engrais, les progrès de la balance commerciale sont dus à la fois à une reprise des exportations et à une certaine atténuation de la concurrence des engrais importés des Etats-Unis et des pays de l'Est.

On note par contre une dégradation plus ou moins importante pour les produits minéraux (107 % contre 164) due à de fortes importations de matières radio-actives, les produits pharmaceutiques (1.099 % contre 1.125) dont les exportations ont repris un bon courant, mais dont les importations ont parallèlement augmenté de plus d'un tiers, les huiles essentielles et la parfumerie pour la même raison (362 % contre 376) et les produits photographiques (84 % contre 92).

Parmi les principaux pays clients, est à noter l'accroissement important des achats du Royaume-Uni, de l'Espagne et surtout de l'URSS qui a triplé ses achats de matières radio-actives, qui représentent près des trois quarts du total.

Les huit premiers sont également les principaux fournisseurs, parmi lesquels on remarque l'accroissement des ventes du Royaume-Uni, et le triplement de celles de l'URSS, dont 88 % sont également constitués par des matières radio-actives. Il faut noter enfin que le Japon, qui ne figure pas dans le tableau ci-dessous, ses achats n'ayant atteint que 227 millions, a accru de 46 % ses ventes qui atteignent 274 millions.

Commerce extérieur

1977 Mois	Exportations		Importations		Solde 1977 millions de francs
	millions de francs	% 1977 / 1976	millions de francs	% 1977 / 1976	
Janvier	2.632	+ 37,5	2.492	+ 31,1	+ 140
Février	2.980	+ 31,4	2.561	+ 25,5	+ 419
Mars	3.269	+ 37,4	3.053	+ 35,5	+ 216
Avril	2.942	+ 23,3	2.592	+ 19,5	+ 350
Mai	3.021	+ 24,2	2.711	+ 18,1	+ 310
Juin	3.283	+ 29,9	2.968	+ 24,4	+ 315
	18.127		16.377		+ 1.750
Ajustement semestriel	- 13	+	+ 2		- 15
Total	18.114	+ 30,2	16.379	+ 25,6	+ 1.735

Principaux pays clients et fournisseurs

Pays	Exportations		Importations		Couverture en %
	millions de francs	% $\frac{1977}{1976}$	millions de francs	% $\frac{1977}{1976}$	
Allemagne fédérale	3.175	+ 29,2	4.141	+ 19,1	76,7
Italie	1.828	+ 19,1	1.224	+ 29,1	149,-
U.E.B.L.	1.486	+ 27,6	2.245	+ 21,9	66,2
Royaume-Uni	1.305	+ 37,3	1.386	+ 38,7	94,2
Pays-Bas	980	+ 20,7	2.091	+ 10,4	46,9
Etats-Unis	979	+ 21,2	2.011	+ 17,6	48,7
U.R.S.S.	860	+ 112,-	527	+ 219,-	163,-
Suisse	830	+ 25,4	946	+ 21,5	87,7
Espagne	755	+ 32,7	169	+ 23,6	447,-
Pays de la C.E.E.	8.900	+ 25,6	11.245	+ 21,5	79,1
Pays hors C.E.E.	9.214	+ 35,1	5.134	+ 35,4	179,5

Vis-à-vis de l'ensemble des pays de la C.E.E., il faut souligner que nos échanges ont moins augmenté qu'à l'égard des pays hors C.E.E. : respectivement + 25,6 % et + 35,1 % à l'exportation, + 21,5 % et + 35,4 % à l'importation.

La couverture de nos échanges s'est notablement améliorée vis-à-vis de l'Allemagne fédérale (76,7 % contre 70,7), de l'U.E.B.L. (66,2 % contre 63,3), des Pays-Bas (46,9 % contre 42,9), de l'Espagne (44,7 % contre 41,8) ; elle s'est amoindrie à l'égard de l'Italie (149 % contre 162) et surtout de l'URSS (163 % contre 245).

III. Prix

Après le « gel des prix » du dernier trimestre 1976, l'industrie chimique a souscrit un engagement de modération applicable à partir du 1er février 1977, qui limite l'augmentation moyenne des prix à 5,8 % les hausses supérieures jugées indispensables devant être compensées par des hausses inférieures, ou éventuellement des baisses, ce qui a été le cas pour les matières plastiques en particulier.

L'augmentation de 4,2 % de l'ensemble des produits chimiques s'inscrit bien dans le

cadre de l'engagement de modération, malgré l'augmentation bien supérieure des charges supportées par les entreprises : les salaires qui ont à peu près suivi la hausse du coût de la vie (environ 7 % de septembre 1976 à juin 1977), les matières premières importées (qui ont baissé depuis avril dernier mais qui avaient augmenté de plus de 8 % entre septembre 1976 et mars 1977), les produits énergétiques (dont l'indice global accuse une hausse de près de 10 % de septembre 1976 à juin 1977). D'autre part, on peut noter que les réajustements rendus indispensables par la période de blocage ont été effectués en février/mars ; pendant les trois mois suivants les prix n'ont que très faiblement augmenté (de 0,2 à 0,5 %), l'ensemble des produits chimiques ayant diminué sous l'influence de la baisse saisonnière des engrais.

La relative modération de la hausse des prix des produits industriels est due aux baisses conjoncturelles qui se sont produites dans certains secteurs (métaux ferreux, textiles, pâtes à papier).

IV. Emploi

Il n'y a plus de chômage partiel actuellement ; au début de l'année, un certain

nombre d'entreprises s'abstenaient encore de procéder au remplacement des partants. La reprise du premier trimestre semble avoir incité les entreprises à embaucher de nouveau : fin juin les effectifs étaient supérieurs d'environ 0,8 % (selon l'enquête du Ministère du Travail) à leur niveau de décembre, alors qu'ils n'avaient cessé de diminuer depuis plus de deux ans.

La durée hebdomadaire du travail est demeurée pratiquement stable à 40 heures et les salaires, toujours selon les statistiques du Ministère du Travail, ont augmenté de 5,3 %, soit sensiblement le taux d'accroissement du coût de la vie (+ 5 %), entre le 1er janvier et le 1er juillet 1977.

*

Certains sondages font penser que les investissements de 1977 seront supérieurs, en francs courants, d'environ 30 % à ceux de 1976, ce qui représente un effort certain, mais ceux de 1976 avaient été inférieurs d'environ 15 % à ceux de 1975 ; compte tenu de l'évolution du coût des installations, la masse investie en 1977 sera donc probablement inférieure à celle de 1974, à prix constants.

D'autre part, des éléments qui précèdent il ressort qu'au long du premier semestre les progrès des exportations ont été un élément essentiel de soutien de la production. Il en résulte que les possibilités de croissance des prochains mois sont tributaires de l'évolution économique de nos grands partenaires : Etats-Unis, Allemagne fédérale, Royaume-Uni. Or ces pays subissent aussi inflation et chômage à des degrés divers. Ils paraissent tous plus ou moins enclins à prendre des mesures de relance avant la fin de l'année, mais ces mesures, pour autant qu'elles seront d'une suffisante ampleur, ne pourront avoir d'effet sur l'économie française qu'avec un décalage de plusieurs mois.

En France, les différentes actions ponctuelles gouvernementales ne paraissent pas jusqu'à présent avoir été suffisamment déterminantes. Dans l'état actuel des choses les entreprises chimiques n'attendent pas d'amélioration notable d'ici la fin de l'année. Selon l'enquête de conjoncture de l'I.N.S.E.E. de juillet dernier, 11 % seulement des entreprises interrogées (contre 29 % en juillet 1976) estiment que la production va croître, et 22 % (contre 10 %) qu'elle va diminuer ; les deux tiers s'attendent donc au maintien du niveau actuel.

On peut espérer que les toutes récentes décisions intéressant les investissements, la consommation des ménages et le secteur du Bâtiment et des Travaux publics (qui représente 5 % de la consommation intermédiaire des produits chimiques) auront un impact suffisant, mais celui-ci ne sera de toute façon perceptible qu'après un certain délai.

Indices des prix de gros, hors taxes (base 100 en 1962)

Produits	septembre 1976	février 1977	juin 1977	% $\frac{\text{juin 1977}}{\text{sept. 1976}}$
Engrais	194,7	210,2	195,5	+ 0,4
Autres produits minéraux	238,3	247,6	247,3	+ 3,8
Produits organiques	177,-	180,6	186,2	+ 5,2
Produits parachimiques	182,7	189,8	192,8	+ 5,5
Ensemble produits chimiques	188,9	196,4	196,9	+ 4,2
Mat. prem. nationales et importées	231,1	240,6	236,5	+ 2,3
Prod. ind. semi-transformés	214,9	219,3	221,5	+ 3,1
Ensemble produits industriels	218,9	224,6	225,3	+ 2,9

A l'Union des Industries Chimiques

Fondée en 1860, la «Chambre syndicale des produits chimiques» groupait exclusivement des adhérents individuels. Pour permettre parallèlement l'adhésion de syndicats, elle fut transformée en 1909 en «Syndicat général des produits chimiques». Adhérents individuels et syndicats restèrent groupés sous ce nom jusqu'à ce que le besoin se fit sentir de représenter plus efficacement auprès des pouvoirs publics les intérêts d'une industrie qui prenait rapidement une grande ampleur. Il devint donc nécessaire que le Syndicat général fût à même de concilier préalablement les opinions parfois divergentes des syndicats primaires, tout en leur laissant leur autonomie et c'est ainsi que fut décidé le principe d'exclure les adhésions individuelles. Dès 1914, les membres du Syndicat général étaient d'accord pour créer une Union des Chambres syndicales, mais sa réalisation fut différée du fait de la guerre.

En 1920, le projet était repris, mis au point et en janvier 1921 le Syndicat général prenait officiellement la dénomination d'«Union des Industries Chimiques». Elle groupait alors 21 syndicats primaires, tant de fabricants que de négociants.

Depuis, les adhésions se multiplièrent, quelques désirs d'autonomie se manifestèrent aussi, et les problèmes professionnels de plus en plus complexes qui se posaient firent apparaître que la défense conjointe des intérêts des négociants et des producteurs n'était pas parfaitement efficace : aujourd'hui, l'Union des Industries Chimiques ne représente que des syndicats de fabricants.

En 1977, les statuts viennent d'être modifiés dans un sens qui vise deux objectifs :

- donner une structure plus forte aux services proprement dits qui assurent sa permanence ;
- créer une union plus étroite au niveau du Conseil et de l'Assemblée permanente entre les adhérents, resserrer les rapports avec les syndicats professionnels et les syndicats géographiques sans réduire leur capacité d'initiative.

*
* *

Des indications contenues dans le rapport annuel de l'Union des Industries Chimiques pour 1976 nous avons extrait* les suivantes qui sont consacrées aux actions menées par les trois départements de l'Union : département social, département technique et de la formation professionnelle, et département économique.

I. Questions sociales

L'activité du département social en 1976 s'est développée autour des axes suivants :

- évolution des salaires ;

* Rapport de M. Jacques Burgaud, Délégué général à l'Assemblée générale ordinaire.

- amélioration des conditions de travail ;
- problème des classifications ;
- indemnisation du chômage partiel.

La **politique sociale** de l'Union des Industries Chimiques a été inspirée par deux préoccupations dominantes :

- parvenir à une adaptation des rémunérations tenant compte de l'évolution constatée du coût de la vie, dans une mesure compatible avec les charges des entreprises ;
- tenir compte du plan anti-inflationniste arrêté par les Pouvoirs publics au cours du dernier trimestre de l'année.

Faute d'une perspective raisonnable d'accord paritaire sur ces bases, cette politique a conduit l'Union à prendre un certain nombre de mesures unilatérales représentant au total la possibilité pour les entreprises de procéder pour les douze mois à une augmentation de salaires de 10,4 %, cependant que l'indice du coût de la vie traduisait pour la même période une augmentation de 9,6 %.

Les difficultés éprouvées par les entreprises ont amené l'Union à donner à certaines de ces mesures unilatérales une formulation quelque peu différente de celle utilisée dans le passé.

Sans doute, les barèmes de minima et la rémunération minima horaire garantie ont-ils fait l'objet de décisions matérialisant le pourcentage d'augmentation indiqué ci-dessus. Mais, en ce qui concerne les salaires réels, l'Union a été amenée à adopter des formulations plus souples laissant aux entreprises le soin d'apprécier leurs possibilités réelles d'augmentation.

Comme par le passé, les problèmes de l'emploi ont retenu l'attention des entreprises et de l'Union comme celle des organisations syndicales.

D'utiles échanges de vues ont eu lieu à ce sujet au cours des réunions que la Commission Nationale Paritaire de l'Emploi des Industries Chimiques tient régulièrement.

Le rôle de la Commission Paritaire de l'Emploi a été sensiblement renforcé par l'Avenant du 21 novembre 1974 à l'Accord national interprofessionnel du 10 février 1969 sur la sécurité de l'emploi. D'autre part, les tâches des Commissions paritaires se trouvent à nouveau largement accrues par l'accord du 9 juillet 1976 sur la formation permanente qui va les amener au cours des mois à venir à réexaminer complètement le problème de l'agrément des cours, stages ou sessions de formation professionnelle permanente.

II. Affaires techniques et formation professionnelle

Les différentes administrations françaises chargées de la révision des textes législatifs ont fait preuve d'une grande activité dans le domaine de l'environnement, aussi bien

en dehors des usines que sur les lieux de travail.

En effet, cinq textes adoptés ou en projet risquent, dans un proche avenir, de peser lourdement sur la production et la commercialisation des produits chimiques en France.

Un projet de directive communautaire sur les substances dangereuses présenté par la Commission au Conseil des Ministres le 21 septembre 1976, décrit et classe les différentes natures de dangers et contient des instructions détaillées concernant l'emballage et l'étiquetage des produits selon ces catégories. Il prescrit la notification à l'autorité nationale en même temps que la mise sur le marché.

L'élaboration de ce projet a donné lieu à de longues discussions auxquelles l'Union a pris une part active, notamment dans le cadre du CEFIC*, en reconnaissant que son adoption constituerait une chance d'établir une réglementation cohérente, soumettant tous les concurrents du Marché Commun aux mêmes contraintes. Malheureusement son adoption par le Conseil se trouve retardée par des oppositions venant d'autres pays.

Le projet de loi français sur le contrôle des produits chimiques a été adopté le 3 novembre 1976 par le Conseil des Ministres et déposé à l'Assemblée Nationale le 17 novembre. Ce projet, qui prévoit la notification de la mise sur le marché avec un délai de préavis, n'est pas compatible avec la directive communautaire, et, s'il était maintenu, contiendrait le risque de distorsion des conditions de concurrence signalé plus haut.

Par ailleurs, le Ministère du Travail, soucieux cette fois, non plus de la protection de l'environnement, mais de celle des travailleurs, a obtenu le 6 décembre 1976 le vote d'une loi sur la prévention des accidents du travail, dont l'article 5, consacré aux risques dus à la fabrication et à la manipulation des substances dangereuses, prévoit un contrôle analogue.

Le décret d'application de cette loi est en préparation et apporte à l'industrie chimique la menace d'une grave insécurité liée notamment à la difficile coordination de ce projet de décret avec les projets de loi français et de directive communautaire sur le contrôle des produits chimiques.

Enfin, un cinquième texte, projet de loi sur la protection des consommateurs, risque encore d'accroître la confusion si ses dispositions concernant des catégories de produits réglementés par ailleurs ne sont pas coordonnées avec les réglementations qui viennent d'être caractérisées.

* Centre Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique.

En accord avec le ministère chargé de l'industrie, l'Union mène donc une action auprès des divers départements intéressés afin d'éviter que tous ces textes ne créent une superposition désordonnée de contraintes. Dans un esprit constructif, elle s'efforce de faire des propositions concrètes qui permettraient d'établir avec méthode le contrôle souhaitable tout en ménageant les nécessités industrielles.

L'Union continue par ailleurs à participer aux travaux nationaux ou communautaires concernant :

- la pollution de l'air : propositions de directives relatives aux émissions d'anhydride sulfureux et d'oxydes d'azote ;
- la pollution de l'eau : élaboration de projets de loi français sur la protection des mers, directives communautaires sur les rejets en mer, classification des polluants, etc. ;
- dans le domaine des déchets : l'Union est intervenue pour que le décret d'application de la loi du 15 juillet 1975 limite les demandes de renseignements aux causes finales de la production des déchets, sans remonter jusqu'à la fabrication du produit principal.

Elle a également pris position sur un projet de directive communautaire concernant les déchets toxiques et dangereux pour appeler l'attention des Pouvoirs publics sur les difficultés d'une détermination quantitative de la toxicité des déchets et les inconvénients des méthodes théoriques en dehors du contrôle expérimental.

La légère baisse des effectifs enregistrée encore en 1976 n'a pas atténué les problèmes de **formation professionnelle** ; en particulier le déséquilibre enregistré précédemment entre les formations des ouvriers qualifiés, des techniciens et des techniciens supérieurs se poursuit, puisque l'on n'a formé l'an passé que 800 ouvriers qualifiés contre 1 850 prévus annuellement au VII^e Plan, tandis que l'on a formé 3 000 techniciens et 2 000 techniciens supérieurs, dont le placement reste difficile.

L'industrie chimique s'efforce d'aider ces formations technologiques par la mise en œuvre de sa taxe d'apprentissage. Mais celle-ci est de plus en plus obérée tant par le prélèvement du « quota apprentissage » de 20 %, qu'elle ne peut pas utiliser puisque les réglementations interdisent l'emploi des moins de 18 ans, que par l'allocation obligatoire aux Chambres de Commerce amplifiée par le calcul des centimes additionnels basés sur la taxe professionnelle. La part de taxe d'apprentissage que les entreprises peuvent encore allouer aux établissements d'enseignement technologique de leur choix varie ainsi entre 15 et 50 % seulement du montant de la taxe brute. L'Union poursuit une action pour que ces régles d'affectation soient réétudiées.

Les instituts universitaires de technologie ont subi au cours de cette année une grave crise due à des difficultés financières et à la rigueur du Secrétariat d'Etat aux universités dans l'application des règles sur la

participation de la profession à l'enseignement. L'industrie chimique, qui a fait une grande place aux diplômés des I.U.T. et qui s'efforce d'accroître sa participation à leur enseignement, souhaite que des restrictions sur le nombre d'heures que comportent les études ne viennent pas diminuer la valeur du diplôme. A la suite de négociations, auxquelles l'U.I.C. a pris une part active aux côtés du C.N.P.F., la crise paraît s'orienter vers un apaisement.

Mais pour que le caractère spécifique de la formation des I.U.T., consistant dans une étroite collaboration du milieu enseignant et du milieu industriel, puisse être sauvegardé, il est nécessaire que les entreprises accroissent encore ces efforts de participation.

La formation professionnelle continue a été l'objet, nous l'avons déjà dit, d'un nouvel accord interprofessionnel du 9 juillet 1976 complétant celui de 1970 et les dispositions légales de 1971. Cet accord a considérablement étendu les facilités offertes aux salariés par le « congé formation », en particulier pour les stages de promotion de longue durée. Il a provoqué, de la part des organismes de formation, un grand afflux de demandes d'agrément de stages et une révision générale des agréments accordés antérieurement. Ces demandes sont actuellement soumises à l'examen de la Commission paritaire de l'emploi.

III. Relations économiques extérieures

Les **négociations multilatérales du G.A.T.T.** semblent toujours au point mort. En réalité, les diverses administrations nationales communautaires et internationales les préparent très activement. L'Union est tout particulièrement attentive au volet tarifaire de ces travaux car il est évident que le taux moyen de ses droits est l'élément fondamental de sa défense contre la concurrence extérieure. Sur ce point, elle estime qu'il est indispensable d'une part de maintenir sa protection tarifaire à un niveau modéré aussi uniforme que possible et, d'autre part, d'obtenir une harmonisation des protections douanières respectives tenant compte à la fois du niveau des tarifs et des différences de coût de production.

Cependant, le tarif extérieur commun, même s'il ne devait subir que de faibles réductions, ne constituera jamais une barrière suffisante devant la concurrence dite sauvage. Cette concurrence, qu'on a vu s'élargir tout au long des années 1975-1976, revêt plusieurs formes : dumping monétaire dû à la dépréciation, volontaire ou involontaire, de certaines devises, dumping social résultant de coûts salariaux très bas, en particulier dans les pays du Sud-Est asiatique, dumping économique de la part des pays à commerce d'état. Le préjudice ainsi causé à nos industries ne se mesure pas nécessairement en volume d'importation. Lorsque l'activité se ralentit, nos producteurs se voient contraints d'aligner leurs prix sur les ventes des concurrents de l'extérieur,

même lorsque celles-ci sont négligeables. Or, la réglementation anti-dumping et celle comportant des clauses de sauvegarde sont d'un maniement très lourd et les délais d'instruction du dossier au stade national et communautaire, beaucoup trop longs. A défaut de mesures coercitives, l'Union a obtenu qu'une surveillance a posteriori soit exercée sur certaines importations, mais ce n'est qu'un palliatif, lui-même trop rigide, dans la mesure où il est pratiquement impossible de modifier la liste des produits soumis à surveillance. L'expérience prouve donc que le système de défense contre la concurrence déloyale doit être profondément révisé.

Une autre action porte sur l'examen des suspensions temporaires de certains taux du tarif extérieur commun : l'Union a constamment à lutter contre des demandes de suspensions tarifaires en apparence parfaitement justifiées, mais qui s'avèrent ne reposer en définitive que sur une prospection insuffisante, volontairement ou non, du marché européen.

Le service de l'**expansion commerciale** a poursuivi en 1976 les différentes tâches qui concourent à promouvoir les exportations. Il s'agit en premier lieu d'informer avec précision exportateurs et clients. Cette tâche quotidienne devrait pouvoir être améliorée par les efforts de l'A.F.D.A.C. (Association Française de Documentation Automatique en Chimie) pour élargir au domaine technico-économique le champ de ses informations, jusqu'à présent purement techniques.

IV. Economie intérieure

Sont abordés dans ce dernier domaine, les problèmes d'énergie, financier et fiscaux, enfin des prix.

En septembre 1976, après 9 mois de négociations avec l'Agence pour les économies d'énergie, l'Union a abouti à la signature de l'accord-cadre général pour l'industrie chimique. Cet accord contient les modes de calcul des objectifs d'**économies d'énergie** ou d'établissement d'un programme d'investissements appropriés, répertorie les actions et les investissements permettant ces économies et instaure une certaine concertation entre l'Administration et la profession.

Mais son principal intérêt est de permettre aux entreprises qui adhéreront à cet accord (à ce jour 72 sociétés pour 155 établissements) d'être exonérées de la taxe sur les surconsommations de fuel lourd par rapport à 1973 si leurs programmes d'économie d'énergie sont acceptés par l'Administration. Ces programmes impliquent des investissements pour lesquels un système de subventions est prévu.

A la fin de 1976, le Gouvernement a décidé d'étendre au gaz naturel et à l'électricité le système d'une taxe sur une tranche de consommation. L'Union a aussitôt fait valoir les inconvénients pouvant résulter d'une telle mesure, demandant en particulier avec

insistance que l'acceptation par l'Administration d'un programme d'économies concernant toutes les sources d'énergie entraîne l'exonération des nouvelles taxes en plus de celle sur le fuel lourd. De plus, elle a demandé que soient mises hors du champ d'application de ce système de taxes les quantités de gaz et d'électricité utilisées comme matières premières. Il semble que cette requête soit bien accueillie pour le gaz, mais moins favorablement pour l'électricité.

Par ailleurs, l'Union réitère ses critiques sur le principe d'une taxe sur une tranche de consommation, qui pénalise une augmentation de production, même lorsque celle-ci s'accompagne d'une meilleure utilisation de l'énergie.

Les principales questions d'ordre financier qui se sont posées en 1976, après la fin des travaux du groupe «financement» du G.S.A.P. Chimie pour le VII^e Plan, ont été celle de la révision des bilans et celle des délais de paiement entre entreprises.

Dans le domaine fiscal, l'année 1976 n'a pas vu de grandes réformes.

On doit également évoquer la taxe professionnelle perçue pour la première fois, avec les inconvénients que l'on sait. L'enquête à laquelle a procédé l'U.I.C., en liaison avec le C.N.P.F., a fait ressortir les excès de cette taxe et le transfert de charges qu'elle entraîne sur nos entreprises. Ce sera l'une des tâches des organisations de l'Union, au cours des mois qui viennent, d'essayer de faire établir une juste répartition de la fiscalité directe locale.

Alors que l'année 1976 avait vu se pour-

suivre le régime de prix des années précédentes avec toutefois un acheminement vers la liberté (depuis le 1^{er} janvier on avait enregistré la libération d'importants secteurs, dont en dernier lieu celui des matières plastiques), le processus fut brutalement interrompu par la nouvelle politique gouvernementale qui, voulant rompre la spirale inflationniste salaires-prix, décida de geler ces derniers au 15 septembre 1976 jusqu'à la fin de l'année. Cette limitation dans le temps fut d'ailleurs invoquée par l'Administration pour imposer des dispositions extrêmement sévères (même les prix de vente des produits importés furent bloqués sans aucune référence possible aux prix d'achat) et des interprétations non moins strictes et parfois contestables des textes qui permirent aux Pouvoirs publics de gagner un mois de stabilité supplémentaire avant de redonner aux professions une liberté relative à partir du 1^{er} février 1977.

Ce compte rendu d'activité des services de la fédération reflète bien les difficultés auxquelles se heurtent les industriels et les aspirations que ceux-ci manifestent.

Pour terminer, on évoquera deux priorités retenues de la dernière Assemblée générale du C.N.P.F. et qui s'appliquent tout particulièrement à l'industrie chimique : tout d'abord nécessité de renforcer les structures financières pour permettre l'investissement, ce qui implique un développement de l'autofinancement, et un recours plus facile aux capitaux extérieurs dont les taux d'intérêts actuels pèsent lourdement sur les entreprises.

D'après un sondage, les investissements dans l'industrie chimique ont baissé de 5 à 6 % en 1976 par rapport à l'année précé-

dente et il est à craindre qu'en 1977 cette tendance ne se renverse pas globalement de manière significative. Certes, il est difficile de savoir ce qui est imputable aux difficultés de financement et ce qui l'est aux prévisions pessimistes des chefs d'entreprise. On peut penser toutefois qu'à long terme la première raison risque de subsister seule et de compromettre une reprise qu'il ne serait pas déraisonnable d'espérer.

Le deuxième point auquel l'Union doit s'attacher, étant donné l'importance des échanges extérieurs de produits chimiques, est une amélioration du bilan de ces échanges qui n'est positif que grâce aux branches pharmacie et parfumerie et risque de se dégrader d'ici 1980, si l'on en croit les prévisions du VII^e Plan.

*
* * *

La plus grande partie du rapport annuel de l'Union des Industries Chimiques est consacrée à l'évolution de l'industrie chimique française en 1976 et aux données statistiques. L'*actualité chimique* a déjà publié (numéro de mai, p. 21-23) les grandes tendances de cette industrie.

Les personnes qui désirent prendre connaissance de la totalité du rapport peuvent le faire à :

- l'Union des Industries Chimiques, 64, av. Marceau, 75008 Paris, tél. 720.56.03.
- ou à la Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris, tél. 555.69.46.

Un exemplaire sera adressé aux bibliothèques ou centres de documentation qui en feront la demande.

Chimie suisse : premier semestre 1977

Au cours du premier semestre 1977, l'industrie chimique suisse a réussi à augmenter ses exportations de 6 % par rapport à la même période de l'année écoulée. Les différents secteurs ont participé de manière diverse à ce taux d'accroissement qui ne représente qu'un peu plus de la moitié de celui enregistré il y a un an (11,2 %). Les exportations de produits chimiques organiques (secteur de loin le plus important des exportations : 38,6 %) n'ont augmenté que de 4,4 %. Les deux autres grands secteurs qui représentent un peu plus d'un sixième des exportations, soit 17,1 %, ont subi des développements fort divergents : alors que les exportations des matières colorantes, peintures, etc. fléchissaient de 5,5 %, les produits pharmaceutiques ont pu accroître leurs exportations de 11,5 %, ce qui représente un total de plus de 750 millions de francs suisses.

Le taux de croissance le plus élevé a été enregistré par les poudres et explosifs avec 75,2 %. Il faut toutefois rappeler que la part du marché de ce secteur est inférieure à 10 millions, soit 0,2 % des exportations du

premier semestre 1977, et que ce secteur est dès lors soumis à des fluctuations de très forte amplitude.

La valeur des exportations chimiques du premier semestre 1977 a dépassé de plus 100 millions de francs le record établi il y a 3 ans, à fin juin 1974 avec le total de 4.273 millions de francs suisses.

Alors que les exportations augmentant relativement lentement ont déjà égalé et dépassé les chiffres de 1974, les importations par contre enregistrent des taux d'augmentation plus importants qui ne leur ont toutefois pas encore permis d'atteindre les niveaux d'il y a trois ans.

Au total, les importations ont augmenté de 16,1 % pour atteindre 2.597 millions à la fin du premier semestre. Plus d'un tiers (34,5 %) était représenté par les produits chimiques organiques qui ont augmenté pour leur part de 15 %. Le deuxième grand secteur, les matières plastiques (19,1 % des importations) ont enregistré un accroissement de 17,7 %. Les colorants pour leur part se sont adjugé 8,7 % des importations, ce qui représente une augmentation de 37 % par rapport à la période correspondante de 1976.

Une gamme complète de fil de soudage en métaux spéciaux

Astro Metallurgical Corporation à Birmingham (Angleterre) annonce qu'elle a récemment monté et élargi sa tréfilerie de métaux spéciaux, qui est maintenant une des plus grandes au monde, pour lui permettre de fournir les fils de soudage en ces métaux. La société peut maintenant offrir des quantités petites ou grandes de fil de soudage en métaux spéciaux dans tous les diamètres standards jusqu'à «.001» (.025 mm).

Les métaux comprennent le titane et ses alliages, le zirconium, plusieurs grades des alliages de Maraging et Hastelloy très résistants à la corrosion et des autres métaux spécialisés.

Les produits finis peuvent être emballés spécialement pour répondre aux spécifications militaires et industrielles, et pour certains marchés, ils peuvent être livrés en tubes bouchés hermétiquement pour empêcher la contamination atmosphérique.

Directeur de Marketing en Europe :
M. Jeremy G. Thorn, Astro Metallurgical Corporation, Cavalier House, 202 Hagley Road, Birmingham B 16 9PP, Angleterre, tél. 021 454 7073.

L'industrie chimique néerlandaise en 1976

L'Association de l'Industrie Chimique Néerlandaise (VNCI) signale dans son rapport annuel 1976 que l'industrie chimique a réalisé un C. A. de l'ordre de 21,7 milliards de Fl. contre 17 milliards en 1975. L'effectif s'est maintenu à 98 000 personnes.

Tout comme l'an passé, un montant de 200 millions de Fl. environ a été affecté à des mesures protégeant le milieu, soit 10 % du total des investissements.

La conjoncture hésitante et la forte position du florin ont continué à désavantager l'exportation. Malgré cela, les exportations de produits chimiques ont grimpé passant de 14,8 milliards en 1975 à près de 18 milliards de Fl. en 1976. La concurrence s'est intensifiée en particulier à partir des États-Unis et des pays de l'Est. Dans quelque temps, le Moyen-Orient deviendra également un concurrent.

Ci-dessous, quelques chiffres de production des années 1974, 1975 et 1976 (en milliers de tonnes) :

	1974	1975	1976
● Ammoniac et ammoniacque, produits primaires	2 066	1 908	1 951
● Butadiène, produits techniques	367	290	416
● Noir de carbone	101	80	90
● Ethylène, produits primaires	1 750	1 407	1 884
● Produits synthétiques			
résines alkyde	51	53	61
aminoplastes	97	123	126
phénoplastes	5	3	3
résines polyester insaturées	21	26	32
acétate de polyvinyle	15	18	20
● Engrais chimiques (période d'enrichissement : de juillet à juin inclus)			
engrais azotés (N) total	1 460	1 678	1 535
ammonitrate (N)	391	422	400
urée (N)	407	504	342
sulfate d'ammonium	98	76	121
engrais phosphatés (P ₂ O ₅) total	338	339	179
superphosphate (P ₂ O ₅)	54	34	34
superphosphate concentré (P ₂ O ₅)	99	151	41
phosphate de mono- et diammonium (P ₂ O ₅)	78	81	61
● Carbonate de soude (anhydre)	296	221	271
● Propylène, produits primaires	907	746	980
● Caoutchouc synthétique, y compris le latex	257	197	247
● Peintures et encres d'impression			
peintures et vernis cellulose, y compris les diluants	22	21	22
peintures à base d'huile, etc., y compris les vernis synthétiques	74	72	78
peintures murales	35	32	35
autres produits de peinture	40	38	47
encres d'impression	13	12	13
● Acide chlorhydrique (HCl 30 %)	92	93	90
● Oxygène, produits primaires	875	859	809
● Acide sulfurique, produits primaires 100 %	1 674	1 292	1 462

Chiffres de production (en millions de florins)

● Produits protégeant les cultures			
herbicides	83	72	91
insecticides	86	85	89
fongicides et autres produits antiparasitaires	81	97	80
● Produits cosmétiques			
parfums, eaux de toilette et de senteur	29	35	38
préparations pour soigner les dents et la bouche	18	19	22
préparations pour soigner les cheveux (non compris les shampooings)	58	64	71
shampooings	25	29	30
préparations pour soigner le visage et la peau	58	69	81

Pour l'utilisation industrielle des enzymes fixées

En vue d'accélérer le passage du stade du laboratoire à l'échelle industrielle dans le domaine des enzymes fixées, Corning Glass Works vient de constituer le département

«Systèmes biologiques industriels» au sein de sa division des produits scientifiques. Les enzymes ont longtemps été utilisées dans la fabrication des fromages, du vin, de la bière, des produits pharmaceutiques et dans de très nombreuses autres applications. Les chercheurs de Corning vien-

nent de mettre au point une technique de liaison de ces matières biologiquement actives (analogues à des catalyseurs) à des supports inertes et insolubles tels que le verre ou la céramique. Ceci permet d'utiliser ces agents dans des procédés de fabrication continus avec une réduction considérable du prix de revient. Les avantages complémentaires de cette technique sont la stabilité de ces procédés et, dans la plupart des cas, l'augmentation de la durée de vie utile des agents biologiques immobilisés.

La première commercialisation à l'échelle industrielle de cette technique est la transformation de l'amidon de maïs en isoglucose. Corning a vendu à C.P.C. International (Corn Products Corp.) sa technologie de fixation de la glucose isomérase sur support poreux.

Un autre domaine d'application de cette technologie réside, selon Corning, dans l'hydrolyse du lactose contenu dans le lacto-sérum qui est un effluent issu des fabrications fromagères. Il existe déjà aux États-Unis et en Europe plusieurs installations d'essais.

Plus généralement, ces technologies de fixation de systèmes biologiques s'appliquent bien aux problèmes de conversion des déchets en produits utiles ou moins nocifs.

Le «Kalrez» matériau résistant

Là où cèdent les autres matériaux d'étanchéité, les joints toriques et autres pièces en élastomère perfluoré «Kalrez» résistent aux très fortes chaleurs et aux produits chimiques corrosifs. Dans ce cas l'utilisation de ce matériau de coût très élevé devient alors rentable.

Dans un article paru dans Du Pont Magazine, édition internationale, l'auteur signale que le remplacement des joints habituels par des joints en «Kalrez» a permis le bon fonctionnement d'un débitmètre ultra perfectionné de Du Pont pour la mesure du débit d'amines aromatiques à des températures atteignant 230 °C. Le «Kalrez» est la contrepartie élastomérique de la résine fluocarbonée «Teflon». Ce matériau présente la stabilité chimique et thermique du «Teflon» outre les propriétés physiques d'un élastomère véritable.

Renseignements : Angst + Pfister SA, 79, av. du 11-Novembre, 94170 Le Perreux-sur-Marne, tél. 871.20.80.

Une nouvelle unité de chlorure de vinyle Shell - PCUK

Selon les termes d'un protocole d'accord signé le 18 juillet 1977, Shell Chimie et Produits Chimiques Ugine Kuhlmann (PCUK), filiale de Péchiney Ugine Kuhlmann, sont convenues, sous réserve de l'obtention des autorisations administratives nécessaires, de s'associer pour construire et exploiter une unité de chlorure de vinyle monomère sur le site industriel de PCUK à Fos-sur-Mer (Bouches-du-Rhône).

Cette unité, dont la mise en service est prévue pour le début du deuxième semestre 1980, aura une capacité initiale de production de 200.000 tonnes/an de chlorure de vinyle monomère, extensible à 300.000 tonnes/an.

Shell Chimie fournira l'éthylène nécessaire à cette fabrication à partir du nouveau vapocraqueur de Berre-L'étang, dont la construction vient d'être décidée.

Le chlore sera fourni par PCUK, qui accroîtra à cet effet la capacité de production de son unité d'électrolyse chlore soude de Fos-sur-Mer.

L'association sera gérée paritairement, l'unité de fabrication elle-même sera exploitée pour compte commun par PCUK.

La production de chlorure de vinyle monomère de cette nouvelle unité sera reprise par les deux associées pour les besoins de leurs fabrications respectives de polychlorure de vinyle (PVC) dans le rapport du capital investi, soit 60 % par Shell Chimie, 40 % pour PCUK.

Cette association permet aux deux Sociétés de mettre à profit leur complémentarité géographique et industrielle, et de réaliser dans les meilleures conditions la production d'un grand intermédiaire chimique nécessaire à leurs activités aval.

Shell Chimie : un vapocraqueur à Berre

Shell Chimie annonce la décision de construire dans son complexe chimique de Berre une nouvelle unité de vapocraquage.

Cette installation de production d'oléfines légères dont le démarrage est prévu au cours du deuxième semestre 1980 aura une capacité de 350.000 t/an d'éthylène. Elle sera basée sur le craquage du naphta et du gas-oil produits par la Raffinerie de Shell Française à Berre. La flexibilité de craquer des matières premières légères ou lourdes dans des proportions variables permettra aux deux sociétés d'optimiser l'utilisation de ces deux coupes pétrolières.

La construction de l'unité de production sera confiée à Lummus qui a déjà terminé l'étude de base. Les utilités et les facilités générales seront conçues et construites par Serete. Les travaux ont débuté sur le terrain dès le mois d'août de cette année.

Une partie de la production du vapocraqueur sera destinée aux besoins captifs de Shell Chimie, l'autre partie sera vendue à des Sociétés extérieures sur la base de contrats long terme.

Les oléfines produites seront destinées à alimenter notamment :

- la nouvelle unité de chlorure de vinyle monomère qui sera construite en association avec PCUK (60 % Shell - 40 % PCUK), annoncée dans l'article précédent.

- une extension de l'usine de polyéthylène basse densité de Cochimé (50 % Shell - 50 % BASF) qui est actuellement à l'étude.

- l'unité de polypropylène de 70.000 t annoncée par Shell Chimie début 1976 en cours de construction et dont le démarrage est prévu vers la fin de 1978.

D'autre part, Shell Chimie a l'intention de construire à Berre une unité de 145.000 t/an de chlorure de polyvinyle qui sera alimentée par l'unité de monomère de Fos. Cette unité sera basée sur le procédé Shin Etsu et son démarrage est prévu dans le courant de 1980.

La construction du vapocraqueur, de ses annexes et des unités situées en aval représentera pour Shell Chimie un investissement total de 2,5 milliards de francs au cours de la période mi-1977/fin 1980. Il s'ajoute aux investissements précédemment annoncés tels que l'unité de polypropylène et l'unité de polystyrène expansible (50.000 t/an), en cours de construction et qui représentent une somme supérieure à 500 millions de francs.

PCUK augmente sa production de chlore

Produits Chimiques Ugine Kuhlmann (PCUK), filiale de Péchiney Ugine Kuhlmann, a décidé un important programme d'extension de l'unité d'électrolyse chlore-soude de Fos-sur-Mer rattachée à son usine de Port-de-Bouc.

La capacité de production de cette unité, mise en service en juillet 1976, est actuellement de 80.000 tonnes/an de chlore ; elle sera portée en une, voire deux étapes, à 200.000 tonnes/an.

Cette extension a pour but de fournir à l'unité de chlorure de vinyle monomère, dont PCUK et Shell Chimie ont annoncé la réalisation en commun, le chlore nécessaire à cette fabrication.

Les investissements entraînés par l'extension de l'unité d'électrolyse chlore-soude et la construction, en commun avec Shell Chimie, de l'unité de chlorure de vinyle sont évalués à plus de 600 millions de francs, valeur 1977, dont près de deux tiers sont pris en charge par PCUK. Ces réalisations marquent pour PCUK une étape importante dans le développement de son site industriel de Fos-sur-Mer.

Développement de CdF Chimie dans le polystyrène

CdF Chimie, principal producteur français de styrène, vient de reprendre l'activité polystyrène de Rhône-Poulenc à Ribécourt, dans l'Oise. L'unité de polystyrène de Ribécourt, d'une capacité de 45.000 t/an, s'ajoute aux 90.000 t/an de l'usine de Dieuze du groupe CdF Chimie en Lorraine. CdF Chimie, déjà premier producteur français de polyéthylène basse densité, devient aussi le premier producteur français de polystyrène avec une capacité de 135.000 t/an. Cette opération coïncide avec la mise en service à Carling d'une nouvelle unité de production de styrène de 150.000 t/an.

L'accord commercial signé entre Rhône-Poulenc et CdF Chimie a pris effet à partir du 1er juillet 1977. Il ne concerne pas le polystyrène expansible qui reste dans le champ d'activité de Rhône-Poulenc.

La commercialisation de l'ensemble de

la production se fera sous la marque GEDEX.

Nouvelles de Rhône-Poulenc

Création d'une direction de l'ingénierie

Une direction de l'ingénierie a été mise en place dans le courant de l'été de la direction générale du groupe Rhône-Poulenc, 22 avenue Montaigne à Paris. Décidée dans ses grandes lignes au début de l'année 1977, la création de cette fonction nouvelle répond au double objectif d'harmoniser les travaux de bureaux d'études de Rhône-Poulenc et d'assurer avec la meilleure technicité et au meilleur coût la réalisation des investissements du groupe. Ceux-ci, rappelons-le, se sont élevés en 1976 à 1 459 millions de francs.

En 1974, au cours de la réorganisation du Groupe Rhône-Poulenc en huit divisions et trois filiales géographiques, un effort de coordination avait conduit à la création de directions fonctionnelles au service de l'ensemble du groupe. Mais cet effort n'avait pas porté sur les bureaux d'études ; or, ceux-ci, répartis dans les divisions et un grand nombre d'usines en France, représentent une activité regroupant environ 1 200 personnes. Il fallait donc organiser ce potentiel important et lui conférer une meilleure homogénéité et une plus grande efficacité.

La direction Ingénierie, dont la responsabilité a été confiée à M. J. Parant, dispose de bureaux d'études régionaux, à Paris et à Lyon auxquels sont rattachés les bureaux d'études d'usines. Les activités de la direction de l'ingénierie couvrent les différentes étapes de la réalisation des installations, depuis la participation au développement des procédés, l'estimation des coûts, le choix et le contrôle des bureaux d'études internes ou externes auxquels les études sont confiées, le suivi des travaux d'achat et de construction.

Parmi ses activités, la direction de l'ingénierie est également chargée du développement des technologies communes aux différentes activités industrielles du groupe Rhône-Poulenc. En lien direct avec la direction «licences de procédés», la direction de l'ingénierie établit les documents d'ingénierie de base relatifs aux ateliers à construire dans les Sociétés qui acquièrent des licences de procédés Rhône-Poulenc.

L'injection : une solution pour les effluents de Rhône-Poulenc et Solvay ?

A une dizaine de kilomètres à l'est de Nancy, deux usines chimiques, celle de Solvay à Dombasle et celle de Rhône-Poulenc à La Madeleine figurent parmi les principales usines de Lorraine et emploient plus de 2 000 personnes.

Bien connues sous le nom de «soudières», elles fabriquent un produit indispensable à de nombreuses industries : le carbonate

de soude (verrière, sidérurgie, chimie, textile, papeterie...). La capacité des deux usines est de 1 100 000 t/an.

Le carbonate de soude s'obtient à partir de deux matières premières, le calcaire et le sel, toutes deux très abondantes en Lorraine, région qui assure à elle seule 80 % de la production française. Mais la fabrication du carbonate de soude engendre un sous-produit abondant : le chlorure de calcium, qui se retrouve en fin de chaîne sous forme d'eaux limpides non toxiques, mais très salées (trois fois comme l'eau de mer). On mesure cette salinité en l'exprimant en «ion chlore». Chaque fois que l'on fabrique une tonne de carbonate de soude, on a théoriquement 960 kg de chlorure de calcium exprimés en «ion chlore».

Depuis que les soudières existent (un siècle environ), leurs effluents sont rejetés dans la Meurthe, la Moselle et finalement le Rhin. Or, cette solution n'est plus possible aujourd'hui, car, bien qu'inoffensifs pour la faune et la flore, ces rejets d'eaux salées augmentent la salinité des eaux de rivière et constituent de ce fait une forme de nuisance.

Les Pouvoirs Publics ont donc demandé à Solvay et Rhône-Poulenc de résoudre rapidement cet important problème. Les soudières sont d'ores et déjà en présence d'une réglementation qui leur impose de ramener leurs rejets en Meurthe de 31 à 22,5 kg/seconde d'ion chlore en 1980. Par ailleurs, l'Agence de Bassin Rhin-Meuse s'est fixée pour objectif de rendre l'eau de la Moselle potable, ce qui équivaut à réduire la salinité de la rivière de moitié.

Mais le problème est également international, car, la Moselle se jetant dans le Rhin, elle contribue à la salinité déjà très importante du fleuve. Or, à la suite de travaux menés par la Commission Internationale chargée de la dépollution du Rhin, la France s'est engagée à réduire d'un tiers environ l'apport salin qui lui est imputable.

Cette décision a bien entendu de lourdes conséquences sur l'activité des usines Solvay et Rhône-Poulenc qui étudient depuis plusieurs années déjà, en liaison avec les Pouvoirs Publics, toutes les solutions envisageables pour éliminer ces eaux salées.

La solution qui retient particulièrement l'attention consiste à enfouir les eaux salées dans le sous-sol à grande profondeur (plus de 1 000 mètres), bien au-dessous de la nappe phréatique qui ne risque ainsi aucune contamination. C'est l'injection : cette technique est pratiquée couramment depuis de nombreuses années dans plusieurs pays étrangers. La France ne compte qu'un exemple de réalisation, à Grandpierre, Seine-et-Marne, où la Société des Engrais de l'Île-de-France injecte des effluents à 1 900 m de profondeur, depuis 1971, en toute sécurité. Plus récemment, la technique de l'injection a également été retenue en Alsace pour les effluents des Mines de Potasse ; la phase industrielle doit démarrer à la fin de l'année 1978.

Cette même solution semble possible en Lorraine. Avec l'autorisation du Préfet

de Meurthe-et-Moselle, les Sociétés Rhône-Poulenc et Solvay, agissant dans le cadre du G.I.E. Riselor, procèdent actuellement à un essai d'injection en couches profondes de leurs effluents.

Cet essai, qui porte sur l'injection de 25 000 m³ d'effluents, se déroule à proximité de Toul (Meurthe-et-Moselle) et doit durer 40 jours. Le site de Toul offre en effet toutes les garanties. Le forage préalable d'un puits de reconnaissance a permis d'analyser les éléments du sous-sol et de reconstituer la coupe du terrain : le réservoir des grès vosgiens où l'injection sera réalisée est séparé de la nappe phréatique par 700 mètres de terrains imperméables. Dans ce réservoir, on trouve de l'eau de gisement contenant uniformément 13,5 g/litre de chlorure, donc impropre à toute consommation.

Peut-on dès lors conclure que l'injection des eaux de soudière est réalisable industriellement ? Hélas non ! car il faut être sûr que ces effluents ne provoqueront pas, lors de leur passage dans les grès, un colmatage progressif. Seules les conclusions de l'essai qui sera réalisé permettront d'envisager une exploitation industrielle. Il faut le souhaiter, car désormais l'avenir des deux usines est lié à l'élimination de leurs rejets.

Nouvelles de Bayer

Centenaire de l'usine d'Uerdingen de Bayer AG

En septembre 1977, l'usine d'Uerdingen de Bayer AG a eu cent ans d'existence. C'est le 7 septembre 1877, que le Dr Edmund Ter Meer, alors âgé de 25 ans et fils d'un fabricant de savons, Krefeld, acquérait un terrain de quelques 2 000 m² à Uerdin-

gen, sur la rive même du Rhin. Il se spécialisa dans les colorants azoïques. En 1895, l'entreprise comptait 150 ouvriers, 6 chimistes et 24 employés. A cette époque, le Dr Julius Weiler était déjà un associé tacite de l'usine d'Uerdingen. Son père avait fondé en 1861, à Cologne, une usine d'aniline industrielle dont Ter Meer transformait les produits.

Le 1er janvier 1896, les deux firmes fusionnèrent et devinrent les «Chemische Fabriken vorm. Weiler - Ter Meer» dont le siège était à Uerdingen. Le Dr Julius Weiler et le Dr Edmund Ter Meer dirigeaient la société.

Le programme de production de l'entreprise continua à s'accroître. En 1914, il comportait des substances chimiques minérales denses (acide sulfurique, acide nitrique, acide chlorhydrique, etc.), environ 10 000 tonnes/an de produits intermédiaires organiques, 60 colorants azoïques différents, 40 colorants du triphénylméthane et environ 10 colorants au soufre. La firme occupait 1 600 personnes.

Le 18 août 1916, les huit sociétés les plus importantes que comportait l'industrie allemande des colorants dérivés des goudrons, et parmi celles-là les Chemische Fabriken vorm. Weiler - Ter Meer, s'associèrent pour former la communauté d'intérêts des usines allemandes de colorants dérivés des goudrons. Les années d'après-guerre s'annoncèrent très difficiles pour toutes les firmes du cartel ; on créa alors le 9 décembre 1925, l'IG Farbenindustrie Aktiengesellschaft réunissant tous les producteurs allemands de colorants dérivés des goudrons et formant la plus grande entreprise industrielle d'Allemagne.

Les colorants azoïques et au soufre de Ter Meer disparurent du marché. Les colorants du triphénylméthane perdirent beaucoup de leur importance. En intensifiant



Vue d'ensemble de l'usine Bayer d'Uerdingen

la recherche et l'application industrielle, de nouveaux produits bientôt être introduits sur le marché tels que des pigments, des adhésifs, des produits de base pour parfums, des matières premières pour peintures.

La seconde guerre mondiale et les années qui suivirent vinrent interrompre cette évolution. Dans le cadre de la décartellisation, on choisit le 19 décembre 1951 les usines de Leverkusen, Elberfeld, Dormagen et Uerdingen pour constituer les Farbenfabriken Bayer AG dont le siège fut établi à Leverkusen. En 1972, ce nom fut transformé en Bayer AG.

Aujourd'hui, l'usine d'Uerdingen occupe une surface de 3,7 km². Elle compte plus de 10 000 personnes, parmi lesquelles pas moins de 700 travaillent à la recherche et 90 à la protection de l'environnement. Elle fabrique environ 1 000 produits :

● L'usine d'Uerdingen, dont la capacité de production dans le secteur des produits chimiques minéraux atteint 400 000 tonnes/an, est le plus grand producteur au monde de pigments minéraux colorants. Parmi les substances chimiques denses, la plus importante production est quantitativement celle d'acide sulfurique, qui se monte à quelques 400 000 tonnes/an. La majeure partie de cet acide est consommée à l'intérieur de l'usine.

● Les ateliers de la division «Produits chimiques organiques» fabriquent principalement des produits intermédiaires organiques servant par exemple à produire des matières plastiques, des matières premières pour peintures et vernis, des colorants et des agents de protection des matériaux. La production de nitrobenzène et sa transformation en aniline revêtent une importance particulière pour l'usine.

● A l'intérieur de la division «Matières plastiques et peintures», le polyamide^(R) Durethan et le polycarbonate^(R) Makrolon ont une renommée mondiale. On propose à l'heure actuelle 60 types différents de Makrolon dans quelques 500 teintes. La mise au point de ce produit a eu lieu à Uerdingen en 1953. Dans le domaine des matières premières pour peintures et vernis, l'usine d'Uerdingen compte depuis 40 ans parmi les plus grands producteurs européens de résines alkydes.

● Les installations de production de la division «Polyuréthanes» sont de date relativement récente. De 12 000 tonnes/an, en 1965, la capacité de l'atelier de fabrication du^(R) Desmodur est passée actuellement à 114 000 tonnes/an.

Ce sont les produits de la division Matières plastiques et peintures qui viennent en tête pour le chiffre d'affaires. Ils représentent, en effet, à peu près 40 % du chiffre d'affaires total de l'usine. La part des produits chimiques minéraux est de 30 %, celle des produits intermédiaires organiques et des colorants de 20 % et celle des polyuréthanes d'environ 10 %. En 1976, l'usine d'Uerdingen a fabriqué des produits chimiques d'une valeur totale d'environ deux milliards de DM et en a exporté plus de la moitié.

En 1976, le mouvement des marchandises

a été de 4,2 millions de tonnes, dont 2 millions furent transportés par bateau, 1,6 million par camion et 560 000 t par chemin de fer.

Les ateliers de production consomment annuellement 4,6 millions de tonnes de vapeur, ce qui suffirait pour chauffer 120 000 maisons individuelles. Les besoins en électricité sont de 1,1 million de MW/h. Au cours des 10 dernières années, l'usine a investi 156 millions de DM pour la protection de l'environnement, dont 55 millions ont servi à construire une station d'épuration entièrement biologique.

Brésil : une unité pour l'industrie du caoutchouc

Avec l'autorisation et l'appui de l'État, Bayer do Brasil produira à partir de 1979 des accélérateurs de vulcanisation pour l'industrie du caoutchouc (thiazoles et sulfénamides) dans son usine de Belford-Roxo, à proximité de Rio de Janeiro. Les transformateurs brésiliens du caoutchouc importent ces produits depuis des dizaines d'années sous la dénomination commerciale de Vulkacit.

L'installation exigera un investissement de quelques 25 millions de DM et aura une capacité totale d'environ 5 000 tonnes/an, permettant de couvrir pour plusieurs années les besoins du Brésil. Une telle capacité correspond bien à l'importance du marché brésilien du caoutchouc, un des plus dynamiques au monde.

Les accélérateurs de vulcanisation de Bayer sont utilisés avec les mélanges de caoutchouc servant à la fabrication de pneus, de semelles de chaussures, d'articles techniques ou autres, de tuyaux et de bandes transporteuses.

Inauguration d'une usine d'engrais en Corée du Sud

La Namhae Chemical Corporation a inauguré dernièrement, à Yosu (Corée du Sud), un important complexe pour la production d'engrais qui a été conçu et construit par la division Pullman Kellogg de Pullman Inc. L'installation comprend une unité de 1 000 t/jour d'ammoniaque produit à partir de naphta, le gaz naturel habituellement utilisé n'étant pas disponible dans cette région. Le procédé de base est celui d'I.C.I. de reformage du naphta.

Le complexe comprend également des usines d'urée, d'acide nitrique, d'acide sulfurique, de nitrate d'ammonium, de NPK granulés et d'acide phosphorique.

4^e Usine d'ammoniaque à Donaldsonville (U.S.A.)

Une 4^e usine d'ammoniaque de 1 000 t/jour a été mise en service à Donaldsonville, dans le complexe de production d'engrais de la Louisiane de CF Industries. Une 3^e usine avait déjà été mise en route au début de cette année.

Ces usines font partie du programme d'extension du complexe qui comprend une unité d'urée granulée et une usine d'urée-nitrate d'ammonium en solution. La division Pullman Kellogg de Pullman Inc. avait été chargée de la conception et de la construction des nouvelles usines d'ammoniaque.

Accord de coopération UOP et CEPISA

La division Process d'UOP (U.S.A.) et la Compania Espanola de Petroleos S. A. (CEPSA) ont signé un accord de coopération concernant la recherche dans le domaine des transformations biologiques. Cet accord englobe les réactions de fermentation et réactions avec enzymes, le traitement biologique des déchets et en particulier les procédés chimiques impliquant des microorganismes ou des catalyseurs biologiques.

Extension du groupe Akzo aux Pays-Bas

Akzo Zout Chemie compte développer son usine de chlorure de vinyle au Botlek près de Rotterdam. La capacité de production passera de 150 000 t à 500 000 t/an. Cette extension, exigeant des investissements de l'ordre de plus de 60 millions Fl., sera achevée début 1979. En outre, Akzo Zout Chemie poursuit les plans d'une nouvelle usine qui sera construite près de Delfzijl au Nord des Pays-Bas.

Nouvelle usine de résines synthétiques aux Pays-Bas

Cyanamid B. V., une société filiale de la société américaine Cyanamid Company, compte construire une usine de résines synthétiques pour l'industrie du papier dans la zone industrielle du Botlek à l'ouest de Rotterdam. Cette usine, qui démarrera en 1979, produira un polyacrylamide utilisé pour renforcer les propriétés de résistance du papier et du carton.

Dans cette nouvelle usine, le procédé au sulfate utilisé jusqu'ici sera remplacé par le procédé par hydrolyse catalytique. La capacité de production actuelle sera ainsi quadruplée dépassant les 20 000 tonnes/an.

Un complexe géant d'acide sulfurique au Maroc

Heurtey Industries (France), détenteur d'une licence de Monsanto Enviro-Chem Systems, a obtenu le contrat pour la construction au Maroc d'un complexe d'engrais d'une valeur de 230 millions de dollars. Les installations d'acide sulfurique du complexe seront les plus importantes jamais construites en dehors des États-Unis. Trois unités d'acide sulfurique d'une capacité totale de 5 250 tonnes/jour et trois

unités d'acide phosphorique de 1 500 tonnes/jour au total, composeront le complexe de Marrakech.

Toutes les unités d'acide sulfurique emploieront le procédé Monsanto Enviro-Chem de simple absorption. Des dévésiculateurs Monsanto, pour l'élimination des brouillards d'acide, et le catalyseur au vanadium de Monsanto, seront également utilisés.

C'est le deuxième complexe marocain d'acide sulfurique utilisant ce procédé. L'autre unité qui fut achevée en 1975, dans la même région, comprend deux usines de 1 000 tonnes/jour.

La nouvelle usine, sous le nom de Maroc Phosphore II, emploiera environ 1 000 personnes et devrait être terminée en 1980. Elle traitera 1,7 millions de tonnes de phosphates locaux et 530 000 tonnes de soufre par an.

Nouvelles des Communautés européennes

Les fluorocarbones et l'environnement

Il faut étudier de plus près les effets des fluorocarbones sur l'homme et sur l'environnement : c'est ce point de vue que la Commission européenne souhaite faire partager au Conseil des ministres de la Communauté. Les fluorocarbones sont utilisés dans les aérosols comme propulseurs pour des produits à usage domestique ou d'hygiène personnelle, ainsi que dans les équipements de réfrigération et de conditionnement d'air et dans la production de mousses de polyuréthanes.

Des études internationales ont donné à entendre que les émissions de fluorocarbones entraînent une réduction de la couche d'ozone de la stratosphère. Il s'agirait alors d'une menace grave : une réduction de la couche d'ozone stratosphérique augmenterait la quantité de rayonnements de courte longueur d'onde qui atteignent la surface de la terre. Or, une augmentation des rayonnements ultraviolets (puisque c'est d'eux qu'il s'agit) n'est pas sans incidence sur la santé et l'on pourrait craindre, par exemple, une augmentation des cas de mélanome malin et de carcinome de la peau. On pourrait également s'attendre à une augmentation de la température de la surface terrestre et de l'atmosphère par un effet de serre.

Parmi les fluorocarbones, les chlorofluorométhanes F-11 et F-12 sont particulièrement visés : ces composés sont très stables et ne sont pas « piégés » dans la troposphère. Ils migrent dans la stratosphère où ils sont décomposés par les rayonnements de courte longueur d'onde et libèrent des atomes de chlore. Ce sont ces atomes qui réagissent en chaîne avec l'ozone, réduisant ainsi la concentration de ce dernier avec toutes les conséquences expliquées plus haut.

La Commission européenne souhaite donc que les gouvernements prennent des mesures qui favorisent la recherche de produits et de dispositifs de substitution. Elle estime en outre qu'il faut encourager l'industrie et les utilisateurs à éliminer toute fuite de ces produits chimiques. Enfin, la Commission européenne recommande de ne plus développer la capacité de production des chlorofluorométhanes F-11 et F-12 dans la Communauté.

Pour sa part, la Commission européenne entreprend une étude approfondie de l'impact économique et social qu'aurait une réglementation éventuelle dans le domaine des fluorocarbones et des aérosols. La Commission communiquera les résultats de cette étude d'ici fin 1978, en vue d'aboutir à une politique communautaire cohérente à la lumière des informations disponibles à ce moment-là.

La saccharine au banc des accusés

Aux États-Unis et au Canada, la saccharine est mise en accusation : la Food and Drug Administration américaine a annoncé début mars son intention d'interdire l'utilisation de la saccharine dans le domaine des aliments et boissons parce que cet édulcorant artificiel provoque chez le rat des tumeurs malignes de la vessie.

La Commission européenne a aussitôt demandé au Comité scientifique de la Communauté pour l'alimentation humaine de lui faire part de son avis en ce qui concerne l'acceptabilité toxicologique de la saccharine dans les denrées alimentaires. Au vu de cet avis, la Commission européenne verra s'il y a lieu de prendre des mesures. Déjà les États de la Communauté étudient les rapports les plus récents sur la saccharine, et la Commission européenne participe à cette concertation.

La couleur des médicaments

Les règlements communautaires prévoient, très strictement, quels colorants peuvent être utilisés par l'industrie alimentaire. Mais comment alors peut-on colorer les médicaments ? Certains pays appliquent aux médicaments les règles prévues pour les produits alimentaires, tandis que d'autres ont établi une liste distincte des colorants qui peuvent être utilisés pour les médicaments. De telles disparités freinent les échanges de médicaments au sein de la Communauté, sans qu'on puisse dire que la santé des consommateurs est mieux protégée ici que là. C'est pourquoi, sur proposition de la Commission européenne, il a été décidé par le Conseil de ministres de la Communauté que les colorants utilisés dans les produits alimentaires seraient désormais autorisés pour la coloration des médicaments.

Le cas de certaines matières utilisées pour la coloration des médicaments à usage uniquement externe sera examiné ultérieurement.

Dans nos aliments

Il y a, dans les denrées alimentaires, des produits émulsifiants, stabilisants, épaississants et gélifiants dont l'usage est sévèrement régi au plan communautaire. Pour ne rien laisser au hasard dans ce domaine délicat, la Commission européenne vient de proposer de remettre à jour la directive communautaire de juin 1974, déjà en vigueur.

C'est ainsi qu'il est proposé de distinguer clairement les pectines amidées et les pectines non amidées. Le comité scientifique de l'alimentation humaine (qui conseille la Commission européenne) a en effet indiqué qu'il y a des raisons toxicologiques de séparer ces deux substances qui porteront désormais les numéros E 440 (a) et E 440 (b).

Au chapitre des polyphosphates (E 450), une liste de tous les produits dont on sait qu'ils sont disponibles dans le commerce a été dressée. D'autres produits ont disparu : tel est le cas par exemple de la farine de graines de tamarin (E 411) qui n'est plus disponible dans le commerce.

Deux problèmes de radioprotection

Quels sont les mécanismes des dommages produits par irradiation et quelle est leur signification biologique ? Quels sont en particulier les effets primaires des rayonnements ionisants sur l'acide déoxyribonucléique (le fameux ADN) ? Ces questions sont importantes, parce qu'elles visent les stades les plus précoces du dommage radiologique.

Dans le programme « radioprotection » de la Communauté pour 1976-1980, six contrats de recherche ont été conclus à ce sujet, pour un total de 500 000 unités de compte (1 UC = 1,12 dollar US environ).

Autre problème important en matière de radioprotection : comment se comporte à long terme le plutonium dans l'environnement ? On sait que les radionucléides déversés dans l'environnement cheminent de leur source à l'homme à travers les diverses composantes de la chaîne alimentaire. Si pour plusieurs radionucléides les facteurs de transfert sont assez bien connus, il n'en est pas de même pour certains radio-isotopes à demi-vie très longue dont le comportement à long terme peut être modifié par les conditions ambiantes. Ce problème concerne particulièrement le plutonium rejeté par les industries nucléaires et enfoui en couches géologiques profondes ou en mer.

Parmi les recherches effectuées dans le cadre du programme « radioprotection » de la Communauté européenne, six contrats ont totalement ou partiellement pour objet l'étude de divers paramètres de transfert du plutonium. Ces recherches se poursuivent d'ailleurs en harmonie avec les études théoriques réalisées par le centre commun de recherches de la Communauté à Ispra (Italie).

Nominations

A la suite de la réunion du Directoire du C.N.R.S. qui s'est tenue les 5 et 6 juillet derniers,

ont été nommés Directeur de recherche :

Section IX : Structure et dynamique moléculaire, chimie de coordination
Mme H. Lefebvre du Centre de Mécanique Ondulatoire Appliquée, Paris (LP 311)
M. Sneed de l'Institut de Recherche sur la Catalyse, Villeurbanne (LP 5401)

Section X : Physico-chimie des interactions et des interfaces
M. Parsons, Directeur du Laboratoire d'électrochimie interfaciale, Meudon-Bellevue (LP 1411)

Section XI : Chimie et physico-chimie des matériaux solides
M. J. Portier du Laboratoire de chimie du solide, Talence (LP 8661)

Section XVII : Synthèse organique et réactivité
M. Lefort du Groupe de recherche "Réactivité et mécanismes en chimie organique", Thiais (GR 12)

Section XVIII : Chimie organique biologique et chimie thérapeutique
M. Barton, Directeur de l'Institut de Chimie des Substances Naturelles, Gif-sur-Yvette (LP 2214)

Section XIX : Physico-chimie des polymères et des molécules biologiques
Mme Ter-Minassian du Laboratoire "Interactions et mouvements moléculaires aux interfaces macroscopiques et dans les couches monomoléculaires", Paris (ER 99)

ont été nommés Maître de recherche :

Section IX
M. Basset (IRC - LP 5401)
M. Bolard (Département de recherches physiques, LA 71)
Mme Gauthier (Laboratoire "processus photochimique et photophysique, ER 98)
M. Houalla (Laboratoire de "pentacoordination du phosphore", ER 82)
M. Ramasseul (Laboratoire de chimie organique physique, ERA 20)

Section X
Mme Chao (Laboratoire d'électrochimie interfaciale, LP 1411)
M. Domange (Laboratoire de physique des solides, LA 17)
M. Toullec (Laboratoire de chimie organique physique, LA 34)
M. Wiart (Laboratoire de physique des liquides et électrochimie GR 4)

Section XI
M. Bigot (CECM, LP 2801)
M. Condat (Laboratoire de métallurgie

structurale des alliages ordonnés, ERA 221)

M. Reau (Laboratoire de chimie du solide, LP 8661)

M. Sergent (Laboratoire de chimie et cristallographie d'éléments de transition, LA 254)

Section XVII

M. D'Angelo (Laboratoire de synthèse et réactivité de dérivés insaturés hétéro-substitués par des atomes d'azote et d'oxygène, ERA 475)

M. Leyendecker (Laboratoire des carbocycles, ERA 316)

M. Tarrago (Laboratoire de synthèses et d'études physico-chimiques d'hétérocycles azotés, ERA 169)

Section XVIII

Melle Capmau (CERCOA, LP 2621)

Melle Dvolaitzsky (Laboratoire de chimie des hormones et stéréochimie, GR 20)

M. Riche (Institut de Chimie des Substances Naturelles, LP 2214)

M. Schuber (Laboratoire de chimie organique des substances naturelles, LA 31)

Section XIX

M. Fermandjian (CEA, Saclay)

M. Marraud (Laboratoire de chimie-physique macromoléculaire, ERA 23)

M. Revillon (Laboratoire des matériaux organiques, LP Solaize)

M. Thirion (Laboratoire de chimie macromoléculaire, LA 24)

Colloque international d'Odeillo

Les 28, 29, 30 juin et 1^{er} juillet derniers s'est tenu, au Laboratoire des ultra-réfractaires du CNRS à Odeillo, un "Colloque international sur les oxydes réfractaires pour filières énergétiques de haute température". Il était organisé par le CNRS et l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (IUPAC).

Cette manifestation qui a réuni de nombreux spécialistes français et étrangers, a permis aux participants de faire le point sur divers problèmes concernant en particulier l'énergie solaire, les propriétés thermodynamiques, thermophysiques et chimiques des oxydes réfractaires présentant un intérêt sur le plan énergétique. Elle a également tenté, comme toute réunion de ce type, de faciliter les contacts entre scientifiques, d'établir de nouvelles coopérations internationales ou d'amplifier les coopérations déjà existantes.

Mais ce colloque a surtout été conçu comme un hommage à M. Foex, Directeur du Laboratoire des ultra-réfractaires. Ses élèves, collègues et nombreux amis français et étrangers ont en effet tenu à couronner la carrière remarquable de ce grand chimiste par l'organisation, en son honneur, d'une

réunion internationale à Odeillo même où il a travaillé pendant de nombreuses années. Après avoir soutenu sa thèse en 1939, M. Foex est entré au CNRS où il a poursuivi toute sa carrière, gravissant tous les échelons jusqu'à devenir, en 1972, Directeur de recherche de classe exceptionnelle. De 1932 à 1949, il a travaillé au Laboratoire des hautes températures de l'École Nationale de Chimie, tout en coopérant avec le Laboratoire des Terres rares de Bellevue et

avec la Station expérimentale solaire de Meudon. Ses études sur les différents oxydes l'on conduit, en 1946, à la découverte de l'important phénomène de transition isolant-métal. C'est également de cette époque que datent ses premières recherches effectuées au moyen de fours solaires.

En 1949, M. Foex a été nommé sous-directeur du Laboratoire de l'énergie solaire de Montlouis, puis en 1964, Direc-

teur du Laboratoire des ultra-réfractaires d'Odeillo qui venait d'être créé. Au cours de cette période, il s'est en particulier consacré au domaine des ultra-réfractaires et des hautes températures, en ayant toujours soin d'allier aux études de caractère fondamental des recherches liées à des problèmes concrets. Ceci s'est traduit par une longue liste de publications de très haut niveau, accompagnée de très nombreux brevets.

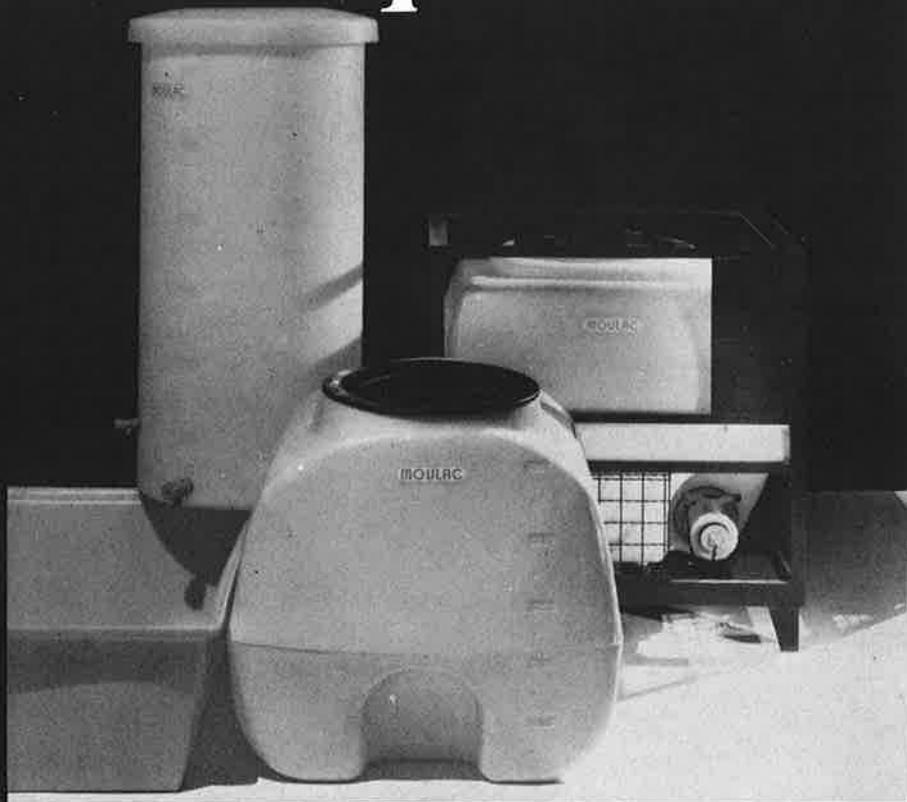
bien stockés, bien transportés, vos produits liquides.

Avec la gamme de cuves, bacs,
conteneurs MOULAC.

En polyéthylène stabilisé U.V.,
moulés par rotation d'une seule
pièce (sans collage ni soudure,
donc sans point faible), les articles
MOULAC sont réalisés avec le
maximum de soins et bénéficient du
Label du Syndicat National du
Moulage et de la Transformation
des Plastiques.

MOULAC
en confiance

33650 LABREDE B.P. 7
Tél. (56) 23.70.82





Le Président Jacques Tréfouël

Président d'honneur de la Société Chimique de France
Directeur Honoraire de l'Institut Pasteur
Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine
Grand Officier de la Légion d'Honneur

est décédé le 11 juillet 1977 dans sa 80^e année

Des notices, sur sa vie et son œuvre scientifique paraîtront
dans *L'actualité chimique* et le *B.S.C.F.*

65 Séminaire de la S.C.F. du jeudi 24 novembre 1977, à Paris

65 Communiqués
Congrès de chimie analytique, 33^e Congrès du GAMS : Paris.
29 novembre - 2 décembre 1977 ; programme provisoire

Chronique des Rédacteurs scientifiques de la S.C.F.

Division Chimie organique : Groupe français de photochimie
Division Enseignement de la chimie : Compte rendu de la
XVI^e Rencontre des enseignants de chimie

68 Plis cachetés

68 Demandes et offres diverses

71 Sommaires des fascicules de mai-juin 1977 du *B.S.C.F.*

Séminaires de la Société Chimique de France

Séance du jeudi 24 novembre 1977

Ce séminaire, organisé par la Division Chimie organique, aura lieu à 14 h 30 dans l'amphithéâtre A de l'E.N.S.C.P., 11, rue Pierre-et-Marie-Curie, Paris (5^e).

Ce séminaire est dédié à Friedel et Crafts, à l'occasion du 100^e anniversaire de leur découverte.

Les deux conférences suivantes seront présentées :

● *Réaction de Friedel et Crafts : aspects mécanistiques*, par A. Commeyras (Maître de conférences à l'Université de Montpellier)

● *Réaction de Friedel et Crafts : aspects synthétiques*, par J.C. Jacquesy (Professeur à l'Université de Poitiers)

Communiqués

Congrès de chimie analytique 33^e Congrès du GAMS 29 novembre-2 décembre 1977

Ce congrès est organisé en collaboration avec la Division Chimie analytique de la Société Chimique de France, le Groupe de chimie analytique de la Société de Chimie Industrielle et avec le concours de l'Association pour le Salon du Laboratoire. Il aura lieu au Parc des Expositions de la Porte de Versailles à Paris (XV^e) du 29 novembre au 2 décembre 1977. Il se tiendra en même temps que le Salon du Laboratoire et l'Exposition de la Société française de Physique.

Les conditions de participation et d'adhésion seront communiquées prochainement. Le schéma de programme provisoire est le suivant :

1^{ère} séance : mardi 29 novembre (matin)

Conférence de G. Ourisson (Professeur à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg) :

Chimie analytique : science servante?

Conférence de Mme M. Hours (Conservateur en Chef des Musées de France) :

A la découverte de la peinture par les analyses physico-chimiques.

Aperçus sur les tendances dans quelques domaines : spectroscopie atomique, spectrométrie moléculaire, spectrométrie de masse, instrumentation et applications de l'informatique.

2^e séance : mardi 29 novembre (après-midi)

Conférence de J. Robin (Professeur à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon) :

Spectrométrie d'émission à l'aide d'un générateur inductif de plasma.

Deux sessions simultanées de communications :

1. Spectroscopie atomique.
2. Spectrométrie de masse et matériaux de référence.

3^e séance : mercredi 30 novembre (matin)

Conférence de G. Guiochon (Professeur à l'Université Pierre-et-Marie Curie et à l'École Polytechnique) :

Séparations chromatographiques à haute résolution.

Conférence de J. Tousset (Professeur à l'Université Claude Bernard, Lyon I) :

L'apport des spectroscopies photoélectroniques en chimie analytique.

Deux sessions simultanées de communications :

1. Chromatographie.
2. Spectroscopies photoélectronique (ESCA) et Auger. Analyse et caractérisation des surfaces.

4^e séance : mercredi 30 novembre (après-midi) :

Deux sessions simultanées de communications :

1. Chromatographie (suite)
2. Spectroscopies photoélectronique (ESCA) et Auger (suite), se terminant par une table ronde.

5^e séance : jeudi 1^{er} décembre (matin)

Conférence de M. Delhaye (Directeur du Service de spectrochimie IR et Raman du C.N.R.S. de Thiais, Professeur à l'Université de Lille I) : *Nouvelles applications analytiques de la spectrométrie Raman.*

Conférence du Professeur Bard (University of Texas) :

Photoacoustic and photothermal spectroscopy. Analytical and electrochemical applications.

Deux sessions simultanées de communications :

1. Spectrométrie moléculaire.
2. Electrochimie.

6^e séance : jeudi 1^{er} décembre (après-midi)

Table ronde sur l'enseignement de la chimie analytique, animée par J.C. Merlin (Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon I).

7^e séance : vendredi 2 décembre (matin)

Conférence de M. Chaigneau (Directeur de Laboratoire de recherches au C.N.R.S.) :

L'analyse des gaz en géochimie.

Conférence de R.P. Bourdon (Professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris) :

Développement de la chimie analytique dans le domaine de la biologie médicale.

Session de communications : Biochimie et pollution.

8^e séance : vendredi 2 décembre (après-midi)

Session de communications : Biochimie et pollution (suite)

Deux sessions de communications simultanées :

Communications de constructeurs, Instrumentation et automatisation.

Pour tous renseignements, s'adresser au G A M S, 88, boulevard Malesherbes, 75008 Paris. Tél. 292.20.41 +

Chronique des Rédacteurs scientifiques de la S.C.F.

De quelle épaisseur, vos tranches ?

Vous avez reconnu la question que vous pose le charcutier de la rue des Hallebardes, à qui vous demandez des tranches de charcuterie. Mais la même question se pose pour vos publications ! L'un de nous (devinez lequel...) vient de se faire refuser par des rapporteurs britanniques le premier article qu'il cherchait à placer dans *J. Chem. Research*, et qu'il avait eu le tort de soumettre à la Rédaction de Londres pour échapper à tout soupçon de trafic d'influence. Les deux rapporteurs ont émis, sous une forme polie et prolixe, le même jugement : "Elle est trop mince, votre tranche ! C'est bon, mais on aimerait vraiment en avoir le goût..."

Les deux rapporteurs avaient raison. Il s'agissait d'un travail limité : une réaction nouvelle et inattendue, découverte par hasard et étudiée sur deux cas particuliers, et dont ni le mécanisme précis, ni les limites d'utilité n'avaient été définis; nous n'envisagions pas, du moins pour l'instant, de poursuivre cette étude, qui représentait neuf mois de travail intense d'un visiteur étranger. "Trop mince".

Voilà pourquoi nous voudrions proposer à nos auteurs potentiels quelques règles.

Une bonne thèse, ou un travail de même ampleur, correspond souvent à 2 - 3 publications définitives, du genre de celles que nous

pouvons envisager de publier au *Bulletin* ou à *J. Chem. Research*; le volume moyen d'une telle publication est donc d'environ 2 ans de travail régulier. S'il s'agit d'un travail comportant des aspects répétitifs, il faut peut-être passer 3 ans à obtenir un volume d'information suffisant. S'il y a une découverte importante, une tranche plus fine pourra être suffisamment "goûteuse", si elle est vraiment assez épiciée.

Arrêtons-nous donc, comme indication générale, à ceci : 1 mémoire \approx 2 ans (travail à plein temps).

Pour un mémoire à plusieurs auteurs, cela dépend. Il faut d'abord défalquer les noms du patron, du sous-patron, des collaborateurs occasionnels. Parfois, il faudrait (mais comment le faire ?) défalquer les noms des auteurs parasites, inclus uniquement parce qu'ils seront bientôt candidats à quelque chose.*

Restent les noms des chercheurs qui ont fait le travail matériel. Dans ce cas on peut modifier la règle en 1 mémoire \approx 2-ans chercheurs (travail à plein temps).

Reste à définir ou présenter cette tranche. Si vous préférez savoir où vous allez, évidemment, le *Bulletin* s'impose. Si vous préférez participer à une expérience (qui semble devoir réussir), tentez *J. Chem. Research*. Les critères d'acceptation que nous essayons de définir avec nos rapporteurs sont les mêmes pour les deux revues; avec *J. Chem. Research*, il est plus facile, dans la partie *in extenso*, de s'exprimer plus complètement ou d'inclure des revues bibliographiques plus longues ou des tableaux numériques détaillés, mais avec le *Bulletin* on évite la contrainte d'une double rédaction et d'une présentation impeccable du manuscrit ("Hélas !" dit l'imprimeur !).

Les règles que nous venons de vous proposer, vous seuls, auteurs, pouvez les utiliser sous cette forme. Nos rapporteurs, eux, essayent simplement de définir si la tranche de travail que vous leur proposez est de bonne qualité : nourrissante (sans étouffer), de bon goût (mais pas un goût déjà cent fois ressenti), ferme (mais pas trop dure), et convenablement épiciée (mais saine). Si cette tranche présente toutes ces qualités, mais si elle est mal présentée, 1 point de moins pour vous : connaissez-vous beaucoup de bons charcutiers qui servent les tranches sans bien les présenter ? Si vous cachez sous une sauce banale un arrière-goût (ingrédients médiocres, cuisson imparfaite...), 1 point de moins encore. *Pas sur 20, mais sur 4 !*

P.S. : A propos, s'il vous plaît, ne nous envoyez pour *J. Chem. Research* que dans des cas *exceptionnels* des articles limités à un abrégé, sans *in extenso*. Il est parfois possible de condenser tout le goût et toutes les qualités nutritives d'une tranche normale en une page ou deux, mais le plus souvent, ce que vous nous proposez sous cette forme, c'est simplement... une tranche trop fine ! Et puisque l'on a été impitoyable avec l'un de nous, pourquoi devrions-nous être faibles ?

(Mal)adresses

Voici un projet d'article destiné au *Journal of Chemical Research*. L'en-tête de l'abrégé (cet appât destiné à attirer l'œil des étrangers avides de s'appropriier le savoir des auteurs — et qui devront bien apprendre le français puisque c'est dans notre langue qu'est rédigé l'*in extenso* !), cet en-tête, le voici :

"Natural Substances. Part CXLVII. Some New Observations on the Chemistry of Strasbourg Oxide.

A. Bessey d'Haye, E. Heff and G. Hashiji
LA CNRS 31, BP 38, Univ. Strasbourg I, 67008 Strasbourg-Cedex"

Le titre est peu informatif : nous y reviendrons. Mais l'adresse ? La (mal)adresse !

Bien sûr, vous savez bien que, pour demander un tiré à part ou un renseignement, c'est au Professeur Ernest Heff que vous devez écrire : tout le monde le connaît en France... il règne au CCU, au CNRS, etc. Si vous écrivez à A. Bessey d'Haye, vous n'aurez pas de réponse : il est inscrit à l'ANPE. Et Hashiji, lui, était un stagiaire japonais. Il est rentré chez lui, et n'a pas de tirés à part à distribuer.

* Ne dites pas que c'est une calomnie ! Cela arrive...

Vous savez aussi que le numéro d'un LA n'offre d'intérêt que pour l'Administration du CNRS. Vous savez également que l'inclusion de "Cedex" est rigoureusement superflue sauf pour Paris, Lyon ou Marseille. Vous savez en outre que Strasbourg (- Cedex) est en France, bien sûr. Vous savez ce que veulent dire "LA", "CNRS", "BP", "I". Et vous savez que CXLVII vient avant CLXIV (n'est-ce pas ?), que vous avez déjà lu.

Mais l'étranger ? Celui qui pense que - Cedex doit être l'équivalent, dans une langue qu'il ne connaît pas, du - grad russe ? Celui qui croit savoir que c'est vers 1950 qu'un référendum a restitué à l'Allemagne... quelle ville ? Strasbourg, Sarrebruck, ou Luxembourg ? (authentique !). Celui dont la secrétaire pense qu'il y a des fautes d'impression parce que c'est une adresse impossible, et qui écrit à "Lacars 31 Boulevard 38, University Strasbourg, 67008 Strasbourg-City, Germany" (*pas encore* authentique, mais patience ! Nous avons bien reçu des lettres adressées à l'Université de Strousberg...). L'étranger, enfin, qui *voulait* entrer en contact avec Bessey, mais n'y arrive pas, lors d'un passage à Strasbourg ?

Alors, dans votre prochain article, évitez les (mal)adresses. Ecrivez plutôt : "Constituents of Alsatian Wines. Part 147. Cyclisation and Decyclisation of Derivatives of Tricyclo [0^{1.4}. 0^{1.4}] octane. First Synthesis of a Planar Tetracoordinated Carbon Derivative

Adolphe Bessey d'Haye, Ernest Heff *, and Goyo Hashiji †

Laboratoire de chimie organique des substances naturelles, associé au CNRS, Institut de Chimie, Université Louis Pasteur, 1, rue Blaise Pascal, F 67008 Strasbourg (France)

Où en est *J. Chem. Research* ? Quelques chiffres.

Nous venons de recevoir le fascicule 8 de *J. Chem. Research*. Où en est ce nouveau journal, propriété commune des Sociétés Chimiques de Grande-Bretagne, d'Allemagne et de France ? Voici quelques chiffres.

Plus de 250 articles ont été reçus pendant la première moitié de l'année 1977, dont près d'un quart en français. Ces articles proviennent de 18 pays*. Environ 10 % des articles sont refusés (taux comparable à celui de la plupart des journaux primaires de chimie), presque tous doivent être modifiés après consultation de deux rapporteurs. Ceux qui sont acceptés sans modification, et ont été présentés sous une forme directement publiable, paraissent en moins de 3 mois.

Les huit fascicules publiés comprennent 135 articles, correspondant à plus de 2000 pages dactylographiées, pour les *in extenso*. Ces 2000 pages occupent 23 microfiches. Le nombre d'articles augmente régulièrement, et plusieurs d'entre eux semblent avoir commencé une brillante carrière sur le plan des indices de citation... Depuis le fascicule 1, *J. Chem. Research* est en effet "couvert" par *Chemical Abstracts* et par *Current Abstracts*.

Plus de 3 100 abonnements avaient été souscrits fin juin, dont près de la moitié provenaient des membres de trois Sociétés fondatrices.

Plus de 3500 copies des "Instructions to Authors" ont été distribuées, dont près de la moitié sur demande d'auteurs potentiels. Ces instructions en anglais ont en outre paru dans le fascicule N° 2; leur version française paraîtra dans le fascicule N° 10 de *J. Chem. Research* et dans *L'actualité chimique*. La version allemande est en préparation, et la version japonaise a été publiée à Tokyo.

Sept Sociétés chimiques européennes ont apporté leur soutien à l'expérience en cours; plusieurs autres, européennes ou non, devraient prochainement les rejoindre.

Ce premier bilan est donc très encourageant. Dès maintenant, il semble assuré que *J. Chem. Research* pourra devenir un élément essentiel d'un "système" européen de publications chimiques fondé sur les Sociétés chimiques.

* Allemagne, Autriche, Bangladesh, Belgique, Canada, Egypte, États-Unis, France, Grande-Bretagne, Inde, Israël, Italie, Japon, Nouvelle Zélande, Pays-Bas, Pologne, Turquie.

Division Chimie organique

Groupe français de photochimie

Le Groupe français de photochimie organise les 18 et 19 novembre prochains à l'École Supérieure de Physique et de Chimie de Paris une réunion dont une partie aura pour thème : "Les systèmes photochimiques susceptibles de convertir l'énergie solaire". Comme à l'habitude, une partie de la réunion sera consacrée à des sujets d'intérêt photochimique plus général. Les chercheurs désirant présenter une communication sur le thème retenu, ou sur un autre sujet photochimique, sont priés d'adresser une proposition comprenant titre, nom des auteurs, adresse et résumé d'une page dactylographiée au maximum, avant le 15 octobre prochain, au Secrétaire du Groupe, M. Pierre Courtot, Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire de photochimie organique, 6, avenue le Gorgeu, 29283 Brest Cedex. Tél. (98) 03.16.94.

Division Enseignement de la chimie

Compte rendu de la XVI^e Rencontre des enseignants de chimie, Montpellier 30 juin - 2 juillet 1977

Les deux thèmes majeurs de la Rencontre ont été choisis pour établir une suite aux thèmes développés au cours de la XV^e Rencontre tenue à Saint-Étienne en 1976.

Ils ont porté sur la formation initiale et permanente des maîtres et sur l'interdisciplinarité. Ils ont fait l'objet de conférences en séance plénière, suivies de séances de travail par groupes restreints sur des sujets bien précis.

Au cours de la dernière journée, un bilan de travail effectué dans les divers groupes a été établi et des perspectives pour l'année 1978 ont été développées.

Groupes de travail

Groupe 1.1 : Interdisciplinarité. Formation des maîtres (animé par M. Lallez).

Il semble que la pédagogie par objectifs facilite la mise en place de l'interdisciplinarité; il serait donc souhaitable que les futurs enseignants acquièrent au cours de leur formation des connaissances sur la pédagogie par objectifs.

Groupe 1.2 : Recherche pédagogique et formation des maîtres (animé par M. Harris).

Trois points principaux ont été abordés sous forme de questions :

1. Faut-il introduire un enseignement pédagogique dans le cadre de la formation des maîtres ?
2. Doit-on se placer dans le cadre actuel ou dans le cadre proposé à Saint-Étienne ?
3. Quelle pédagogie introduire ?

La réponse à la première question a été affirmative. Il reste à définir la forme de cet enseignement qui devrait être introduit dès la formation initiale des maîtres.

Les participants ont préféré discuter de ce problème, en se plaçant dans le cadre actuel, dans lequel il y a coupure entre les formations théorique et pratique, ce qui constitue un obstacle à un enseignement pédagogique. Cet enseignement devrait être introduit en cours de licence et sanctionné par un examen. Il pourrait, à l'exemple de Grenoble, se faire sous forme d'unités de valeur et partir de cas concrets (observation de classe, ...) pour arriver après analyse à introduire une forme plus théorique de la pédagogie (Dr. Harris).

Groupe 1.3 : Formation scientifique initiale (animé par M. Guillaumont).

Trois points ont été soulevés : le CAPES, l'Agrégation et la formation des P.E.G.C.

1. Les maîtrises de recherches et les maîtrises ès sciences physiques ne préparent pas correctement au concours du CAPES, lui-même mal adapté à une formation scientifique de valeur.

2. Les maîtrises de recherches et les maîtrises ès sciences physiques "non déviées" (c'est-à-dire qui ne sont pas strictement adaptées à la seule préparation du CAPES) + 1 an pour l'agrégation sont à peu près bien adaptées.

3. DEUG + 1 an pour P.E.G.C. Cette formation est très mal adaptée. On constate que plus le niveau scientifique est bas, plus l'enseignant est mal préparé.

Groupe 2.1 : Formation des maîtres à et par l'audio-visuel (animé par M. Maurin).

Le débat a tout d'abord porté sur les problèmes techniques : choix et coût du matériel, puis sur l'utilisation. Il serait intéressant de contrôler la progression du futur maître à l'aide d'une série d'enregistrements. Le profit de la méthode peut être évalué en faisant faire un exposé sur le même sujet à plusieurs semaines d'intervalle, à la même personne.

Il ressort que ce moyen d'analyse est nettement supérieur aux méthodes traditionnelles. L'analyse immédiate du document enregistré semble plus bénéfique que l'analyse différée. Il y a un ensemble d'erreurs types à éviter. Cette méthode exige un investissement en temps très important. Après une recollection de ce qui se fait dans diverses universités, il apparaît que la formation audio-visuelle est très importante, d'où le souhait soulevé par les participants à ce groupe : organiser un séminaire sur l'audio-visuel entre universités soit au cours de la XVII^e Rencontre, soit dans un autre lieu et à un autre moment.

Groupe 2.2 : Formation permanente des maîtres (animé par MM. Gaspard et Soussan).

Diverses questions ont été débattues :

- Établissement d'une bibliothèque de documents
- Problèmes administratifs
- A quel service est confié le service de formation permanente des maîtres ?

Réponse : Toutes les possibilités du service de formation continue doivent être utilisées avec les spécialités de la discipline.

Les besoins réels des enseignants n'ont pu être évalués de manière efficace. Il paraît souhaitable qu'il s'établisse des relations simples et directes entre enseignants du second degré et universitaires.

Au niveau CAPES, les relations entre étudiants et enseignants devraient être des relations de collègue à collègue, ce qui permettrait au futur maître de revenir à tout moment à l'université.

Groupe 2.3 : Interdisciplinarité dans l'enseignement scientifique (animé par M. Kahane).

Deux possibilités de travail :

- par des commissions nationales (nécessité d'unifier le langage, d'harmoniser les programmes...)
- l'interdisciplinarité dans les formations initiale et permanente des maîtres. Elle ne peut naître que d'un dialogue entre les enseignants des diverses disciplines.

Les lieux d'accueil ont été recensés :

- les C.R.D.P. qui ont une structure très rigide. Il est difficile de les utiliser.
- les U.E.R. de formation des maîtres où les structures d'accueil sont très ouvertes.

La solution idéale est la création de centres particuliers, centres qui avaient été proposés par la commission Lagarrigue.

Perspectives 1978

● M. Viovy fait part d'un élargissement du bureau de la Division enseignement de la S.C.F., ce qui permet à M. Rivail d'en faire partie en tant que représentant de la Société de Chimie Physique.

● M. Gomel propose Poitiers comme cadre de la XVII^e Rencontre avec pour thème : *Rénovation didactique universitaire de la chimie en France. Bilan. Perspectives.*

A l'unanimité, la proposition est adoptée.

● Le problème de la date de la XVII^e Rencontre a été débattu. Après un vote à main levée, il semble se dégager une préférence pour la fin du mois de juin.

La date sera fixée de manière précise après consultation des membres de RECODIC et des participants à la XVI^e Rencontre.

D. Cros et M. Maurin

Plis cachetés

La S.C.F. a enregistré les plis cachetés suivants :

Mme Lucette Duhamel et M. J.M. Poirier, le 13 juillet 1977, sous le n° 1899

MM. J. Garnero, P. Buil et D. Joulain, le 20 juillet 1977, sous le n° 1900

MM. J. Garnero, P. Buil et D. Joulain, le 27 septembre 1977, sous le n° 1901

Demandes et offres diverses

Ingénieur chimiste (E.N.S.C. Toulouse) + I.A.E. Rennes, débutant, 25 ans, dél. O.M. depuis mars 1977, cherche poste ingénieur production. S'adresser à M. Hubert P., 122, avenue du Général-Leclerc, 75014 Paris.

Docteur 3^e cycle chimie-physique, 2 ans d'expérience cinétique chimique (spectrométrie de masse) souhaiterait poste de recherche ou documentaliste. Écrire à Mlle Richoux Marie-Claude, Résidence Académique ch. 62, pavillon II, avenue Denis-Cordonnier, 59045 Lille Cedex.

J.F. 21 ans, BTS Biochimie (E.N.C.), méthodique, efficace, anglais et notions d'espagnol, dactylographie : 25 mots/minute, libre début septembre, cherche situation banlieue ouest de préférence. Mlle Lebre Florence, 52, rue de Bèthemont, 78630 Orgeval. Tél. 975.89.94.

Recherche d'occasion :
Collection complète ou partielle des Chemical Abstracts, et index décennaux. Écrire à Mme Boyelle, 4, avenue Philippe-Lebon, 92230 Gennevilliers.

A vendre :

● Collection Journal American Chemical Society 1940 à 1968 inclus non relié.
● Collection Journal of the Chemical Society of London 1945 à 1968 inclus non relié.

● Journal of Organic Chemistry 1936 (vol. I) à 1969 inclus et non relié.

● Traité de Chimie Organique de Grignard (Masson ed.) complet.

● Forschritte der Chemie Organischer Naturshaffe (Progress in the Chemistry of Organic Natural Products Springer Verlag volume III à XXXI reliés.

Écrire à M. P. Cagniant, Chimie organique, Université de Metz, Ile du Saulcy, 57000 Metz.

J.H., 28 ans, cél., docteur de 3^e cycle chimie-biochimie, expérience en synthèse organique, en enzymologie et microbiologie appliquées, recherche emploi dans un laboratoire de recherches pharmaceutiques. Écrire Soc. Chim. n° 246.

Société recherche appareillage suivant :
1. R.M.N. (ondes continues 60 MHz)
2. Spectro U.V. avec enregistreur

3. Chromato phase gazeuse
4. Chromato phase liquide
5. Four à mouffles (si possible jusqu'à 1400 °C)
6. Production d'eau distillée (4 à 10 l par h)
7. Compresseur frigorifique puissance électrique 30 à 60 CV, à deux étages avec régulation de puissance et échangeur incorporé, pour refroidir fluide (15 000 à 25 000 frigories/h à - 50 °C)
Écrire Soc. Chim. n° 247.

**IMPORTANTE SOCIETE
DE RECHERCHE MINIERE**
recherche pour ses laboratoires

**Le Chef de son Service
"ANALYSES CHIMIQUES"**

30 ans minimum

- o connaissances approfondies et goût pour le développement des méthodes analytiques modernes en chimie minérale;
- o compétence affirmée du commandement et de l'organisation,
- o expérience de laboratoire industriel exigée.

Ecrire avec CV et photo, sous n° 7156
EMPLOIS ET ENTREPRISES
18, rue Volney 75002 Paris

Nous sommes une **ENTREPRISE DE PHOTOCHEMIE**
(fabrication de révélateurs et de fixateurs) installée à **MARCKOLSHEIM (Bas-Rhin)**.

Nous recherchons notre

CHIMISTE RESPONSABLE DE LA PRODUCTION ET DU DÉVELOPPEMENT DE NOUVEAUX PRODUITS

- 30 ans minimum
- connaissances approfondies des méthodes de chimie analytique et de sensimétrie
- compétence de l'organisation
- expérience de laboratoire industriel
- très bonne connaissance de l'allemand ou de l'anglais.

Écrire avec C.V. et appointements désirés à :



ADEFO CHIMIE S.A.R.L.
B.P. 25
67390 MARCKOLSHEIM

Rendez-vous des scientifiques à Paris

● Entre le 29 novembre et le 3 décembre ont lieu :
à la Porte de Versailles, le Salon du Laboratoire et l'Exposition de Physique puis du 5 au 10 décembre, au C.N.I.T., INTER-CHIMIE, que tout scientifique se doit de visiter.

● L'ACTUALITÉ CHIMIQUE, dans le but de faciliter certaines questions d'intendance, pour la première fois a sélectionné un ensemble présentant des avantages de prix spéciaux et de gains de temps portant soit sur une formule de services hôteliers seulement (a), soit sur une formule "forfait" (b), avec voyage compris.

(a) Formule "Services hôteliers seulement"

L'Hôtel Paris Penta (3 étoiles NN) situé à côté du C.N.I.T. et du RER dans le nouveau quartier de la Défense. 500 chambres modernes, tranquilles, claires avec bain et douche, téléphone direct et radio.

Les prix par personne par nuit, comprenant le petit déjeuner, les taxes et le service sont :

● en chambre à deux lits : 70 F

● en chambre à un lit : 125 F

Ce prix s'applique aussi en cas de prolongement de séjour sur la formule forfait (b).



(b) Formule "Forfait"

La formule "Forfait" comprend 2 nuits d'hôtel et le billet de train Aller et Retour de et vers toutes les grandes gares de France.

Quelques exemples de prix : *

	1 ^{re} Classe	2 ^e Classe
Lille	246 F	208 F
Nantes	306 F	248 F
Strasbourg	354 F	280 F
Toulouse	444 F	340 F
Marseille	508 F	382 F

Les prix s'entendent par personne, en chambre de 2 personnes et englobent toutes les prestations mentionnées en (a) "Services hôteliers". Supplément chambre individuelle 110 F.

Quelques autres avantages :

● L'hôtel Paris Penta offre le transfert du matin vers le Parc des Expositions, Porte de Versailles.

● L'hôtel Paris Penta est à 500 mètres du C.N.I.T. et du RER, qu'il relie par un service de navettes gratuites.

Les prix ne comprennent pas :

Les repas.

Les transferts au départ et à l'arrivée.

Les suppléments pour certains trains rapides et les TEE.

Les voitures-couchettes et voitures-lits.

Comment réserver

Renvoyez le coupon réponse approprié (au verso) dûment rempli, accompagné d'un chèque à l'ordre de "Hôtel Paris Penta".

*Si vous voulez la formule (b) "Forfait" et si votre gare n'est pas sur la liste ci-dessus, retournez le petit coupon réponse du bas de la page (au verso)

Pour réservations et tous renseignements complémentaires, veuillez contacter :

Mark Sherrard, Directeur des Promotions Grand Métropolitain Hôtels

18, rue Baudin, 92400 Courbevoie, Tél. : 788.75.50.

Produit par Centraitour, Licence 213A, avec la collaboration de GMH et la SNCF, Formule R.I.T.

Coupon-réponses au verso.

Coupon-réponse (a)

Date d'arrivée à l'hôtel _____

Date du départ _____

Nombre de nuits _____

Nombre de personnes _____

Nombre de chambres à 2 lits _____

Nombre de chambres à 1 lit _____

Nom _____ Prénom _____

Société/Faculté _____

Adresse _____

_____ Téléphone _____

Signature _____

Montant inclus _____



Coupon-réponse (b)

Gare de départ _____

1^{re} Classe

2^e Classe

Date de départ _____

Date de retour _____

Nombre de nuits _____

Nombre de personnes _____

Nombre de chambres à 2 lits _____

Nombre de chambres à 1 lit _____

Nom _____ Prénom _____

Société/Faculté _____

Adresse _____

_____ Téléphone _____

Signature _____

Montant inclus _____



Veillez me communiquer le prix de la formule (b)

Départ de _____

Nom _____

Société/Faculté _____

Adresse _____

Tél. _____



Bulletin de la Société Chimique de France

Mai-Juin 1977

SOMMAIRE DE LA PREMIÈRE PARTIE

CHIMIE PHYSIQUE, MINÉRALE ET ANALYTIQUE

- Notice nécrologique Georges CHAUDRON, Membre de l'Institut, Président d'honneur de la Société Chimique de France (1891-1976) MICHEL A. 377 Obituary notice of G. Chaudron, Membership of Institut, Honorary President of the Société Chimique de France (1891-1976).
- Stabilité et spectres électroniques des complexes bromés du cuivre (II) en solution aqueuse M. A. KHAN & M.-J. SCHWING-WEILL 399 Stability and electronic spectra of the copper (II)-bromo complexes in aqueous solutions
- Cinétique de l'oxydation par le brome du complexe du manganèse (II) avec le diamino-1,2 éthyl N,N,N',N'-tétraacétate F. VIERLING 404 Kinetics of the oxidation manganese(II)-ethylene-diamine tetraacetate complexes by bromine
- Étude de la conduction électrique et des propriétés analytiques de membranes en alumine bêta à l'argent en solution aqueuse C. BERNARD, C. BOHNKE, J.-P. MALUGANI & G. ROBERT 410 Study of electrical conduction and analytical properties of silver-beta-alumina membranes in aqueous solution
- Intermédiaires réactionnels en chimie organique : mise en évidence et domaine d'existence d'ions acyliums dans des milieux fortement acides P. PAILLOUS 415 Mechanism of acylation : the scope of occurrence of the acylium ion in solutions of an acid, an anhydride or an aliphatic carboxylic acid chloride, in an oleum
- Détermination quantitative, par voie électrochimique de la basicité de solutions d'amidures organiques et de butyllithium dans le tétrahydrofurane et le 1-2 diméthoxyéthane C. CHEVROT & J. PÉRICHON 421 Determination of eudobasic properties of butane/butyllithium and R_2NH/R_2NM systems in tetrahydrofuran and dimethoxyethane
- Isomérisation de l'éthylbenzène sur platine supporté par l'alumine fluorée. I. Influence des fonctions acide et métallique sur l'activité et la sélectivité N. S. GNEP & M. GUISET 429 Ethylbenzene isomerization over platinum deposited on fluorinated alumina catalysts. I. Influence of acidic and metallic function upon activity selectivity
- Isomérisation de l'éthylbenzène sur platine supporté par l'alumine fluorée. II. Étude cinétique N. S. GNEP & M. GUISET 435 Ethylbenzene isomerization over platinum deposited on fluorinated alumina catalysts. II. Kinetic study
- Étude des effets de substituant par spectroscopie infrarouge. IV. Vibration $\nu(OH)$ et $\nu(OH\dots)$ de phénols libres et associés par liaison d'hydrogène C. LAURENCE & M. BERTHELOT 441 Study of substituent effects by infrared spectroscopy. IV. $\nu(OH)$ and $\nu(OH\dots)$ vibrations of free and hydrogen-associated phenols
- Le système ternaire TIF — HF — H₂O. Étude dans l'intervalle — 30 °C, + 30 °C G. COFFY, M.-J. BOINON, Y. ODDON & A. TRANQUARD 448 The ternary system TIF — HF — H₂O between — 30 °C and + 30 °C
- Ébulliométrie du binaire acétone-toluène (Note de Laboratoire) F. RIVENQ 451 Ebullioscopy of the binary acetone-toluene system
- Le soufre dans l'ammoniac liquide à — 40 °C. II. Mise en évidence de l'azote R. GUIRAUD & M. AUBRY 453 Sulfur in liquid ammonia at — 40 °C. II. Evidence for nitrogen formation.
- Dosage colorimétrique du désoxyribose permettant de différencier le sucre libre de sucre constitutif d'un ADN. Application à l'analyse des gélatines (Lettre à la Rédaction) J. POURADIER 455 Determination of desoxyribose by calorimetry : a method allowing to differentiate between free and constituent sugar in ADN and its application to gelatine analysis

SOMMAIRE DE LA DEUXIÈME PARTIE

CHIMIE MOLÉCULAIRE

- Études historiques sur la nomenclature de la chimie organique. XIV. Sur le contenu de la Section C de l'« IUPAC Nomenclature of Organic Chemistry »
- Spectres de RMN de ^{13}C de la lichenine, terpolymère du glucose; Comparaison avec les deux homoglycanes correspondants : cellulose et laminarine
- Esters aliphatiques d'acides sulfoniques (Note de Laboratoire)
- Dihydro-4,7 dioxépinnes-1,3 dérivées du bis (hydroxyméthyl)-1,2 cyclohexadiène-1,4. Réactions d'addition sur les doubles liaisons
- Nouveaux développements en série du cyclobutadiène fer tricarbonyle. Dérivés soufrés, dérivés aminés
- Étude des mélanges d'antipodes optiques. XIII. Compléments à un inventaire des dédoublements spontanés
- Nouveaux exemples d'utilisation du bisulfate de graphite et du nitrate de graphite en synthèse organique
- Réactivité de diazocétone α,β -éthyléniques en série benzopyronique
- Étude spectrographique RMN et IR de quelques α -hydroxyspirophosphoranes et α -hydroxyphosphonates
- Hydrogénation sélective de l'aldéhyde cinnamique avec des catalyseurs au platine supportés sur résines échangeuses d'ions
- Hydrogénation catalytique sur résines polysaccharidiques échangeuses. II. Comparaison de divers types de résines dans le cas de l'hydrogénation de de l' α -pinène, du myrtenal et de la β -ionone
- Réarrangement thermique de dihalogéno-9,9 et de bromo-9, méthyl-1 bicyclo [6.1.0] nonanes,
- Photolyse du phosphate vinylique diméthylque en solution aqueuse sous atmosphère inerte
- Contribution à l'étude des bruts de pétrole tunisiens. Étude par RMN du carbone 13
- Complexes de transfert de charge du tétracyano-7,7,8,8 quinodiméthane avec quelques méthyl- et aminométhylquinoléines
- Condensations d'orthodialdéhydes avec des para-diphénols et des γ -dicétones
- Étude conformationnelle de cétones en série petits cycles IV. Cas des méthyl-cyclopropyl-cétones gem-dihalogénés sur le cycle
- Condensations du benzène sur des aryl-4 hydroxy-(ou morpholino)-2 butanolides-4 par réaction de Friedel-Crafts; étude de la réaction d'échange de cycles aromatiques
- Condensations terpènes-phénols en présence de cationiques. Formation de benzo-1,2 bicyclo [3,3,1] oxonanes-3 lors de la réaction limonène-crésol
- Décomposition des tosylhydrazones cycliques en milieu protonant
- Action de quelques bases sur les esters β,γ -dihalogéno crotoniques et vinylacétiques. Obtention des halogéno-4 butadiénoates d'éthyle
- Réactivité des dérivés organo-manganeux. III. Synthèse d'esters et de cétones symétriques (Note de Laboratoire)
- Introduction de ponts carbonés sur des systèmes comportant un cycle troponique orthocondensé à un cycle thiophénique. I. Synthèse et étude structurale des dérivés obtenus au départ des cyclohepta [c]thiophénones-6
- Comportement polarographique de quelques azométhines dérivées de cétones aromatiques ou hétérocycliques α,β éthyléniques
- P. E. VERKADE 457 A historical study of nomenclature of organic chemistry. XIV. On the contents of section C of the « IUPAC nomenclature of Organic Chemistry ».
- D. GAGNAIRE & M. VINCENDON 479 ^{13}C NMR spectra of lichenine, a terpolymer from glucose; comparison with cellulose and laminarine, the two corresponding glucanes
- A. ÉTIENNE, G. LONCHAMON & R. GARREAU 483 Anhydrides and esters of aliphatic and aromatic sulphonic acids
- Y. GAONI & N. SHOEF 485 4,7-Dihydro 1,3-dioxepines derived from 1,2-bis (hydroxymethyl) cyclohexa-1,4-diene. Addition on double bonds
- P. MARCINCAL & É. CUINGNET 489 New developments in the cyclobutadiene-iron tricarbonyl series. Sulphur and amino derivatives.
- A. COLLET, M.-J. BRIENNE & J. JACQUES 494 Studies on mixtures of enantiomers. XIII. A further; Inventory of spontaneous resolutions
- J. P. ALAZARD, H. B. KAGAN & R. SETTON 499 New examples in the use of graphite bisulfate and graphite nitrate in organic synthesis.
- M. PAYARD, J. PARIS, J. COUQUELET & P. TRONCHE 505 Reactivity of α,β -ethylenic diazoketones in the benzopyrone series
- H. GERMA, M. BON & F. MATHIS 508 Spectroscopic study of α -hydroxyspirophosphoranes and α -hydroxyphosphonates
- J. SABADIE & G. DESCOTES 515 Selective hydrogenation of cinnamic aldehyde with Pt-catalysts supported over ion-exchange resins
- C. ALLANDRIEU, G. DESCOTES, J. P. PRALY & J. SABADIE 519 Catalytic hydrogenation over polysaccharidic ion-exchange resins. II. Reduction of α -pinene, myrtenal, verbenone and β -ionone
- P. BRUN, J. CASANOVA, J. HATEM & B. WAEGELL 521 Thermal rearrangement of 9,9-dihalo and of 9-bromo-1-methyl bicyclo [6.1.0] nonanes.
- J. GIGNOUX, C. TRIANTAPHYLIDES & G. PEIFFER 527 Photolysis of dimethyl vinylphosphate in aqueous solution under an inert atmosphere
- M. KERKENT, P. R. BINI & M. L. BOUGUERRA 531 A contribution to the study of crude Tunisia-petroleum products. A study by carbon 13 NMR.
- H. PORADOWSKA & K. NOWAK 535 Charge-transfer complexes of 7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane with methyl- and aminoethylquinolines
- B. SERPAUD & Y. LEPAGE 539 Condensation of orthodialdehydes with 1,4-diphenols and γ -diketones
- R. BARLET 543 Study of carbonyl compounds by infrared spectroscopy. Spectroscopic characterization and ring-carbonyl group conformational study of gem-dihalomethylcyclopropylketones
- D. PLUSQUELLEC, M. KERFANTO & F. VENIEN 553 Condensation of benzene with 4-aryl-2-hydroxy (or 2-morpholino) 4-butanolides under the conditions of the Friedel-Crafts reaction
- É. POTTIER & L. SAVIDAN 557 Terpene-phenol condensations in the presence of cationic resins. Formation of 1,2-benzobicyclo [3,3,1]-3-oxanonanes during the limonene-cresol reaction
- J. CASANOVA & B. WAEGELL 560 The decomposition of cyclic tosylhydrazones in protic media.
- J. TENDIL, M. VERNY & R. VESSIÈRE 565 Reactions of bases with β,γ -dihaloacrotonic and vinylacetic esters. Approach to ethyl 4-halobutanedioates
- G. CAHIEZ & J. F. NORMANT 570 Reactivity of organo-manganous compounds. III. Synthesis of symmetrical esters and ketones.
- B. HANQUET, R. GUILARD & P. FOURNARI 571 Synthesis and structural studies in the thio-phenocyclohexane series
- M. PERSON, J.-M. MEUNIER & M. RIGAUX 578 Polarographic behaviour of azomethines derived from aromatic, heterocyclic or α,β unsaturated ketones

Société de Chimie Industrielle

28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris
Tél. 555.69.46

- 74 Rappel de manifestations :**
11^e Conférence internationale des Arts Chimiques, Paris.
Congrès international : Contribution des calculateurs électroniques au développement du génie chimique et de la chimie industrielle, Paris.
Analyse des gaz en continu et progrès des capteurs, Saint-Etienne.
5^e Conférence européenne des plastiques et caoutchoucs, Paris.
- 75 Médaille de Palladium 1977 : W.C. Brown.**
- 75 Cérémonie à la mémoire du Professeur Maurice Letort :**
L'œuvre scientifique du Pr. Letort, par X. Duval et M. Niclaude.
- 77 Fédération Européenne du Génie Chimique :**
Circulation de la documentation.
- 78 Fédération Européenne de la Corrosion :**
Colloque scientifique sur la corrosion dans l'eau douce, Pécs (Hongrie).

Assemblée générale

L'Assemblée générale de la Société de Chimie Industrielle se tiendra le mercredi 19 octobre 1977, à 18 heures, à la Maison de la Chimie (salle 241), 28, rue Saint-Dominique, à Paris.

- 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.

- Monographies de la Société de Chimie Industrielle,

Le noir d'acétylène. Fabrication. Propriétés. Applications, par Yvan Schwob, (vient de paraître),

Prix de la monographie : 150 F.

S'adresser à la Société de Chimie Industrielle,
28, rue Saint-Dominique,
75007 Paris.

Tél. 555.69.46.

Rappel de manifestations

11^e Conférence internationale des Arts Chimiques: Le génie chimique et la valorisation des déchets

6-9 décembre 1977, Paris - La Défense.

Renseignements et inscriptions : Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. 555.69.46. (L'actualité chimique, septembre 1977, p. 81).

Congrès international Contribution des calculateurs électroniques au développement du génie chimique et de la chimie industrielle

7-10 mars 1978, Paris.

Pour tous renseignements : Société de Chimie Industrielle : 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. 555.69.46. (L'actualité chimique, février 1977, p. 77).

Analyse des gaz en continu et progrès des capteurs

19-21 avril 1978, Saint-Étienne.

La section Centre-Est de la Société de Chimie Industrielle, l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne, et le GAMS - section Sud-Est organisent le colloque de Saint-Étienne sur l'analyse des gaz en continu et les progrès des capteurs.

Dates : 19-21 avril 1978.
Lieu : Saint-Étienne.

Comité scientifique :

Professeur P. Chovin, Président du comité, Ancien Directeur du Laboratoire municipal de Paris.

M. Barillon, Centre de Recherche Aluminium Pechiney, Saint-Jean-de-Maurienne.

Professeur A. Bertoye, Faculté de Médecine, Université Claude-Bernard, Lyon.

Professeur L. Denivelle, Président de la Société de Chimie Industrielle.
D. Di Benedetto, École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne.

Professeur Ch. Eyraud, Université Claude-Bernard, Lyon.

R. Grollier-Baron, Directeur du C.E.D.I./Institut Français du Pétrole, Solaize.

R. Guillet, Délégué Général de la Société de Chimie Industrielle.

R. Lalauze, Maître de recherche à l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne.

F. Lancelot, Maître de recherche à l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne.

J. Le Seac'h, Ingénieur principal de l'armement, C.E.R.T.S.M., Toulon.

R. Lombré, Rhône-Poulenc Industries, Décines.

C. Long, Président de la Section Centre-Est de la Société de Chimie Industrielle.

J. Normand, Département de physique et analyse, Rhône-Poulenc Industries, Décines.

J. Cl. Oppeneau, Service de la Pollution atmosphérique, Ministère de la Qualité de la Vie.

P. Petit, I.R.S.I.D., Chef du Département mesures, Maizières-les-Metz.

Professeur J. Robin, I.N.S.A., Lyon.

J.-L. Sacconney, Directeur du Centre de recherches de Produits Chimiques Ugine-Kuhlmann, Lyon.

Professeur M. Soustelle, Directeur du Centre de Chimie Physique, École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne.

Le développement, pour des raisons économiques, des procédés de

fabrication continue, l'automatisation croissante, la nécessité d'intervention rapide, en particulier pour des motifs de sécurité ou des risques de pollution, a conduit depuis plusieurs années, à la création de méthodes en continu bien adaptées aux cas considérés.

Très souvent, le contrôle en continu de la quantité ou de la qualité d'un gaz est un moyen de choix rendant possible la régulation automatique. Différents milieux universitaires et industriels pensent qu'il est maintenant indispensable de faire le point sur les techniques connues, les besoins non satisfaits, les recherches de nouvelles méthodes.

Les organisateurs se sont fixés comme objectif de mettre en contact des ingénieurs du monde industriel et des universitaires sur le problème de l'analyse des gaz en continu et les progrès des capteurs.

Le colloque comprendra :

1^o des conférences qui porteront sur les besoins d'analyse des gaz en continu exprimés par les industries dans les branches suivantes

- chimie,
- électrometallurgie,
- sidérurgie,
- pétrole,
- marine,
- médecine,
- industries alimentaires et parfumerie,
- nucléaire.

2^o des communications de chercheurs susceptibles d'apporter des solutions nouvelles.

Les participants recevront, avant le colloque, un recueil des communications.

Inscriptions et renseignements : Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. 555.69.46.

5^e Conférence européenne des plastiques et caoutchoucs

12-15 juin 1978, Centre International de Paris.

A l'occasion de l'exposition Europlastique-Eurocaoutchouc 78 qui se tiendra du 13 au 21 juin 1978, la Société de Chimie Industrielle prépare, avec le concours des organisations scientifiques et techniques françaises des plastiques et du caoutchouc, la 5^e Conférence européenne des plastiques et caoutchoucs.

Nous rappelons que les auteurs désirant faire un exposé devront envoyer un résumé (500 mots maximum) avant la fin du mois d'octobre 1977. En cas d'acceptation le texte complet devra parvenir au secrétariat, au plus tard le 1^{er} mars 1978.

Cinq sections sont proposées :

1) Nouveaux produits; nouvelles méthodes (1. évolution des matériaux et techniques, 2. méthodes modernes de réticulation des revêtements).

2) Aspects économiques, sociaux-environnement (1. formation des cadres et formation continue, 2. optimisation énergétique et utilisation des matières plastiques et caoutchouc, application au traitement de leurs déchets, 3. l'amélioration des conditions de travail et de la sécurité).

3) Physique et physico-chimie des polymères (1. relations entre structures et propriétés des matériaux macromoléculaires, 2. phénomènes d'orientation et propriétés des polymères orientés, 3. vieillissement, 4. caractérisation des surfaces, 5. phénomènes d'adhésion).
4) Élastomères et plastiques polyphasés et renforcés (1. élastomères thermoplastiques et plastiques résistant aux chocs, polymères polyphasés et alliages, 2. interaction charge-polymères, 3. renforcement par fibres).

5) Technologie et production (1. rhéologie et mise en œuvre, 2. l'informatique et la mise en œuvre des polymères, 3. nouveaux développements dans les machines, 4. contrôle et marques de qualité).

Pour tous renseignements s'adresser à la Société de Chimie Industrielle, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. 555.69.46.

Médaille de Palladium 1977

W. C. Brown

La Médaille de Palladium de l'American Section de la Société de Chimie Industrielle a été décernée pour 1977 à M. Werner C. Brown, Président de Hercules Inc. pour sa contribution à l'industrie chimique mondiale au cours de sa longue carrière. Cette médaille récompense une neuvième personnalité de l'industrie chimique. Les précédents récipiendaires étant : Ernest J. Solvay (Solvay), Charles A. Thomas (Monsanto), Monroe J. Rathbone (Standard Oil), Henry S. Wingate (International Nickel), Karl Winnacker (Farbwerke Hoechst),

William W. Keeler (Phillips Petroleum) et J. Peter Grace (W.R. Grace).

M. W.C. Brown est Président de la société Hercules depuis 1971. Il est diplômé de la Duke University et était entré comme chimiste, au Centre de recherche de Hercules, près de Wilmington.

La Médaille de Palladium 1977 sera remise au cours du dîner qui se tiendra au Plaza Hotel de New York, le 16 novembre 1977.

Cérémonie à la mémoire du Professeur Maurice Letort

Nancy, 14 mai 1977



Médaille en bronze
œuvre de Daniel Meyer

Maurice Letort

1907-1972

Membre de l'Institut
Directeur de l'E.N.S.I.C.
Directeur général scientifique du Cerchar
Président de la Société de Chimie Industrielle

Le 14 mai 1977, à 11 h, a eu lieu, au Palais des Congrès de Nancy, une cérémonie à la mémoire du regretté Professeur Maurice Letort, Membre de l'Institut, qui fut Directeur de l'E.N.S.I.C. (1946-1956), puis Directeur Général Scientifique du CERCHAR.

Cette émouvante cérémonie avait été organisée par l'Association des Anciens Élèves et la direction de l'École Nationale Supérieure des Industries Chimiques.

Après une introduction du Président Robert Boulitrop, le Professeur Michel Niclause a présenté un médaillon en bronze à l'effigie du

Professeur M. Letort et a résumé son œuvre scientifique sur la base d'un document établi en collaboration avec le Professeur Xavier Duval, au nom de tous les disciples du Maître.

Puis, au nom des anciens élèves de l'École Nationale Supérieure des Industries Chimiques, Monsieur Serge Rofidal a parlé du Professeur M. Letort en tant que directeur de cette école.

Enfin, Madame Letort a exprimé aux organisateurs de cette cérémonie ses très sincères remerciements et ceux de la famille du Professeur Letort.

L'œuvre scientifique du Professeur M. Letort

par les Professeurs Xavier Duval et Michel Niclause

Monsieur Letort naquit le 15 décembre 1907, dans la commune de Corps Nuds, près de Rennes. Ses parents le destinaient à prendre la direction de leur petite entreprise familiale (une distillerie) et, comme leur fils manifestait le désir de poursuivre des études supérieures, ils le laissèrent entrer à l'Institut de Chimie de Paris, d'où il sortit ingénieur et licencié ès sciences à l'âge de 20 ans, alors qu'une crise économique emportait l'entreprise familiale. C'est alors que Monsieur Letort s'engagea avec conviction dans une voie, qui, à l'époque, était beaucoup plus une aventure exaltante qu'une situation : la recherche scientifique.

Après son service militaire, il prépara une thèse à l'Université de

Liège, dans le service du Professeur Victor Henri, physico-chimiste bien connu, dont le laboratoire était animé par d'intrépides chercheurs, tels que Paul Goldfinger, qui avait été assistant de Haber. C'est dans ce milieu propice à l'éclosion d'idées nouvelles que Monsieur Letort étudia la vitesse et le mécanisme de décomposition thermique de l'acétaldéhyde. Il montra que les caractéristiques cinétiques essentielles de la réaction étaient fournies par la vitesse initiale, à laquelle personne, auparavant, n'avait attaché d'importance particulière. L'étude cinétique précise de la réaction l'amena à conclure que la pyrolyse de l'acétaldéhyde était une réaction radicalaire en chaînes et non une réaction "moléculaire" comme le pensait Hinshelwood depuis quelques années. Il découvrit également l'influence accélératrice énorme de traces d'oxygène sur cette réaction. Cette thèse de doctorat de Monsieur Letort, soutenue en

Sorbonne en 1937, apparut rapidement aux yeux des spécialistes internationaux comme un travail modèle. En termes sportifs, on pourrait dire que Monsieur Letort avait pris un excellent départ.

De retour en France, il obtint un poste d'assistant et fut détaché à l'Institut Français de Prague comme professeur, puis directeur de la Section scientifique et technique. L'invasion hitlérienne mit fin à cette mission culturelle. Deux ans plus tard, elle gagna la France. Après sa démobilisation, Monsieur Letort obtint à Caen un poste de chef de travaux, puis de maître de conférences. La vie à Caen sous l'occupation était assez pénible et il fallait une foi et une ténacité peu communes pour entreprendre de nouvelles recherches. Avec des moyens dérisoires, construisant lui-même des appareils de fortune, transportant l'air liquide sur sa bicyclette, il obtint cependant les premiers résultats sur la polymérisation de l'acétaldéhyde, qui devaient conduire à l'une de ses plus originales découvertes.

De telles qualités scientifiques et humaines avaient été remarquées par le Professeur Pierre Donzelot, alors Directeur de l'E.S.I.C. et, en 1943, Monsieur Letort céda à ses sollicitations de plus en plus pressantes pour venir occuper à Nancy une chaire devenue vacante par suite de la nomination, à la Sorbonne, du Professeur Paul Laffitte, Membre de l'Institut. Depuis octobre 1942, les élèves de 1^{ère} année de l'École attendaient impatiemment un professeur de chimie minérale. Dès son premier cours en janvier 1943, le Professeur Letort a conquis son auditoire par la clarté et l'intérêt de ses enseignements.

C'est à Nancy qu'il put enfin constituer une équipe de recherche, avec l'aide de collaborateurs, que séduisaient sa foi et son dynamisme. Il eut alors la satisfaction de développer, avec un égal bonheur, plusieurs directions de recherche, soit inspirées par ses premiers travaux, soit nouvelles.

1. L'une de ces directions de recherche fut l'étude de la vitesse et du mécanisme de réactions radicalaires en chaînes.

Des règles furent établies, qui permirent de relier clairement le mécanisme et l'ordre initial d'une réaction en chaînes de décomposition d'une substance organique. Maintenant classiques, ces règles et leur symbolisme sont utilisés couramment en cinétique chimique et se sont révélés fort utiles, par exemple pour faire la démonstration que les diverses réactions de décomposition (pyrolyse, décomposition induite, photolyse) de nombreuses substances organiques relèvent essentiellement d'un même type de mécanisme en chaînes; en passant d'un mode de décomposition à un autre, seul varie le processus d'amorçage des chaînes.

Par ailleurs, une étude théorique a conduit à penser que, lorsqu'on fait réagir une substance organique avec l'oxygène, il peut se propager simultanément, dans le milieu, trois types concurrents de réactions en chaînes : décomposition induite, dégradation oxydante et oxydation proprement dite de la substance organique, le processus prépondérant tendant à être la 1^{ère} ou la 3^e réaction dans des conditions limites. L'expérience a montré le caractère très général de ce mécanisme, qui permet de comprendre des phénomènes dont la complexité paraissait déconcertante. C'est ainsi qu'ont pu être expliquées la forte influence accélératrice de traces d'oxygène sur la pyrolyse de l'acétaldéhyde et d'alcane et les caractéristiques cinétiques de l'oxydation lente de nombreuses molécules à relativement basse température, que la réaction soit initiée thermiquement, photochimiquement ou avec un inducteur et qu'elle ait lieu en phase gazeuse ou liquide.

2. La seconde direction de recherche du laboratoire du Professeur Letort fut l'étude de l'accommodation de molécules complexes sur des surfaces métalliques chaudes et de la décomposition de vapeurs organiques en présence de filaments métalliques incandescents. Il a été montré, en particulier, que contrairement à l'opinion d'autres auteurs, la réaction a lieu en phase gazeuse, dans la zone portée à haute température au voisinage du filament, qui agit seulement comme moyen de chauffage et nullement comme catalyseur. Ce travail conduit à effectuer, pour la première fois, le calcul d'un réacteur non isotherme (dans l'espace).

3. Familiarisé avec les réactions radicalaires en chaînes, le Professeur Letort eut sa curiosité poussée tout naturellement à essayer d'appré-

hender ces intermédiaires fugaces que sont les radicaux libres dans de nombreuses réactions. Ceci constitua la troisième direction de recherche de son laboratoire. L'identification du radical libre méthyle, simultanément par la méthode des miroirs et par spectroscopie, permit de rectifier une erreur des astrophysiciens, qui avaient cru observer cette espèce dans des queues de comètes. Quelque temps plus tard, le laboratoire du Professeur Letort fut l'un des tout premiers à utiliser la spectrométrie de masse pour étudier la pyrolyse hétérogène de molécules organiques, en particulier pour montrer dans quelles conditions une telle réaction peut donner naissance à des radicaux libres.

4. A Caen, le Professeur Letort avait observé fortuitement la polymérisation de l'acétaldéhyde dans des circonstances fort inattendues : en distillant le monomère à très basse température pour le purifier. Des conditions de polymérisation aussi peu banales excitèrent sa curiosité, certainement partagée par deux de ses collègues et amis, le Professeur Georges Champetier, Membre de l'Institut, et le Professeur Charles Sadron, alors Directeur du Centre de Recherche sur les Macromolécules de Strasbourg. Ce sujet constitua la quatrième direction de recherche du Professeur Letort à Nancy. Le difficile travail entrepris pour élucider le mécanisme de cette curieuse polymérisation aboutit à la conclusion que celle-ci a lieu lors de la fusion du cristal, à partir des rangées de monomères qui y préfigurent la macromolécule. Le Professeur Semenov, Prix Nobel de Chimie, a attribué à cette découverte la primauté des polymérisations dans des états ordonnés.

5. La cinquième direction de recherche du laboratoire du Professeur Letort fut l'étude du mécanisme des réactions de gazéification du carbone. Il avait été frappé par la confusion ou l'incohérence des données cinétiques sur des réactions d'une grande importance industrielle. Il réalisa qu'une étude soignée de la cinétique d'oxydation du carbone sous sa forme la mieux définie, le graphite, pouvait avoir un intérêt fondamental et des répercussions dans les applications nucléaires - déjà envisagées - de ce matériau. Les résultats les plus originaux furent obtenus aux températures élevées, le carbone réagissant moins vite avec l'oxygène à 2000 K qu'à plusieurs centaines de degrés plus bas. Le maximum de vitesse fut expliqué en admettant que la réaction elle-même créait des centres actifs superficiels que l'élévation de température faisait disparaître par un processus de cicatrization thermique. Comme cette théorie permettait de le prévoir, toutes les réactions de gazéification du carbone à haute température présentent ce comportement. Les études cinétiques à plus basse température mirent en évidence l'intervention de la diffusion et le rôle énorme des impuretés. Le premier colloque international sur les réactions du carbone fut organisé par le Professeur Letort en 1949 à Nancy.

6. Enfin, la banale mesure de l'aire d'échantillons de graphite par adsorption de gaz amena la découverte d'isothermes particulières, dites "isothermes à marches", caractéristiques de changements de phase dans les films adsorbés. Cette sixième direction de recherche du laboratoire du Professeur Letort ouvrit la voie à l'étude des phases bi-dimensionnelles, qui se révéla particulièrement originale et féconde.

Telle est, très brièvement résumée, l'œuvre scientifique du Professeur Letort à Nancy, œuvre considérable qui appartient essentiellement au domaine de la cinétique chimique.

On travaillait beaucoup et avec enthousiasme au laboratoire du Professeur Letort, où régnait une franche camaraderie; il était fréquent d'y rencontrer des chercheurs à des heures très avancées de la nuit.

Le Professeur Letort donna très tôt des responsabilités à ses collaborateurs, encourageant leurs initiatives et leur laissant beaucoup de liberté dans l'exécution. Il réfléchissait soigneusement sur les directions de recherches et ses choix révélaient une grande sûreté de jugement et beaucoup de clairvoyance.

La bonne organisation de son activité de recherche lui permit de se consacrer avec autant d'enthousiasme et d'efficacité à ses activités

d'enseignant et surtout de Directeur de l'E.N.S.I.C., poste qu'il occupa, à partir de 1946, avec une rare distinction, comme son illustre prédécesseur le Professeur Pierre Donzelot, nommé Recteur. A cette époque, le Professeur Letort fut secondé dans la direction de son laboratoire par son ami Paul Goldfinger, qu'il avait connu à Liège et qui fut maître de recherche du C.N.R.S. à Nancy pendant deux ans, avant d'être nommé professeur à l'Université Libre de Bruxelles. Après avoir personnellement créé un enseignement vivant de cinétique chimique (sa spécialité), le Professeur Letort contribua à la mise en place d'un enseignement de génie chimique avec les Professeurs Gibert et Piret. Le développement de ces deux disciplines devait largement contribuer à la réputation de l'E.N.S.I.C. et de Nancy.

Les qualités de savant et d'organisateur du Professeur Letort devaient inévitablement l'appeler à de plus hautes fonctions et il accepta, en 1956, la direction générale scientifique du Centre d'Études et de Recherches des Charbonnages de France. Tout en étant évidemment heureux de cette belle promotion du Professeur Letort, ses collaborateurs ressentirent une profonde tristesse de son départ. Et nous nous souviendrons toujours, comme vous certainement, Chère Madame, de la réunion intime et familiale, mais combien émouvante, au cours de laquelle vos enfants spirituels vous ont dit "au revoir". Au Cerchar, le Professeur Letort dirigea des recherches appliquées de haut niveau scientifique concernant la cokéfaction, la valorisation des produits de la houille, la préparation de carburants spéciaux et de copolymères acétaldéhyde-formaldéhyde, la prévention de la silicose.

Toujours soucieux de favoriser les relations université-industrie, il fut l'un des fondateurs du Groupe Français d'Étude des Carbones.

L'œuvre scientifique du Professeur Letort a été poursuivie et étendue par ses disciples, en particulier aux Charbonnages de France, à l'E.N.S.I.C., dans l'Université et au Centre National de la Recherche Scientifique.

Cinq de ses élèves sont devenus professeurs d'universités ou d'Instituts Nationaux Polytechniques et sont responsables de formations de recherche du C.N.R.S. ou y dirigent des équipes : trois formations associées et deux laboratoires propres, dont l'un, le Centre de Cinétique Physique et Chimique a été créé à l'initiative du Professeur Letort, qui fut Président du Comité de direction de ce centre, d'ailleurs intitulé maintenant "Laboratoire Maurice Letort".

A leur tour, ces cinq élèves du Professeur Letort ont formé une vingtaine de maîtres, dont certains viennent déjà de fournir de jeunes maîtres de conférences à l'Université. C'est dire que le Professeur Letort a, dans les I.N.P. et universités et au C.N.R.S., de nombreux enfants, petits-enfants et arrières petits-enfants spirituels, auxquels il convient d'ajouter tous ceux - et ils sont nombreux - qui occupent des situations - souvent fort importantes - dans les industries chimiques ou parachimiques. Le Professeur Letort a donc véritablement fondé une École française de cinétique chimique. Tous ses élèves savent la grande dette de reconnaissance qu'ils ont envers leur maître, et qui a toujours eu la délicate attention de les associer à ses nombreux succès et leur a donné un bel exemple de travail acharné, de courage et d'énergie. Tous gardent un souvenir ému de leur séjour dans son laboratoire.

Un homme d'une telle largeur de vue, au jugement sûr et efficace dans ses réalisations, ne pouvait qu'être sollicité de toutes parts.

Il serait effectivement trop long d'énumérer ici tous les conseils et comités, nationaux ou internationaux, où il siègea, souvent au rang le plus élevé. Nous nous bornerons à citer le Comité National de la Recherche Scientifique, le Comité Consultatif des Universités, le Comité des douze Sages (dont le Professeur Letort fut le premier Président), l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (dont il fut Membre du Directoire), et la Société de Chimie Industrielle * (dont il fut Président).

Des distinctions vinrent récompenser sa compétence et son dévouement : officier de la Légion d'Honneur, commandeur de l'Ordre National du Mérite, commandeur de l'Ordre des Palmes Académiques. En 1950, il fut le premier lauréat du prix Guye de l'Académie des Sciences. Celle-ci devait l'élire parmi ses membres en 1965. L'E.N.S.I.C. a alors appris avec beaucoup de joie la haute distinction accordée à son ancien directeur, comme elle est fière de la récente élection, au sein de cette même académie, d'un ancien élève, le Professeur Alain Horeau, Administrateur du Collège de France.

La belle carrière du Professeur Letort ne peut s'expliquer, bien sûr, que par un ensemble de qualités rarement présentes chez un même homme. Sa personnalité était caractérisée par un harmonieux équilibre entre l'intelligence, l'imagination et le jugement dans ses desseins et par le courage, l'application et la persévérance dans leur réalisation. Il exerçait ces dons naturels avec un tact exceptionnel dans ses relations.

Chère Madame,

Vous aimiez profondément notre École. Votre présence affectueuse auprès du Professeur Letort, vos constantes attentions et votre tendre admiration ont été, tout au long de sa vie, le meilleur complément à ses satisfactions professionnelles. Vous avez ainsi beaucoup contribué à ses succès.

Par ailleurs, votre affection, votre gaîté, votre sourire ont souvent fait pénétrer des rayons de soleil dans les jours sombres que plusieurs d'entre nous ont connus en cette pénible période de la guerre. Nous n'oublions pas tout l'intérêt que vous avez bien voulu nous porter et nous vous exprimons, à nouveau, notre sincère et respectueuse gratitude.

C'est avec une profonde tristesse que les amis, les collègues et les anciens élèves du Professeur Letort ont appris son décès brutal le 1^{er} août 1972. Leur consternation fut d'autant plus grande que beaucoup d'entre eux avaient été, peu de temps auparavant, les témoins de la généreuse activité qu'il continuait à déployer malgré son départ en retraite. Il aura ainsi eu, jusqu'à la fin, les satisfactions d'une existence vouée à la science et à son développement.

Puisse ce médaillon rappeler aux générations futures que le Professeur Maurice Letort, Membre de l'Institut, a servi la Science, son Pays, l'Université, le C.N.R.S. et l'École Nationale Supérieure des Industries Chimiques. Notre École et ses Anciens Élèves lui redisent, tout simplement, mais du fond du cœur : MERCI !

** Le Professeur Letort avait été élu Président de la Société de Chimie Industrielle en 1971 après avoir, pendant de longues années, présidé le groupe de Génie Chimique et dirigé, comme rédacteur en chef la revue "Chimie Industrielle - Génie Chimique" qui en était la principale publication.*

Fédération Européenne du Génie Chimique

Circulation de la documentation scientifique et technique

Avec les développements du système Euronet se font jour diverses préoccupations de la part des utilisateurs ; en particulier le fait qu'il devient difficile d'avoir un accès direct aux services d'information et de documentation scientifique situés hors des frontières d'un pays donné, que ce pays soit ou non dans la Communauté Européenne.

Ces points ont été discutés par le groupe de travail Information-

Documentation de la Fédération qui a adopté une résolution approuvée par le comité exécutif dans sa séance du 13 juin.

Cette résolution a été adressée aux Communautés Européennes, Dpt DG XIII, à l'attention de Monsieur Anderla.

On trouvera ci-dessous le texte de la résolution :

La Fédération Européenne du Génie Chimique,
● reconnaissant que les intérêts du génie chimique dans l'industrie,

les universités et organismes publics requièrent l'accès le plus rapide et le plus efficace à l'information scientifique et technique,

- considérant que le développement des techniques de recherche documentaire en conversationnel constitue une amélioration majeure par rapport aux techniques et systèmes antérieurs,
- considérant que la libre circulation de l'information est une condition préalable au maintien de la capacité de développement scientifique et de l'innovation,
- constatant que la tendance actuelle en cours dans les milieux des

Postes et Télécommunications conduirait à mettre des restrictions injustifiées à l'emploi des réseaux publics pour accéder à une telle information,

demande instamment aux Communautés Européennes ainsi qu'aux Autorités Nationales de promouvoir le libre accès aux bases et banques de données actuellement accessibles à l'échelle mondiale en se gardant d'appliquer toute politique basée sur des pratiques restrictives telles que fixation de tarifs élevés ou développement de monopole, ce qui ne pourrait qu'empêcher ce libre accès.

Fédération Européenne de la Corrosion

Colloque scientifique sur la corrosion dans l'eau douce

12-14 septembre 1978, Pécs (Hongrie)

L'Association scientifique des ingénieurs hongrois nous prie d'annoncer le colloque scientifique qui se tiendra à Pécs du 12 au 14 septembre 1978 intitulé : 2^o Colloque scientifique sur la corrosion dans l'eau douce.

Thèmes du colloque :

- 1^o Constructions en acier pour la distribution d'eau. Processus de corrosion dans les installations de traitement des eaux usées et d'alimentation en eau potable.
- 2^o Matériaux et technologie de la protection contre la corrosion.

- 3^o Applications pratiques et résultats des recherches.
- 4^o Normalisation.

Langues du colloque : hongrois, anglais, allemand et russe, avec traduction simultanée.

Délai donné aux conférenciers pour l'envoi des résumés de leurs exposés en (deux ou trois pages) : le 15 décembre 1977. Avis sera donné aux conférenciers avant le 30 janvier 1978 de l'acceptation ou du refus de leurs propositions.

Ce colloque se tiendra sous le patronage de la Fédération Européenne de la Corrosion.

Renseignements : Budapest V, Kossuth Lajos tér 6-8, 1372 Budapest B.O.P. 451.

Table des annonceurs

BECKMANN	Couv. II
INTERCHIMIE	4
METTLER	6
MOULAC	69

ADEFO	74
J.C.R.	Couv. III
DUPONT INSTRUMENTATION	Couv. IV

Directeur de la publication : Alain Horeau, Président de la S.C.F.
 Imprimerie Durand, 28600 Luisant, France (1977). Tél. : (37) 21-14-87.
 Commission Paritaire : 53953.
 Dépôt légal 1976 : 2599.

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 1977

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE
1 AN - 10 NUMÉROS

Je désire souscrire un abonnement
à L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

France et zone franc 120 F
Autres pays / other countries 180 F

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  sur votre chèque, virement ou mandat
Please enter the reference 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 1977

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE
1 AN - 10 NUMÉROS

Je désire souscrire un abonnement
à L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

France et zone franc 120 F
Autres pays / other countries 180 F

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  sur votre chèque, virement ou mandat
Please enter the reference on your cheque or order

à découper



Timbre

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

Service Abonnements

250, rue Saint-Jacques
75005 PARIS

Timbre

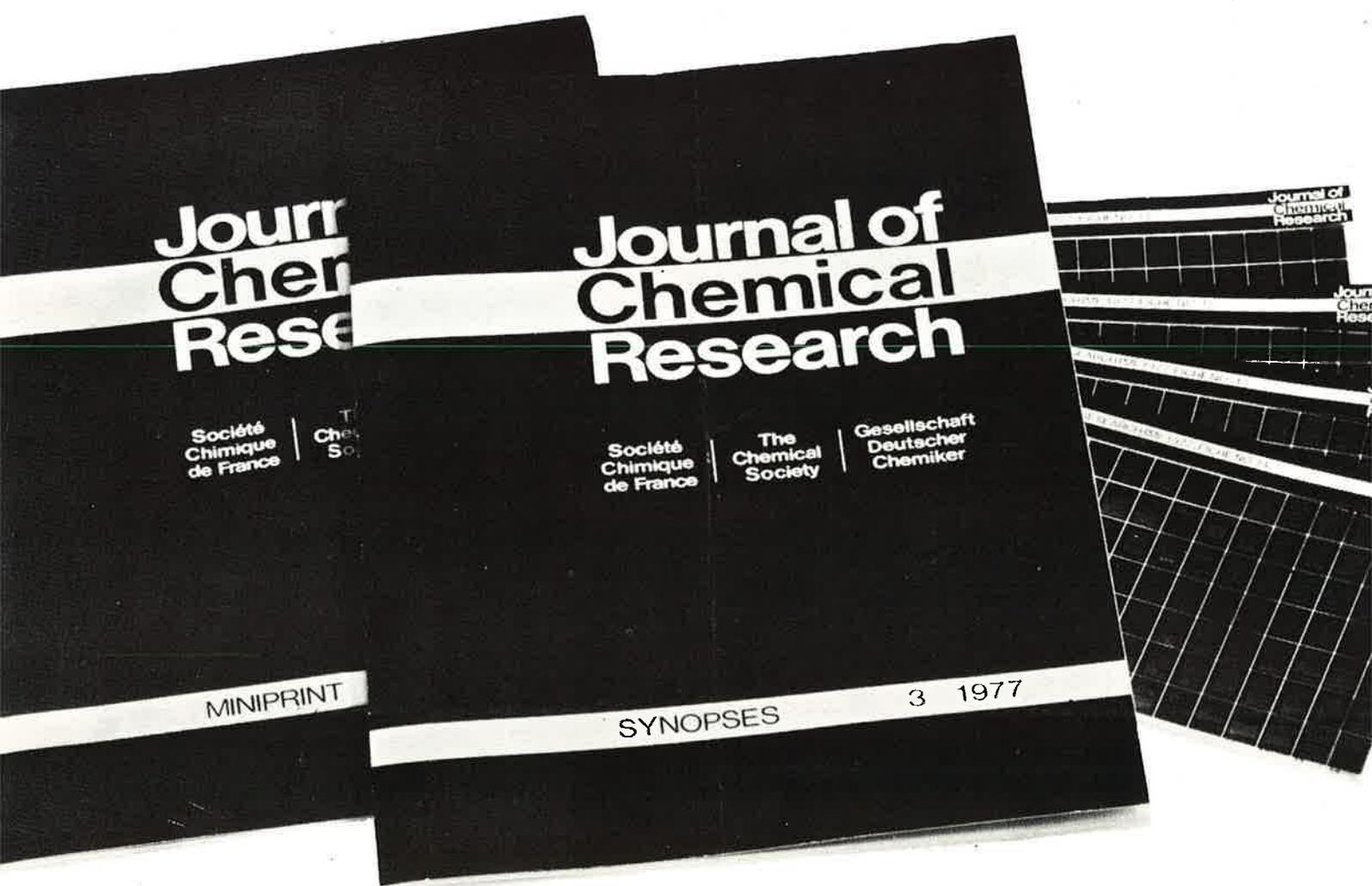
L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

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**

La CHROMATOGRAPHIE en phase liquide modulaire



Le système chromatographique à haute performance de "DU PONT" permet :

- Une pression élevée de travail (315 bars)
- Une absence de pulsation
- Un remarquable contrôle du débit (précision meilleure que 0,3 %)
- Des débits élevés jusqu'à 100 cc/mn
- L'utilisation de colonnes préparatives
- L'emploi de nombreux détecteurs précis et sensibles: Photomètre UV, Spectrophotomètre UV/Visible, Fluorimètre, Réfractomètre différentiel.
- L'utilisation d'un gradient d'élution compatible avec n'importe quel montage
- L'injection par vanne à boucle ou par vanne sans septum
- La possibilité d'automatiser totalement la chromatographie en phase liquide.